

	<p align="center">ETF – ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET UNIVERZITET U BEOGRADU</p>
	<p align="center">Bulevar kralja Aleksandra 73, PF 3554, 11120 Beograd, Srbija +381 (0) 11 - Tel 3248464, Fax 3248681, Račun 840-1438666-48</p>
	<p align="center">Katedra za telekomunikacije, Laboratorija za radio komunikacije +381 (0) 11 - Tel 3218350, Fax 3218399, e-mail: radio_lab@etf.rs</p>

РЕПУБЛИКА СРБИЈА
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Број 2074
14 OCT 2016 год.
БЕОГРАД

**STUDIJA IZVODLJIVOSTI
IZGRADNJE MREŽE SENZORA ZA PRAĆANJE
NIVOA ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA**

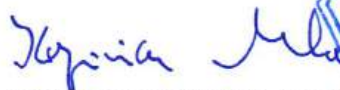
Odgovorni projektant:



Prof. dr Aleksandar Nešković, dipl.ing.



Projektanti:



Dr Mladen Koprivica, dipl.ing.




Prof. dr Nataša Nešković, dipl.ing.



BEOGRAD, 2016.

SADRŽAJ

I ZAKONSKA DOKUMENTACIJA

OSNOVNI PODACI O INVESTITORU
REŠENJE O REGISTRACIJI PROJEKTANTSKE ORGANIZACIJE
LICENCA PROJEKTANTSKE ORGANIZACIJE
REŠENJE O ODREĐIVANJU PROJEKTANTA
LICENCE PROJEKTANTA
POTVRDA PROJEKTANTA O USAGLAŠENOSTI DOKUMENTACIJE
IZJAVA PROJEKTANTA O KORIŠĆENJU PROPISA

II PROJEKTNII ZADATAK

III ELABORAT

1. UVOD.....	1-1
2. ZAKONSKA REGULATIVA U OBLASTI ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA U SRBIJI.....	2-1
3. PREGLED DEFINISANIH NORMI KOJIMA SE OGRANIČAVA IZLAGANJE LJUDI ELEKTROMAGNETNIM POLJIMA	3-1
3.1 NORME DEFINISANE PRAVILNIKOM O GRANICAMA IZLAGANJA NEJONIZUJUĆIM ZRAČENJIMA U ZONAMA POVEĆANE OSETLJIVOSTI	3-2
3.2 NORME ZA OPŠTU LJUDSKU POPULACIJU DEFINISANE ICNIRP PREPORUKOM	3-4
3.3 NORME ZA TEHNIČKO OSOBLJE DEFINISANE ICNIRP PREPORUKOM	3-6
3.4 NORME ZA OPŠTU LJUDSKU POPULACIJU DEFINISANE FCC PREPORUKOM.....	3-8
3.5 NORME ZA TEHNIČKO OSOBLJE DEFINISANE FCC PREPORUKOM.....	3-9
3.6 NORME ZA OPŠTU LJUDSKU POPULACIJU DEFINISANE IEEE STANDARDOM.....	3-10
3.7 NORME ZA TEHNIČKO OSOBLJE DEFINISANE IEEE STANDARDOM.....	3-10
3.8 NORME ZA OPŠTU LJUDSKU POPULACIJU DEFINISANE ARPANSA STANDARDOM.....	3-11
3.9 NORME ZA TEHNIČKO OSOBLJE DEFINISANE ARPANSA STANDARDOM.....	3-12
3.10 UPOREDNI PREGLED REFERENTNIH GRANIČNIH NIVOVA INTENZITETA ELEKTRIČNOG POLJA	3-12
3.11 NORME ZA ISTOVREMENI UTICAJ VIŠE IZVORA ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA.....	3-13

4. METODE ZA MERENJE INTENZITETA ELEKTROMAGNETNOG POLJA RADIO-PREDAJNIKA	4-1
4.1 ŠIROKOPOJASNA MERENJA	4-4
4.2 SELEKTIVNA MERENJA	4-4
4.3 MONITORING INTENZITETA ELEKTROMAGNETNOG POLJA.....	4-6
4.4 MAPE INTENZITETA ELEKTROMAGNETNOG POLJA	4-8
4.5 PROCENA MERNE NESIGURNOSTI REZULTATA MERENJA.....	4-8
4.5.1 <i>Nesigurnost etaloniranja mernog sistema</i>	4-12
4.5.2 <i>Nesigurnost frekvencijskog odziva mernog sistema</i>	4-12
4.5.3 <i>Nesigurnost koja potiče od nelinearnosti</i>	4-12
4.5.4 <i>Nesigurnost interpolacije faktora antene</i>	4-13
4.5.5 <i>Nesigurnost koja potiče od anizotropije</i>	4-13
4.5.6 <i>Nesigurnost koja potiče od temperaturnih varijacija</i>	4-13
4.5.7 <i>Nesigurnost koja potiče od neprilagođenja</i>	4-13
4.5.8 <i>Nesigurnost koja potiče od rezolucije mernog sistema</i>	4-14
4.5.9 <i>Nesigurnost koja potiče od električnog šuma</i>	4-14
4.5.10 <i>Nesigurnost koja potiče od lanca snage</i>	4-14
4.5.11 <i>Nesigurnost koja potiče od nestabilnosti postavljene snage izvora</i>	4-14
4.5.12 <i>Nesigurnost koja potiče od varijabilnosti uzrokovane okruženjem</i>	4-14
4.5.13 <i>Nesigurnost koja potiče od tela ispitivača</i>	4-15
4.5.14 <i>Nesigurnost koja potiče od prostornog usrednjavanja (Post-Processing)</i>	4-15
4.5.15 <i>Nesigurnost ponovljivosti merenja</i>	4-15
4.5.16 <i>Nesigurnost koja potiče od telekomunikacionog saobraćaja</i>	4-16
4.5.17 <i>Kombinovana standardna merna nesigurnost</i>	4-16
4.5.18 <i>Proširena merna nesigurnost</i>	4-16
4.5.19 <i>Procena ukupne merne nesigurnosti</i> <i>definisana preporukom ITU-T K.83 (2011)</i>	4-16
4.5.20 <i>Procena ukupne merne nesigurnosti</i> <i>definisana preporukom ITU-T K.113 (2015)</i>	4-17
4.5.21 <i>Zaključak</i>	4-18
5. PREGLED POSTOJEĆEG STANJA KOMERCIJALNO DOSTUPNIH SENZORA	5-1
5.1 VRSTE SENZORA ZA MERENJE ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA	5-1
5.2 KOMERCIJALNO DOSTUPNI SENZORI.....	5-2
5.2.1 <i>Senzor NARDA 8059</i>	5-2
5.2.2 <i>Senzor NARDA 8061</i>	5-4
5.2.3 <i>NARDA Drive Test rešenje za mobilni senzor</i>	5-5
5.2.4 <i>NARDA ExpoM ekspozimetar</i>	5-5
5.2.5 <i>NARDA SRM 3006</i>	5-7
5.2.6 <i>SATIMO FlashRed senzor</i>	5-8
5.2.7 <i>SATIMO EME Spy 200</i>	5-9
5.2.8 <i>Senzor Rohde & Schwarz TS-EMF</i>	5-11
5.2.9 <i>Senzor Rohde & Schwarz EMF-Monitor</i>	5-13
5.2.10 <i>Wavecontrol MonitEM</i>	5-14
5.2.11 <i>Wavecontrol MapEM rešenje za mobilni senzor</i>	5-15
5.3 UPOREDNA ANALIZA KOMERCIJALNO DOSTUPNIH SENZORA.....	5-16

6. PREGLED IMPLEMENTIRANIH SISTEMA U DRUGIM DRŽAVAMA	6-1
6.1 MREŽA ZA MONITORING ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA U ITALIJI	6-1
6.2 MREŽE SENZORA ZA EMF MERENJA – GRČKA.....	6-4
6.2.1 <i>Nacionalna observatorija za elektromagnetna polja (u okviru Nacionalne komisije za atomsku energiju, regulatornog tela u Grčkoj).....</i>	6-5
6.2.2 <i>Mreža senzora za merenje elektromagnetnog zračenja tehničkih fakulteta Grčke</i>	6-7
6.3 MREŽE SENZORA ZA EMF MONITORING IMPLEMENTIRANE U DRUGIM ZEMLJAMA.....	6-11
6.4 UPOREDNA ANALIZA IMPLEMENTIRANIH SISTEMA U DRUGIM DRŽAVAMA	6-13
7. TEHNIČKO REŠENJE SENZORSKIH JEDINICA	7-1
7.1 TEHNIČKO REŠENJE STACIONARNE SENZORSKE JEDINICE	7-1
7.1.1 <i>Tehničko rešenje za stacionarnu širokopojasnu senzorsku jedinicu</i>	7-1
7.1.2 <i>Tehničko rešenje za stacionarnu band-selektivnu senzorsku jedinicu</i>	7-2
7.2 TEHNIČKO REŠENJE NOMADSKJE SELEKTIVNE SENZORSKE JEDINICE	7-5
7.3 TEHNIČKO REŠENJE MOBILNE SENZORSKE JEDINICE	7-6
7.4 TEHNIČKO REŠENJE PERSONALNE SENZORSKE JEDINICE.....	7-7
8. TEHNIČKO REŠENJE MREŽE SENZORSKIH JEDINICA.....	8-1
8.1 TEHNIČKO REŠENJE MREŽE FIKSNIH (STACIONARNIH) SENZORA.....	8-3
8.1.1 <i>Kriterijumi za odabir lokacija</i>	8-3
8.1.2 <i>Vrste lokacija od interesa</i>	8-5
8.1.3 <i>Regionalna raspodela stacionarnih senzora</i>	8-6
8.1.4 <i>Metoda za merenje elektromagnetnog polja primenjena u okviru mreže fiksnih senzora</i>	8-7
8.1.5 <i>Proračun – zahtevani kapaciteti – mreža fiksnih senzora</i>	8-10
8.2 TEHNIČKO REŠENJE ZA PODSISTEM NOMADSKIH SENZORA.....	8-11
8.2.1 <i>Metoda za merenje elektromagnetnog polja primenjena u okviru podсистема nomadskih senzora</i>	8-12
8.2.2 <i>Proračun – zahtevani kapaciteti– podсистем nomadskih senzora</i>	8-12
8.3 TEHNIČKO REŠENJE ZA PODSISTEM MOBILNIH SENZORA	8-12
8.3.1 <i>Metoda za merenje elektromagnetnog polja primenjena u okviru podсистема mobilnih senzora</i>	8-12
8.3.2 <i>Merne kampanje koje se sprovode kroz drive testove.....</i>	8-14
8.3.3 <i>Proračun – zahtevani kapaciteti– podсистем mobilnih senzora</i>	8-15
8.4 TEHNIČKO REŠENJE ZA PODSISTEM PERSONALNIH SENZORA	8-15
8.4.1 <i>Merne kampanje koje se sprovode korišćenjem personalnog senzora.....</i>	8-16
8.3.2 <i>Proračun – zahtevani kapaciteti– podсистем personalnih senzora</i>	8-17
8.5 MERNI REZULTATI DRUGIH ZAINTERESOVANIH STRANA	8-17
8.5.1 <i>Proračun zahtevanih kapaciteta – merni rezultati drugih zainteresovanih strana.....</i>	8-18

9. TEHNIČKO REŠENJE SOFTVERSKOG SISTEMA ZA PRIKUPLJANJE I PRIKAZIVANJE PODATAKA SA SENZORSKIH JEDINICA	9-1
9.1 TEHNIČKO REŠENJE TELEKOMUNIKACIONO/AKVIZICIONOG SISTEMA ZA KONTROLU RADA SENZORA I PRIKUPLJANJE PODATAKA.....	9-3
9.1.1 <i>PARSER modul</i>	9-4
9.1.2 <i>ADMIN modul</i>	9-4
9.1.3 <i>DB modul</i>	9-5
9.2 TEHNIČKO REŠENJE ZA OBRADU I PREZENTOVANJE IZMERENIH REZULTATA	9-6
9.2.1 <i>CLOUD VEB modul</i>	9-6
9.2.2 <i>VIEW modul</i>	9-6
9.2.3 <i>Funkcionalni zahtevi za prezentaciju rezultata sa stacionarne i nomadske senzorske jedinice</i>	9-8
9.2.4 <i>Funkcionalni zahtevi za prezentaciju rezultata sa mobilne senzorske jedinice</i>	9-9
9.2.5 <i>Funkcionalni zahtevi za prezentaciju rezultata sa personalnog senzora</i>	9-10
9.2.6 <i>Funkcionalna zahtevi za prezentaciju rezultata akreditovanih merenja</i>	9-12
9.3 PREDLOŽENO REŠENJE ZA <i>HOSTING</i> SOFTVERA ZA PRIKUPLJANJE I PRIKAZIVANJE REZULTATA MERENJA.....	9-13
9.4 PRORAČUN – POTREBNE HARDVERSKE I MREŽNE PERFORMANSE NA SERVERSKOJ STRANI.....	9-14
9.5 PUŠTANJE SOFTVERA U RAD (PRODUKCIJA).....	9-15
10. PREDLOG OBUKA ZA ZAPOSLENE KOJI RADE NA SISTEMU	10-1
10.1 OBUKA IZ OSNOVA TEORIJE ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA, METODA ZA MERENJE I PROPISANIH NORMI.....	10-1
10.2 OBUKA ZA OPERATIVNI RAD NA MREŽI EMF SENZORA	10-2
10.3 OBUKA ZA RAD NA TERENU	10-2
10.4 STRUČNO USAVRŠAVANJE	10-3
11. NEOPHODNI LJUDSKI RESURSI I ANALIZA POTREBE IZRADE AKTA O PROCENI RIZIKA NA RADNOM MESTU	11-1
11.1 NEOPHODNI LJUDSKI RESURSI	11-1
11.2 ANALIZA POTREBE IZRADE AKTA O PROCENI RIZIKA NA RADNOM MESTU	11-2
12. PROCENA FINANSIJSKIH TROŠKOVA	12-1
12.1 PREDMER I PREDRAČUN	12-1
12.2 PROCENA VREDNOSTI PROJEKTA IZGRADNJE MREŽE SENZORA ZA PRAĆENJE ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA.....	12-14

13. PREGLED POTENCIJALNIH MODALITETA FINANSIRANJA PROJEKTA IZGRADNJE MREŽE ZA MONITORING ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA IZ FINANSIJSKIH IZVORA EVROPSKIH I MEĐUNARODNIH INSTITUCIJA	13-1
13.1 PREGLED TIPOVA MEĐUNARODNE FINANSIJSKE POMOĆI.....	13-1
13.1.1 <i>Međunarodna pomoć Republici Srbiji</i>	13-1
13.1.2 <i>Nacionalni prioriteti u upravljanju korišćenjem međunarodne finansijske pomoći u Republici Srbiji</i>	13-2
13.1.3 <i>Usklađenost Projekta izgradnje mreže EMF senzora sa nacionalnim prioritetima</i>	13-3
13.2 INSTRUMENT PRETPRISTUPNE POMOĆI EVROPSKE UNIJE - IPA FOND (<i>THE INSTRUMENT FOR PRE-ACCESSION ASSISTANCE</i>).....	13-4
13.2.1 <i>Opšte o IPA fondu</i>	13-4
13.2.2 <i>IPA fond u periodu 2007.-2013. (IPA I)</i>	13-5
13.2.3 <i>IPA II fond u periodu 2014.-2020.</i>	13-6
13.2.4 <i>Proces programiranja IPA II pomoći za Projekat izgradnje mreže EMF senzora</i>	13-7
13.2.5 <i>Izbor odgovarajuće sektorske IPA II grupe za razmatrani Projekat izgradnje mreže EMF senzora</i>	13-10
13.2.5.1 <i>Infrastrukturni projekti IPA II sektora za "Društveno-ekonomski i regionalni razvoj" sa posebnom namenom za životnu sredinu i klimatske promene</i>	13-10
13.2.5.2 <i>IPA II Programi prekogranične saradnje</i>	13-11
13.3 FINANSIJSKA PODRŠKA PARTNERSKIH ZEMALJA DONATORA U REPUBLICI SRBIJI.....	13-12
13.4 FINANSIJSKA PODRŠKA MEĐUNARODNIH RAZVOJNIH PARTNERA U REPUBLICI SRBIJI.....	13-14
13.4.1 <i>Fond Svetske banke za zaštitu životne sredine - WBG (World Bank Group) GEF (Global Environment Facility)</i>	13-14
13.4.1.1 <i>Preduslovi Projekta izgradnje mreže EMF senzora za sticanje prava na GEF fond</i>	13-15
13.4.1.2 <i>Relevantni partneri i procedure u dobijanju podrške GEF fonda</i>	13-15
13.4.1.3 <i>Iskustveni osvrt na aktuelne projekte u Srbiji podržane od strane GEF fonda</i>	13-16
13.5 OSMI PROGRAMSKI OKVIR EVROPSKE UNIJE ZA ISTRAŽANJE I INOVACIJE - HORIZONT 2020.....	13-18
14. ZAKLJUČAK	14-1
15. LITERATURA.....	15-1

IV PRILOG

TEHNIČKA DOKUMENTACIJA SENZORA

I ZAKONSKA DOKUMENTACIJA

OSNOVNI PODACI O INVESTITORU

Poslovno ime:

**REGULATORNA AGENCIJA ZA
ELEKTRONSKE KOMUNIKACIJE I POŠTANSKE USLUGE**

Skraćeno poslovno ime:

RATEL

Pravna forma: Nezavisna regulatorna organizacija sa svojstvom pravnog lica

Matični broj: 17606590

Sedište:

Opština: Beograd (grad)

Mesto: Beograd (grad)

Ulica i broj: Palmotićeve 2
PAK 106306

Datum osnivanja: maj 2005.

Početak rada: 19.05.2005

Šifra delatnosti: 83.14

Ostali identifikacioni podaci:

Poreski identifikacioni broj PIB: 103986571

Žiro-račun: 840-963627-41

Kontakt centar: 011/32 42 673

Faks: 011/32 32 537

Internet stranica: www.ratel.rs

E-mail: ratel@ratel.rs

Посл. бр. I Fi 90/07

TRGOVINSKI суд у БЕОГРАДУ судија Tatjana Vlasisavljević

као судија појединац у судскорегистарској правној ствари предлагача Elektrotehnički fakultet
Univerziteta u Beogradu, Beograd, Ul. Bulevar revolucije br.73

ради уписа proširenja delatnosti, promene naziva, promene podataka
od značaja za pravni promet koje se odnose na sedište.

дана 16.03.2007.god., донео је

РЕШЕЊЕ

Усваја се захтев предлагача за упис у судски регистар и одређује се упис у судски регистар, у регистарски уложак


бр. 5-11-00, података садржаних у прилозима уз пријаву бр. 1,3.
који су саставни део овог решења.



Tatjana Vlasisavljević, s.r.
за тачност, отправка overava:

Поука о правном леку: Против овог решења може се изјавити жалба, преко овог суда, Вишем трговинском

суду у БЕОГРАДУ, у року од 8 дана од дана достављања преписа решења.

Фирма и седиште субјекта уписа	Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu Београд			Прилог уз решење број	1
Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште		5-11-00 Trgovinski sud, Beograd			
Датум уписа	Ознака и број решења	Број уписа	Назив суда		
16.03.2007.god.	I F1 90/07	6	T.S.Beograd		
1.	Фирма и седиште субјекта уписа и његов матични број				
Univerzitet u Beogradu - Elektrotehnički fakultet Skraćeni naziv: Elektrotehnički fakultet u Beogradu Sedište: Beograd, Bulevar kralja Aleksandra br. 73 Matični broj: 7032498 Broj računa: 840-1438660 PIB: 100206130					
2.	Овлашћење субјекта уписа у правном промету				
Fakultet je pravno lice i ima pravo da u prometu zaključuje ugovore i preduzima druge pravne poslove i pravne radnje u okviru svoje pravne i poslovne sposobnosti.					
3.	Врста и обим одговорности за обавезе субјекта уписа у правном промету и врста и обим одговорности за обавезе других субјеката				
Fakultet odgovara za svoje obaveze u pravnom prometu celokupnom svojom imovinom.					
4.	Одговорност оснивача за обавезе субјекта уписа				
Osnivač odgovara za obaveze u skladu sa zakonom.					
<div style="text-align: right;">  <p>Судија, Tatjana Vlasisavljević, s.r. за тачност, исправка overava:</p> </div>					
Следи наставак број:				4. Прилог уз препис решења	

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија – прилог уз изворник решења и регистарски лист.

ОБРАЗАЦ: Прилог уз решење број 1

Број регистарског улошка регистарског
суда и његово седиште

X-F1.738/03 10.03.2003. год.

5-11-00 ТБ БЕОГРАД

Редни број	Фирма, односно назив и седиште, ознака регистра и број регистарског уписа, матични број и број рачуна оснивача односно име и адреса, лични број и број личне карте оснивача и члана	Број и датум акта о оснивању	Датум приступања
1	2	3	4
1	REPUBLIKA SRBIJA	Uredba Vlade od 21.6.1948.g.	
2			
3			
4			
5			

4. Прилог уз препис решења

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија – прилог уз изворник решења и регистарски лист.

ОБРАЗАЦ: Прилог уз решење број 2

Редни број	Укупан износ улога оснивача и члана	Врста и обим одговорности за обавезе субјекта уписа	Датум иступања
5	6	7	8
1			
2			
3			
4			
5			

Уписани и уплаћени основни капитал; повећање, односно смањење основног капитала.

Судија,

Miljana Milovanović

за тачност отиска



4. Прилог уз препис решења

113

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија – прилог уз изворник решења и регистарски лист.

ОБРАЗАЦ: Прилог уз решење број 2

Прилог уз
решење
број

3

Број регистарског улошка регистарског суда
и његово седиште

5-11-00 Т.С.Београд

Датум
уписа

Ознака и број решења

Број уписа

Назив суда

16.03.2007.god.

I F1 90/07

7

Т.С.Београд

1.

Делатности, односно послови и послови спољнотрговинског промета субјекта уписа

Делатности Факултета су:

Podgrupa

Назив и опис делатности

Visoko obrazovanje

80322

Технички факултети

80312

Више техничке школе

80319

Остале више школе

80420

**Образовање одраслих и остале образовање на
другом месту непomenuto.**

22110

Издавање књига, брошуре и других публикација.

22130

Издавање часописа и сличних периодичних издања.

30020

**Производња рачунарских машина и друге опреме
са обраду података.**

31100

**Производња електричних мотора, генератора и
трансформатора.**

31200

**Производња опреме са дистрибуцију електричне
енергије и управљачке опреме.**

31610

**Производња електричне опреме са моторе и возила
на другом месту непomenuto.**

32100

**Производња електронских лампи и цеви и других
електронских компонената.**

32200

**Производња телевизијских и радио предајника и
апаратура са телефонју и телеграфју.**

Следи наставак број: 1

.....**Tatjana Vlajsavljević, s. r.**

за тајност отправка overava:
4. Прилог уз препис решења

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија – прилог уз изворник решења и регистарски лист.

ОБРАЗАЦ: Прилог уз решење број 3



Издавач: ЈП Службени лист СРЈ, Београд

Ознака за поруџбину: Обр. бр. 161541

			ПРИЛОГ УЗ РЕШЕЊЕ БРОЈ	3
Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште		5-11-00 Т.С.Београд I Fi 90/07 16.03.2007.god.		
Датум уписа	Ознака и број решења	Број уписа	Назив суда	
1	Делатности, односно послови и послови спољнотрговинског промета субјекта уписа			
1.	2.			
32300	Производња телевизијских и радио-пријемника, апарата за снимање и репродукцију звука или слике и производња пратећег прибора.			
33102	Производња ортопедских апарата, остале медицинске опреме и инструмената.			
33200	Производња контролних и мерних инструмената и апарата осим опреме за управљање у индустријским процесима.			
33300	Производња опреме за управљање у индустријским процесима.			
33400	Производња оптичких инструмената и фотографске опреме.			
34300	Производња делова и прибора за моторна возила и њихове motore.			
45310	Постављање електричних инсталација и опреме.			
45340	Остали инсталациони радови.			
52470	Трговина на мало са књигама, новинама и писаним материјалом.			
52480	Остала трговина на мало.			
64200	Телекомуникације.			
71330	Изајмљивање канцеларијских машина и опреме укључујући и компјутере.			
71340	Изајмљивање осталих машина и опреме, на другом месту непоменуто.			
74130	Истраживање тржишта и испитивање јавног мишљења.			
74830	Секретарске и преводилачке активности.			
Следи наставак број: ²		Судија, Tatjana Vlasisavljević, s.r. за тачност отправка overava:		
		4. ПРИЛОГ УЗ ПРЕПИС РЕШЕЊА		

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија - прилог уз изворник решења и регистарски лист.
 ОБРАЗАЦ: Прилог уз решење број 3

Прилог уз
решење
број

3

Број регистарског улошка регистарског суда
и његово седиште

5-11-00 Т.С.Београд

Датум
уписа

Ознака и број решења

Број уписа

Назив суда

16.03.2007.god.

I F1 90/07

7

Т.С.Београд

1. Делатности, односно послови и послови спољнотрговинског промета субјекта уписа

Делатности Факултета су:**Подгрупа****Назив и опис делатности****Високо образовање**

80322

Технички факултети

80312

Више техничке школе

80319

Остале више школе

80420

Образовање одраслих и остале образовање на
другом месту непomenuto.

22110

Издавање књига, брошуре и других публикација.

22130

Издавање часописа и сличних периодичних издања.

30020

Производња рачунарских машина и друге опреме
са обраду података.

31100

Производња електричних мотора, генератора и
трансформатора.

31200

Производња опреме са дистрибуцију електричне
енергије и управљачке опреме.

31610

Производња електричне опреме са motore и возила
на другом месту непomenuto.

32100

Производња електронских лампи и цеви и других
електронских компонената.

32200

Производња телевизијских и радио предајника и
апаратура са телефонју и телеграфју.

Татјана Влаисављевић, с.р.

за тајност отправка overava:

4. Прилог уз препис решења

Следи наставак број: 1

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија – прилог уз изворник решења и регистарски лист.

ОБРАЗАЦ: Прилог уз решење број 3




		Наставак прилога уз решење број	3
Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште		5-11-00 Т .S.Београд I Fi 90/07 16.03.2007.god.	
Наставак: 2			
1.	2.		
74840	Ostale poslovne aktivnosti, na drugom mestu nepomenute.		
73190	Pružanje saveta u vezi sa kompjuterskom opremom.		
72200	Pružanje saveta i israda kompjuterskih programa.		
72300	Obrada podataka.		
72400	Изградња базе података.		
72600	Ostale aktivnosti u vezi sa kompjuterima.		
73101	Istraživanje i eksperimentalni razvoj u prirodno-matematičkim naukama.		
73102	Istraživanje i eksperimentalni razvoj u tehničko-tehnološkim naukama.		
73103	Istraživanje i eksperimentalni razvoj u multidisciplinarnim naukama.		
73109	Istraživanje i eksperimentalni razvoj u prirodnim naukama.		
74140	Konsalting i menadžment poslovi. Holding poslovi.		
74150	Arhitektonski i inženjerske aktivnosti i tehnički saveti.		
74202	Projektovanje građevinskih i drugih objekata.		
74203	Inženjering: inženjering, vođenje projekata i tehničke aktivnosti.		
		Судија, Tatjana Vlasisavljević, s.r. za tačnost otpravka overava:	
Следи наставак број: 3		4. Наставак прилога уз препис решења	

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија – прилог уз изворник решења и регистарски лист

ОБРАЗАЦ: Наставак прилога уз решење



		ПРИЛОГ УЗ РЕШЕЊЕ БРОЈ	3
Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште		5-11-00 Т.С.Београд	
Датум уписа	Ознака и број решења	Број уписа	Назив суда
16.03.2007.god.	I Fi 90/07		
1 Делатности, односно послови и послови спољнотрговинског промета субјекта уписа			
1.		2.	
74204	Ostale arhitektonske i inženjerske aktivnosti i tehnički saveti.		
74300	Tehničko ispitivanje i analiza.		
74112	Ostali pravni poslovi: veštačenje.		
92511	Delatnost biblioteka.		
55510	Kantine.		
55300	Restorani.		
		 <p>Судија, Tatjana Vlasevljević, s.r. Одговорна за отасност / отправка / overava:</p>	
Следи наставак број:		4. ПРИЛОГ УЗ ПРЕПИС РЕШЕЊА	

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија - прилог уз изворник решења и регистарски лист.
ОБРАЗАЦ: Прилог уз решење број 3

		Наставак прилога уз решење број	3
Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште		5-11-00 Т .S.Београд I Fi 90/07 16.03.2007.god.	
Наставак: 2			
1.	2.		
74340	Ostale poslovne aktivnosti, na drugom mestu nepomenute.		
73100	Pružanje saveta u vezi sa kompjuterskom opremom.		
72200	Pružanje saveta i israda kompjuterskih programa.		
72300	Obrada podataka.		
72400	Isgradnja baze podataka.		
72600	Ostale aktivnosti u vezi sa kompjuterima.		
73101	Istraživanje i eksperimentalni razvoj u prirodno-matematičkim naukama.		
73102	Istraživanje i eksperimentalni razvoj u tehničko-tehnološkim naukama.		
73103	Istraživanje i eksperimentalni razvoj u multidisциплинарним naukama.		
73109	Istraživanje i eksperimentalni razvoj u prirodnim naukama.		
74140	Consulting i management poslovi. Holding poslovi.		
74150	Arhitektonski i inženjerske aktivnosti i tehnički saveti.		
74202	Projektovanje građevinskih i drugih objekata.		
74203	Inženjering; inženjering, vođenje projekata i tehničke aktivnosti.		
		Судија, Tatjana Vlasisavljević, s.r. za tačnost otpredaka overava:	
Следи наставак број: 3		4. Наставак прилога уз препис решења	

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија — прилог уз изворник решења и регистарски лист

ОБРАЗАЦ: Наставак прилога уз решење



Посл. бр. 2 Фи 509/2015

Привредни

Београду

Љиљана Вуковић

суд у

судија

као судија појединац у судскорегистарској правној ствари предлагача Универзитет у Београду -

Електротехнички факултет, Београд, ул. Булевар краља Александра бр.73

ради уписа Промене лица овлашћеног за заступање

дана 05.10.2015. г., донео је

РЕШЕЊЕ

Усваја се захтев предлагача за упис у судски регистар и одређује се упис у судски регистар, у регистарски уложак

бр. 5-11-00, података садржаних у прилозима уз пријаву бр. 4

који су саставни део овог решења.



Судија,

Љиљана Вуковић

Привредном апелационом

Поука о правном леку: Против овог решења може се изјавити жалба, преко овог суда,

суду у Београду у року од 8 дана од дана достављања преписа решења.

4. Препис решења

ПРИЛОГ УЗ
РЕШЕЊЕ
БРОЈ

4

Број регистарског улошка регистарског
суда и његово седиште

5 – 11 – 00 Привредни суд у Београду

Датум уписа

Ознака и број решења

Број уписа

Назив суда

05.10.2015.g.

2 Fi 509/15

18

Privredni sud
u Београду

1

Имена лица овлашћених за заступање субјекта уписа и границе њихових овлашћења

Уписује се др. ЗОРАН ЈОВАНОВИЋ, редовни професор, за декана Електротехничког факултета
Универзитета у Београду, са неограниченим овлашћењима, ЈМБГ 1208953710475

брише се

др Бранко Ковачевић, редовни професор, у својству декана Електротехничког факултета Универзитета у
Београду, са неограниченим овлашћењима, ЈМБГ 2906951714026

2

Имена лица овлашћених за заступање субјекта уписа у обављању послова спољнотрговинског промета и
границе њихових овлашћења

Судија,



.....

Следи наставак број:

4. ПРИЛОГ УЗ ПРЕПИС РЕШЕЊА

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија – прилог уз изворник решења и регистарски лист.
ОБРАЗАЦ: Прилог уз решење број 4



РЕПУБЛИКА СРБИЈА
МИНИСТАРСТВО ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ,
РУДАРСТВА И ПРОСТОРНОГ ПЛАНИРАЊА

Сектор за грађевинарство, инвестиције и
грађевинско земљиште

Број: 351-02-01199/2006-07

Датум: 15.11.2011. године

Немањина 22-26

Решавајући по захтеву Електротехничког факултета Универзитета у Београду - Београд, Краља Александра бр. 73, за издавање лиценце за израду техничке документације за објекте за које грађевинску дозволу издаје министарство надлежно за послове грађевинарства, или надлежни орган аутономне покрајине на основу члана 16. Закона о министарствима ("Службени гласник РС", бр. 16/11), члана 126. став 4. и члана 222. став 2. Закона о планирању и изградњи ("Службени гласник РС", бр. 72/2009, 81/2009, 64/2010 и 24/2011), и члана 192. Закона о општем управном поступку ("Службени лист СРЈ", бр. 33/1997 и 31/2001 и "Службени гласник РС", бр. 30/2010), по овлашћењу министра животне средине, рударства и просторног планирања број: 021-01-10/2011 од 28.03.2011. године, помоћник министра доноси

РЕШЕЊЕ

1. Утврђује се да **Електротехнички факултет Универзитета у Београду - Београд, Краља Александра бр. 73, ИСПУЊАВА УСЛОВЕ** за добијање лиценце за израду техничке документације за објекте за које грађевинску дозволу издаје министарство надлежно за послове грађевинарства, или надлежни орган аутономне покрајине и то:

П050Е4 – пројеката управљања електромоторним погонима – аутоматика, мерења и регулација за хидроелектране са припадајућом браном снаге 10 и више MW

П052Е4 – пројеката управљања електромоторним погонима – аутоматика, мерења и регулација за термоелектране снаге 10 и више MW

П061Е1 – пројеката електроенергетских инсталација високог и средњег напона за далеководе напона 110 и више KV

П062Е1 – пројеката електроенергетских инсталација високог и средњег напона за трафостанице напона 110 и више KV

П150Е3 – пројеката телекомуникационих мрежа и система за телекомуникационе објекте, односно мреже, системе или средства која су међународног и магистралног значаја

П151Е3 – пројеката телекомуникационих мрежа и система за телекомуникационе објекте, односно мреже, системе или средства која се граде на територији две или више општина

Образложење

Електротехнички факултет Универзитета у Београду - Београд, Краља Александра бр. 73, поднело је овом министарству 07.10.2011. године захтев број: 351-02-01199/2006-07 за издавање лиценце за израду техничке документације за објекте за објекте за које грађевинску дозволу издаје министарство надлежно за послове грађевинарства, или надлежни орган аутономне покрајине.

Уз захтев за издавање лиценце достављена је сва потребна документација прописана чланом 126. Закона о планирању и изградњи ("Службени гласник РС", бр. 72/09, 81/09, 64/10 и 24/11) и чланом 4. Правилника о начину, поступку и садржини података за утврђивање испуњености услова за издавање лиценце за израду техничке документације и лиценце за грађење објеката за које одобрење за изградњу издаје министарство, односно аутономна покрајина, као и о условима за одузимање тих лиценци ("Службени гласник РС", бр. 114/04).

На седници стручне комисије образоване од стране министра, одржаној дана 15.11.2011. године утврђено је да подносилац захтева испуњава услове за добијање наведене лиценце, у смислу одредби чл. 126. Закона о планирању и изградњи и чл. 7. и чл. 14. Правилника о начину, поступку и садржини података за утврђивање испуњености услова за издавање лиценце за израду техничке документације и лиценце за грађење објеката за које одобрење за изградњу издаје министарство, односно аутономна покрајина, као и о условима за одузимање тих лиценци.

На основу изнетог, на предлог стручне комисије и члана 192. Закона о општем управном поступку, одлучено је као у диспозитиву решења.

Такса за ово решење наплаћена је у износу од 16.570,00 (шеснаестхиљадапетстотинаседамдесет) динара.

Упутство о правном средству: Ово решење је коначно у управном поступку и против њега се не може изјавити жалба, али се може покренути управни спор тужбом код Управног суда Србије у року од 30 дана од дана достављања.

Решење доставити: **подносиоцу захтева**, надлежној инспекцији и архиви овог министарства.

ПОМОЋНИК МИНИСТРА

Александра Дамњановић-Петровић, дипл.правник





**ETF – ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET
UNIVERZITET U BEOGRADU**

Bulevar kralja Aleksandra 73, PF 3554, 11120 Beograd, Srbija

+381 (0) 11 - Tel 3248464, Fax 3248681, Račun 840-1438666-48, ETF-sopstveni prihodi

Katedra za telekomunikacije

Laboratorija za radio-komunikacije

+381 (0) 11 - Tel 3218350, Fax 3218399, e-mail: radio_lab@etf.rs

Na osnovu odredbi člana 126. i 128. Zakona o planiranju i izgradnji ("Službeni glasnik RS" broj 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/2010 – odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014 i 145/2014), kao i shodno Odluci fakulteta, donosim:

REŠENJE O ODREĐIVANJU PROJEKTANATA NA IZRADI

STUDIJE IZVODLJIVOSTI IZGRADNJE MREŽE SENZORA ZA PRAĆANJE NIVOA ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA

Ovlašćujem kao odgovornog projektanta

prof. dr Aleksandra Neškovića, dipl.ing. – ETF Beograd,

projektante

**dr. Mladena Koprivicu, dipl. ing. – ETF Beograd,
prof. dr Natašu Nešković, dipl.ing. – ETF Beograd,**

i saradnike

**dr. Milana Čabarkapu, dipl.ing. – ETF Beograd,
mr Irenu Marković, dipl. ing – ETF Beograd, i
Majdu Petrić, dipl.ing.-master – ETF Beograd,**

za projektovanje - izradu investiciono-tehničke dokumentacije.

Za Elektrotehnički fakultet



Prof. dr Zoran Jovanović, dekan



ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ

ЛИЦЕНЦА

ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу Закона о планирању и изградњи и
Статута Инжењерске коморе Србије

УПРАВНИ ОДБОР ИНЖЕЊЕРСКЕ КОМОРЕ СРБИЈЕ
утврђује да је

Александар М. Нешковић

дипломирани инжењер електротехнике

ЈМБ 0312968710348

одговорни пројектант

телекомуникационих мрежа и система

Број лиценце

353 4448 03



У Београду,
13. новембра 2003. године

ПРЕДСЕДНИК КОМОРЕ

Милош Лазовић

Проф. др Милош Лазовић
дипл. грађ. инж.

Број: 12-02/196906
Београд, 16.11.2015. године



На основу члана 75. Статута Инжењерске коморе Србије ("СГ РС", бр. 88/05 и 16/09), а на лични захтев члана Коморе, Инжењерска комора Србије издаје

ПОТВРДУ

Којом се потврђује да је Александар М. Нешковић, дипл.инж.ел.
лиценца број

353 4448 03

за

одговорног пројектанта телекомуникационих мрежа и система

на дан издавања ове потврде члан Инжењерске коморе Србије, да је измирио обавезу плаћања чланарине Комори закључно са 13.11.2016. године, као и да му одлуком Суда части издата лиценца није одузета.



Председник Инжењерске коморе Србије

Проф. др Милисав Дамњановић, дипл. инж. арх.



ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ

ЛИЦЕНЦА

ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу Закона о планирању и изградњи и
Статута Инжењерске коморе Србије

УПРАВНИ ОДБОР ИНЖЕЊЕРСКЕ КОМОРЕ СРБИЈЕ
утврђује да је

Наташа Ј. Непковић

дипломирани инжењер електротехнике

ЈМБ 1608969785015

одговорни пројектант

телекомуникационих мрежа и система

Број лиценце

353 4449 03



У Београду,
13. новембра 2003. године

ПРЕДСЕДНИК КОМОРЕ

Милош Лазовић

Проф. др Милош Лазовић
дипл. грађ. инж.

Број: 12-02/196905
Београд, 16.11.2015. године



На основу члана 75. Статута Инжењерске коморе Србије ("СГ РС", бр. 88/05 и 16/09), а на лични захтев члана Коморе, Инжењерска комора Србије издаје

ПОТВРДУ

Којом се потврђује да је Наташа Ј. Нешковић, дипл.инж.ел.
лиценца број

353 4449 03

за

одговорног пројектанта телекомуникационих мрежа и система

на дан издавања ове потврде члан Инжењерске коморе Србије, да је измирио обавезу плаћања чланарине Комори закључно са 13.11.2016. године, као и да му одлуком Суда части издата лиценца није одузета.



Председник Инжењерске коморе Србије

Проф. др Милисав Дамњановић, дипл. инж. арх.



ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ

ЛИЦЕНЦА

ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу Закона о планирању и изградњи и
Статута Инжењерске коморе Србије

УПРАВНИ ОДБОР ИНЖЕЊЕРСКЕ КОМОРЕ СРБИЈЕ
утврђује да је

Младен Т. Копривица

дипломирани инжењер електротехнике
ЈМБ 2505975172173

одговорни пројектант
телекомуникационих мрежа и система

Број лиценце
353 D252 06



У Београду,
11. маја 2006. године

ПРЕДСЕДНИК КОМОРЕ

Милан Вуковић
дипл. грађ. инж.

Број: 12-02/221039
Београд, 09.05.2016. године



На основу члана 75. Статута Инжењерске коморе Србије
("СГ РС", бр. 88/05 и 16/09), а на лични захтев члана Коморе,
Инжењерска комора Србије издаје

ПОТВРДУ

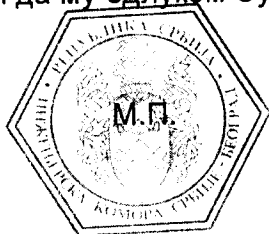
Којом се потврђује да је Младен Т. Копривица, дипл.инж.ел.
лиценца број

353 D252 06

за

одговорног пројектанта телекомуникационих мрежа и система

на дан издавања ове потврде члан Инжењерске коморе Србије, да је
измирио обавезу плаћања чланарине Комори закључно са 11.05.2017.
године, као и да му одлуком Суда части издата лиценца није одузета.



Председник Инжењерске коморе Србије

Проф. др Миласав Дамњановић, дипл. инж. арх.

	<p align="center">ETF – ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET UNIVERZITET U BEOGRADU Bulevar kralja Aleksandra 73, PF 3554, 11120 Beograd, Srbija</p>
	<p align="center">+381 (0) 11 - Tel 3248464, Fax 3248681, Račun 840-1438666-48, ETF-sopstveni prihodi</p> <p align="center">Katedra za telekomunikacije Laboratorija za radio-komunikacije +381 (0) 11 - Tel 3218350, Fax 3218399, e-mail: radio-lab@etf.rs</p>

Na osnovu odredbi člana 126. i 128. Zakona o planiranju i izgradnji ("Službeni glasnik RS" broj 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/2010 – odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014 i 145/2014), kao i shodno Odluci fakulteta, donosim:

POTVRDU

da je

STUDIJE IZVODLJIVOSTI IZGRADNJE MREŽE SENZORA ZA PRAĆANJE NIVOA ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA

dalje priložen uz ovaj dokument usaglašen u svim svojim delovima.

Odgovorni projektant



Prof. dr Aleksandar Nešković, dipl.ing.





**ETF – ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET
UNIVERZITET U BEOGRADU**

Bulevar kralja Aleksandra 73, PF 3554, 11120 Beograd, Srbija

+381 (0) 11 - Tel 3248464, Fax 3248681, Račun 840-1438666-48, ETF-sopstveni prihodi

Katedra za telekomunikacije

Laboratorija za radio-komunikacije

+381 (0) 11 - Tel 3218350, Fax 3218399, e-mail: radio_lab@etf.rs

**IZJAVA
O KORIŠĆENJU PROPISA**

Prilikom izrade priloženog

**STUDIJE IZVODLJIVOSTI
IZGRADNJE MREŽE SENZORA ZA PRAĆANJE
NIVOVA ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA**

korišćeni su zakonski i podzakonski propisi, kao i međunarodne preporuke i standardi navedeni u prilogu 1 ove izjave.

Prilog:1

Odgovorni projektant



Prof. dr Aleksandar Nešković, dipl.ing.

Prilog 1

Izjave odgovornog projektanta o korišćenju propisa

Prilikom izrade

STUDIJE IZVODLJIVOSTI IZGRADNJE MREŽE SENZORA ZA PRAĆANJE NIVOA ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA

korišćeni su sledeći propisi:

Međunarodni propisi

- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). *Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)*. Health Physics, 74(4):494–522 (1998);
- The Council of the European Union. *Council Recommendation 1999/519/EC of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)*. Official Journal of the European Communities of 30 July 1999 (2009);
- Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency. *Radiation protection standard - maximum exposure levels to radiofrequency fields-3 kHz to 300 GHz*. ARPANSA Radiation Protection Series, Publication No. 3 (2002);
- Federal Communications Commission. *Evaluating compliance with FCC guidelines for human exposure to radiofrequency electromagnetic fields*. FCC 1997–01 ed: OET Bulletin 65 (1997);
- Institute of Electrical and Electronics Engineers. *IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz*. IEEE Standard C95.1-2005 (2006);
- CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) EN 50413:2008/A1:2013. *Basic standard on measurement and calculation procedures for human exposure to electric, magnetic and electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz)*;
- CENELEC EN 50383:2010/AC:2013. *Basic standard for the calculation and measurement of electromagnetic field strength and SAR related to human exposure from radio base stations and fixed terminal stations for wireless telecommunication systems (110 MHz — 40 GHz)*;
- CENELEC EN 50492:2008/A1:2014. *Basic standard for the in-situ measurement of electromagnetic field strength related to human exposure in the vicinity of base stations*;
- CENELEC EN 50400:2006/A1:2012. *Basic standard to demonstrate the compliance of fixed equipment for radio transmission (110 MHz — 40 GHz) intended for use in wireless telecommunication networks with the basic restrictions or the reference levels related to general public exposure to radio frequency electromagnetic fields, when put into service*;
- CENELEC EN 50401:2006/A1:2011. *Product standard to demonstrate the compliance of fixed equipment for radio transmission (110 MHz - 40 GHz) intended for use in wireless telecommunication networks with the basic restrictions or the reference levels related to general public exposure to radio frequency electromagnetic fields, when put into service*;

- ITU-T (*Telecommunication Standardization Sector of International Telecommunication Union*) Recommendation ITU-T K.83 (03/2011) *Monitoring of electromagnetic field levels*;
- Recommendation ITU-T K.83 (07/2014) *Monitoring of electromagnetic field levels - Amendment 1: Updates to the Introduction and Appendix I of ITU-T K.83*;
- Recommendation ITU-T K.113 (11/2015) *Generation of radio-frequency electromagnetic field level maps*;
- IEC 62311 (2007), *Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz-300 GHz)*;
- Institute of Electrical and Electronics Engineers. *IEEE recommended practice for the measurement and computations of radio frequency electromagnetic fields with respect to human exposure to such fields, 100 kHz-300 GHz*. IEEE Standard C95.3-2002 (2003);
- *ISO/IEC Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*, 1995;
- Joint Committee for Guides in Metrology. *JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data – Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*. JCGM (2008);
- Joint Committee for Guides in Metrology. *JCGM 101:2008. Supplement 1 to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” - Propagation of distributions using a Monte Carlo method*. JCGM (2008);
- Joint Committee for Guides in Metrology. *JCGM 102:2011. Supplement 2 to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” - Extension to any number of output quantities*. JCGM (2011);
- Joint Committee for Guides in Metrology. *JCGM 104:2009. Evaluation of measurement data - An introduction to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” and related documents*. JCGM (2009);
- Joint Committee for Guides in Metrology. *JCGM 106:2012. Evaluation of measurement data - The role of measurement uncertainty in conformity assessment*. JCGM (2012);
- Joint Committee for Guides in Metrology. *JCGM 200:2012. International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*. JCGM (2012).
- Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission. *ISO/IEC 17025:2005 - General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. ISO/IEC (2005);
- IEC 60529 (1989), *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*;
- Preporuke ETSI-GSM;
- Preporuke ETSI-UMTS;
- Preporuke ITU-R,
- Pravilnik o radio-komunikacijama pridodat Međunarodnoj konvenciji o telekomunikacijama, i
- Ostali relevantni propisi.

Nacionalni propisi:

- Zakon o planiranju i izgradnji ("Službeni glasnik RS" broj 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/2010 – odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014 i 145/2014);
- Zakon o elektronskim komunikacijama ("Sl. glasnik RS" br. 44/2010 i 62/2014);
- Zakon o zaštiti od nejonizujućih zračenja ("Službeni glasnik RS" broj 36/2009);
- Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima ("Službeni glasnik RS" broj 104/2009);
- Pravilnik o izvorima nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja ("Službeni glasnik RS" br. 104/2009);

- Pravilnik o uslovima koje moraju da ispunjavaju pravna lica koja vrše poslove ispitivanja nivoa zračenja izvora nejonizujućih zračenja od posebnog interesa u životnoj sredini ("Službeni glasnik RS" br. 104/2009);
- Pravilnik o sadržini evidencije o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa ("Službeni glasnik RS" br. 104/2009);
- Pravilnik o sadržini i izgledu obrasca izveštaja o sistematskom ispitivanju nivoa nejonizujućih zračenja u životnoj sredini ("Službeni glasnik RS" br. 104/2009);
- Pravilnik o uslovima koje moraju da ispunjavaju pravna lica koja vrše poslove sistematskog ispitivanja nivoa nejonizujućih zračenja, kao i način i metode sistematskog ispitivanja u životnoj sredini ("Službeni glasnik RS" br. 104/2009);
- Pravilnik o uslovima koje moraju da ispunjavaju pravna lica koja vrše poslove ispitivanja nivoa zračenja izvora nejonizujućih zračenja od posebnog interesa u životnoj sredini ("Službeni glasnik RS" br. 104/2009);
- Plan namene radio-frekvencijskih opsega ("Sl. glasnik RS", br. 99/12).
- Pravilnik o tehničkim merama za izgradnju, postavljanje i održavanje antenskih postrojenja ("Sl. list SFRJ" br. 1/1969);
- Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu ("Sl. glasnik RS" br. 101/2005);
- Zakon o zaštiti životne sredine ("Sl. glasnik RS" br. 135/2004 i 36/2009);
- Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu ("Sl. glasnik RS" br. 135/2004, 36/2009);
- Zakon o kulturnim dobrima ("Sl. glasnik RS" br.71/1994);
- Zakon o zaštiti od požara ("Sl. glasnik RS" br. 111/2009 i 20/2015);
- Ostali relevantni propisi.

II PROJEKTNİ ZADATAK

Партија III – Студија изводљивости изградње мреже сензора за праћење нивоа електромагнетног зрачења

1. Увод

Убрзани развој бежичних телекомуникационих сервиса и услуга изазива све већу пажњу и бојазан у јавности да електромагнетно зрачење које настаје као последица коришћења наведених сервиса и услуга, може угрозити здравље опште популације. С обзиром на претходно наведено, Регулаторна агенција за електронске комуникације и поштанске услуге (у даљем тексту РАТЕЛ) намерава да спроведе поступак јавне набавке за пружање услуге израде Студије изводљивости (у даљем тексту Студија) мреже сензора која би омогућила праћење нивоа електромагнетног зрачења на локацијама од интереса. Студија треба да покаже да ли постоји друштвена оправданост за набавку таквог система, као и да да јасне смернице за избор елемената система.

2. Опис захтеваних услуга

2.1 Обим и циљ студије

Студија треба да пружи преглед доступних техничких решења и карактеристика сензора, као и софтверско-хардверске платформе за прикупљање и јавно презентовање мерних резултата праћења нивоа електромагнетног зрачења.

2.2 Садржај студије

Студија мора да садржи:

1. Дефиницију предмета студије.
2. Мотив и циљ студије.
3. Законски основ у предметној области.
4. Преглед и техничке карактеристике комерцијално доступних сензора за праћење нивоа електромагнетног зрачења са упоредном анализом.
5. Преглед сличних система који су већ имплементирани у другим земљама у Европи и свету, са акцентом на земље које користе мрежу транспортних сензора.
6. Предлог начина телекомуникационог повезивања сензора са платформом за прикупљање мерних резултата. Дати процену потребног капацитета у bit/s по сензору, како би систем несметано функционисао.
7. Предлог решења за избор софтвера и харвера за прикупљање мерних резултата и даљинско управљање сензорима.

8. Предлог избора радиофреквенцијских опсега за које ће се вршити праћење нивоа електромагнетског зрачења. Сензори морају имати могућност праћења кумулативног, као и нивоа зрачења за појединачне изабране опсеге.

9. Предлог решења напајања сензора. Наведени систем напајања треба да предвиди одговарајућу радну аутономију сензора у затвореном и отвореном простору.

10. Предлог критеријума за одабир локација од интереса на које ће се сензори постављати.

11. Предлог врста локација од интереса на које ће се сензори постављати, а задовољавају критеријуме из тачке 10.

12. Преглед оптималне конфигурације мреже сензора са захтеваним техничким карактеристикама сензорских јединица.

13. Процену оптималног броја сензора у мрежи.

14. Процену обима финансијских средстава потребних за реализацију и одржавање система.

15. Предлог садржаја и процену трошкова обуке запослених за рад на систему.

16. Преглед решења садржаја и начина презентовања мерних резултата на web сајту, са упоредном анализом решења примењених у другим земљама.

17. Преглед трошкова израде, одржавања и *hosting*-а web сајта.

18. Процену трошкова и структуре осигурања опреме за период од дванаест (12) месеци.

19. Анализу могућности да пројекат буде делом или у целости финансијски подржан од европских или међународних финансијских институција.

20. Анализу потребе израде акта о процени ризика на радном месту, за запослене који ће радити на систему.

III ELABORAT

1. UVOD

Intenzivan razvoj sistema i uređaja za bežične komunikacije obeležio je prethodnu deceniju. Zbog prostorne rasprostranjenosti naročito se ističu javni mobilni sistemi (GSM - *Global System for Mobile Communications*, DCS - *Digital Communication System*, UMTS - *Universal Mobile Telecommunication System*, LTE - *Long-Term Evolution*). Takođe, ne treba zaboraviti ni široko rasprostranjene WLAN (*Wireless Local Area Network*) mreže, kao i druge sisteme (FM radio, televizija, TETRA - *Terrestrial Trunked Radio*, DVB - *Digital Video Broadcasting*, CDMA - *Code division multiple access...*). Bežični radio-sistemi kao osnov za komunikaciju koriste emisiju elektromagnetnih talasa. Posledica toga je porast nivoa elektromagnetnog zračenja u životnom okruženju. Generalno, kod stanovništva postoji strah od efekata ovog zračenja. Sa druge strane, bežični sistemi su danas nezamenljiv deo savremenog života i ne mogu se jednostavno ukloniti ili zameniti. Iz tih razloga, od velike važnosti je potreba za objektivnim sagledavanjem nivoa elektromagnetnog zračenja u životnom okruženju. Pored toga, izloženost ljudi radio-frekvencijskim elektromagnetnim poljima potrebno je redovno pratiti, zbog očekivanog velikog rasta saobraćaja u budućim bežičnim mrežama i planirane guste instalacije malih ćelija, sa baznim stanicama postavljenim bliže korisnicima.

Radio-frekvencijsko elektromagnetno zračenje spada u grupu tzv. nejonizujućih zračenja. Potrebno je istaći razliku između nejonizujućih zračenja i jonizujućih zračenja, sa obzirom da su efekti koje imaju ova dva tipa zračenja potpuno različiti, ali se zbog korišćenja termina "zračenje" često dovode u vezu. Nejonizujuća zračenja su elektromagnetna zračenja koja imaju energiju fotona manju od 12,4eV, i ne mogu da jonizuju atome i molekule. Grupi nejonizujućih zračenja, pored radio-frekvencijskog elektromagnetnog zračenja, pripadaju i vidljiva, ultraljubičasta i infracrvena svetlost, kao i električna i magnetna polja niskih frekvencija. Sa druge strane, grupi jonizujućih zračenja pripada X-zračenje i zračenje radioaktivnih materija. Za razliku od nejonizujućih zračenja, jonizujuća zračenja mogu da proizvedu jone i prouzrokuju štetne efekte po život i zdravlje ljudi, kao i po životnu sredinu.

Povećana koncentracija elektromagnetne energije u opsegu radio-frekvencija na ljudima izaziva efekte koji se grubo mogu klasifikovati u dve osnovne kategorije: toplotni

(termički) efekat i stimulativni efekat. Toplotni efekat se ogleda u promeni temperature dela tela izloženog povećanoj koncentraciji elektromagnetne emisije (tkivo se zagreva). Treba primetiti da je ovaj efekat izraženiji u onim delovima tela u kojima postoji manja gustina krvnih sudova. Razlog je vrlo jednostavan. Krvni sudovi su regulatori telesne temperature. Pri višoj spoljnoj temperaturi krvni sudovi se šire i na taj način predaju veću količinu toplote spoljašnjem okruženju. Sa druge strane, pri nižim spoljnim temperaturama krvni sudovi se skupljaju i na taj način se manja količina energije predaje spoljašnjem okruženju. Toplotni efekat zavisi od parametara incidetnog elektromagnetnog polja (frekvencija, intenzitet, polarizacija, bliska/daleka zona izlaganja), karakteristika tela koje je izloženo (veličina, interna i eksterna geometrija, dielektrična svojstva različitih tkiva) i reflektujućih efekata drugih objekata u bliskoj zoni tela koje je izloženo.

Stimulativni efekat je kratkoročni efekat koji se javlja u frekvencijskom opsegu do približno 100kHz, a ogleda se u pojavi nadražaja nervnih i mišićnih ćelija, što u izvesnim situacijama može izazvati veću razdražljivost i umor, naročito pri dužoj ekspoziciji velikoj koncentraciji elektromagnetne energije.

Elektromagnetno zračenje savremenih bežičnih sistema spada u radio-frekvencijsko elektromagnetno zračenje u kojem je dominantan toplotni efekat.

Da bi se kontrolisao uticaj elektromagnetnog zračenja na ljude, u okviru međunarodnih standarda, kao i u domaćoj regulativi, definisane su norme kojima se ograničava izlaganje elektromagnetnim poljima koja potiču od telekomunikacionih uređaja. Ovim normama definisane su granice, iskazane kroz bazična ograničenja i izvedene referentne granične nivoe, preko kojih ljudi ne smeju biti izloženi elektromagnetnim poljima. Da bi se u praksi proverilo da li je ispoštovan ovaj uslov sprovode se merenja, a ponekad i proračuni, intenziteta elektromagnetnog polja u okolini predajnika bežičnih radio-sistema.

Dozvoljene vrednosti elektromagnetnih emisija ustanovljene su na osnovu obimnih istraživanja sprovedenih poslednjih tridesetak godina. Ustanovljene granične vrednosti za radio-frekvencijsko elektromagnetno zračenje zasnovane su uglavnom na istraživanjima uticaja toplotnog i stimulativnog efekta na ljudsko telo. Treba primetiti da su postavljene granice znatno ispod onih vrednosti intenziteta elektromagnetnog polja za koje su uočeni eventualni negativni efekti. Poslednjih godina se vodi veliki broj diskusija oko toga da li ima i drugih efekata koji mogu negativno uticati na ljudsko telo. Međutim, do danas pravih dokaza za takve stavove nema. Intenzivna istraživanja u ovom pravcu će se nastaviti i u budućnosti.

Ubrzani razvoj bežičnih telekomunikacionih servisa i usluga izaziva sve veću pažnju i bojazan u javnosti da elektromagnetno zračenje koje nastaje kao posledica korišćenja ovih servisa i usluga, može ugroziti zdravlje opšte populacije. S obzirom na to, Regulatorna agencija za elektronske komunikacije i poštanske usluge (RATEL) je pokrenula inicijativu za razvoj sistema za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja u životnoj sredini. U skladu sa tim, predmet ovog projekta je studija izvodljivosti mreže senzora koja bi omogućila praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja na lokacijama od interesa. Studija treba da pokaže da li postoji društvena opravdanost za nabavku takvog sistema, kao i da definiše jasne smernice za izbor elemenata sistema. Studija treba da pruži pregled dostupnih tehničkih rešenja i karakteristika senzora, kao i softversko-hardverske platforme za prikupljanje i javno prezentovanje mernih rezultata praćenja nivoa elektromagnetnog zračenja.

Opšta ljudska populacija najčešće nije upoznata sa fizičkim osobinama elektromagnetnog polja i ne poznaje efekte koje ono izaziva. Iz tog razloga, javlja se posredni efekat koji često nije baziran na objektivnim okolnostima, ali ima veoma značajnu ulogu, a to je strah ljudi od elektromagnetnog zračenja. Rastući strah stanovništva od elektromagnetnog zračenja dovodi do sve većeg otpora razvoju bežičnih radio-mreža, koje *de facto* predstavljaju infrastrukturu svake zemlje. Istraživanja pokazuju da značajan procenat ljudi strahuje od eventualnih efekata elektromagnetnog zračenja. Takođe, utvrđeno je da ljudi češće strahuju

od uticaja baznih stanica, odnosno sistemskih radio-predajnika, dok zanemaruju uticaj korisničkih uređaja. Zbog svega toga, najčešće postoji nepoverenje između opšte ljudske populacije sa jedne strane, i operatora bežičnih telekomunikacionih servisa sa druge strane.

Rešenje ovog problema je kontrola elektromagnetnih zračenja sprovođenjem merenja i održavanjem odgovarajuće komunikacije između svih zainteresovanih strana. Razvoj sistema za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja u životnoj sredini, koji je pod okriljem organa države (u ovom slučaju RATEL-a), treba da doprinese uspostavljanju poverenja između opšte ljudske populacije, operatora bežičnih telekomunikacionih servisa i državnih organa. Osnovni ciljevi realizacije ovakvog sistema su transparentno predstavljanje rezultata merenja nivoa elektromagnetnog zračenja, pokretanje javne diskusije i edukacije o elektromagnetnom zračenju, razumevanje osnovnih efekata, kao i stvaranje poverenja između svih zainteresovanih strana.

Sistem za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja u životnoj sredini mora da ispuni tri osnovna zahteva: objektivnost, pouzdanost i kontinuitet. Objektivnost se postiže javnim objavljivanjem rezultata merenja kada god se sprovode merenja. Pouzdanost proizlazi iz usklađenosti sa međunarodnim normama i standardima koji se odnose na merenje elektromagnetnih polja, kao i iz isključivog korišćenja merne opreme kalibrisane (etalonirane) od strane akreditovanih laboratorija za etaloniranje. Kontinuirano sprovođenje objektivnih i pouzdanih merenja (24 sata/365 dana) omogućava permanentno praćenje elektromagnetnog zračenja i maksimalnu transparentnost. Sa obzirom da se elektromagnetno zračenje ne može videti ili osetiti, rezultati kontinualnih merenja su od veoma velikog značaja za opštu ljudsku populaciju, jer predstavljaju jedini objektivni indikator pomoću kojeg ljudi mogu steći utisak koliko je zračenje i kakva je njegova kratkoročna i dugoročna promenljivost, pa samim tim doprinose uspostavljanju poverenja između svih zainteresovanih strana.

2. ZAKONSKA REGULATIVA U OBLASTI ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA U SRBIJI

U Srbiji, oblast nejonizujućih zračenja uređena je Zakonom o zaštiti od nejonizujućih zračenja („Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 36/2009) i grupom pravilnika koji pripadaju ovom zakonu:

- Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima („Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 104/2009),
- Pravilnik o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja („Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 104/2009),
- Pravilnik o sadržini evidencije o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa („Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 104/2009),
- Pravilnik o sadržini i izgledu obrasca izveštaja o sistematskom ispitivanju nivoa nejonizujućih zračenja u životnoj sredini („Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 104/2009),
- Pravilnik o uslovima koje moraju da ispunjavaju pravna lica koja vrše poslove sistematskog ispitivanja nivoa nejonizujućih zračenja, kao i način i metode sistematskog ispitivanja u životnoj sredini („Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 104/2009), i
- Pravilnik o uslovima koje moraju da ispunjavaju pravna lica koja vrše poslove ispitivanja nivoa zračenja izvora nejonizujućih zračenja od posebnog interesa u životnoj sredini („Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 104/2009).

Zakon o zaštiti od nejonizujućih zračenja i Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima, propisuju granice izlaganja elektromagnetnom zračenju u zonama povećane osetljivosti. Pod zonama povećane osetljivosti smatraju se područja stambenih zona u kojima se ljudi mogu zadržavati i 24 sata dnevno, škole, školski/studentски/starački domovi, predškolske ustanove, porodilišta, bolnice, turistički objekti, dečja igrališta, površine neizgrađenih parcela namenjenih, prema urbanističkom planu, za navedene namene, u skladu sa preporukama Svetske zdravstvene organizacije. Pored toga, serija srpskih standarda usvojenih 2008. godine („Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 104/2008), oslanja se na preporuku Saveta Evrope 1999/519/EC od 12. jula 1999. godine, i kao norme uzima one koje su definisane ICNIRP (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*) preporukom. Iz tog razloga, norme definisane ICNIRP preporukom su važeće norme u Srbiji za slučajevne izvan zona povećane osetljivosti.

Zakonom o zaštiti od nejonizujućih zračenja i Pravilnikom o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja propisuje se obavezno merenje intenziteta elektromagnetnog zračenja na svakoj lokaciji radio-predajnika u radu, da bi se proverila usklađenost sa normama definisanim Pravilnikom o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima i ICNIRP preporukama. Pored toga, za svaki novi radio-predajnik čija se instalacija planira, zahteva se izrada stručne ocene opterećenja životne sredine kao dokaz da postavljanje novog radio-predajnika neće dovesti do prekoračenja propisanih normi. Stručna ocena opterećenja životne sredine podrazumeva proračun nivoa elektromagnetnog zračenja, ali zahteva da se postojeće stanje (pre postavljanja novog radio-predajnika) utvrdi merenjem. Stručna ocena opterećenja životne sredine podnosi se nadležnom organu (najčešće organ lokalne uprave nadležan za pitanje procene uticaja na životnu sredinu) u postupku izdavanja uslova i mera zaštite životne sredine, odnosno odlučivanja o potrebi procene uticaja na životnu sredinu u skladu sa Zakonom o zaštiti životne sredine („Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 135/2004, 36/2009, 72/2009, 43/2011, 14/2016) i Zakonom o proceni uticaja na životnu sredinu „Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 135/2004, 36/2009). Pravilnikom o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja definisano je da se izvori nejonizujućih zračenja (u slučaju ovog projekta radio-predajnici) čije elektromagnetno zračenje u zonama povećane osetljivosti dostiže najmanje 10% vrednosti referentnog graničnog nivoa, smatraju izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa. Za visokofrekventne izvore od posebnog interesa zahtevaju se periodična merenja i to jedanput svake druge kalendarske godine. Privredno društvo, preduzeće i drugo pravno lice može da vrši ispitivanje nivoa zračenja izvora nejonizujućih zračenja od posebnog interesa u životnoj sredini ako ispunjava uslove propisane Pravilnikom o uslovima koje moraju da ispunjavaju pravna lica koja vrše poslove ispitivanja nivoa zračenja izvora nejonizujućih zračenja od posebnog interesa u životnoj sredini. Na ovom mestu, iz razloga potpune jasnoće, posebno treba naglasti da zadatak buduće RATEL-ove mreže senzora za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja nije vršenje ispitivanje nivoa zračenja izvora nejonizujućih zračenja od posebnog interesa, pa iz tog razloga nije neophodno da RATEL, kao pravno lice, ispunjava uslove propisane prethodno navedenim Pravilnikom.

Zakon o zaštiti od nejonizujućih zračenja nalaže korisnicima izvora nejonizujućih zračenja od posebnog interesa da vode evidenciju o tim izvorima i da odrede lice odgovorno za primenu zaštite od nejonizujućih zračenja. Bliža sadržina evidencije o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa propisana je Pravilnikom o sadržini evidencije o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa.

Radi otkrivanja prisustva, utvrđivanja opasnosti, obaveštavanja i preduzimanja mera zaštite od nejonizujućih zračenja vrše se sistematska ispitivanja nivoa nejonizujućih zračenja u životnoj sredini, propisana Zakonom o zaštiti od nejonizujućih zračenja. Vlada donosi Program sistematskog ispitivanja nivoa nejonizujućih zračenja u životnoj sredini za period od dve godine. Sistematsko ispitivanje nivoa nejonizujućih zračenja u životnoj sredini može da vrši privredno društvo, preduzeće i drugo pravno lice ako ispunjava uslove u pogledu kadrova, opreme i prostora, definisane Pravilnikom o uslovima koje moraju da ispunjavaju pravna lica koja vrše poslove sistematskog ispitivanja nivoa nejonizujućih zračenja, kao i način i metode sistematskog ispitivanja u životnoj sredini. Sadržina izveštaja propisana je Pravilnikom o sadržini i izgledu obrasca izveštaja o sistematskom ispitivanju nivoa nejonizujućih zračenja u životnoj sredini. Na ovom mestu, potrebno je naglasiti da sistematska ispitivanja nivoa nejonizujućih zračenja (čiji program sprovođenja donosi Vlada za period od dve godine) nisu predmet rada buduće RATEL-ove mreže senzora za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja u životnoj sredini (koja je predmet ovog projekta). Iz tog razloga, nije neophodno da RATEL, kao pravno lice, ispunjava uslove propisane Pravilnikom

o uslovima koje moraju da ispunjavaju pravna lica koja vrše poslove sistematskog ispitivanja nivoa nejonizujućih zračenja.

Zakon o elektronskim komunikacijama („Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 44/2010 i 62/2014) propisuje da RATEL meri nivo elektromagnetskog polja za elektronske komunikacione mreže, pripadajuća sredstva, elektronsku komunikacionu opremu i terminalnu opremu, u skladu sa graničnim vrednostima utvrđenim posebnim propisima. Takođe, RATEL je dužan da prekoračenja utvrđena prilikom merenja prijavi nadležnoj inspekciji. Pored toga, u domenu rada RATEL-a, navodi se i kontrola izloženosti stanovništva elektromagnetskim poljima uzrokovanih radom elektronskih komunikacionih mreža, pripadajućih sredstava i elektronske komunikacione opreme, u skladu sa propisima kojima se uređuje zaštita životne sredine. Prethodno navedene odrednice Zakona o elektronskim komunikacijama predstavljaju osnov za izgradnju mreže senzora za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja u životnoj sredini, koji je predmet ovog projekta.

3. PREGLED DEFINISANIH NORMI KOJIMA SE OGRANIČAVA IZLAGANJE LJUDI ELEKTROMAGNETNIM POLJIMA

Postoji izvestan broj organizacija koje su donele norme u oblasti nejonizujućih zračenja, kao što su ICNIRP (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*), ARPANSA (*Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency*), FCC (*Federal Communications Commission*) i IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*). Najveći broj zemalja EU prihvatio je ICNIRP preporuke. Pored toga, Svetska zdravstvena organizacija (WHO - *World Health Organization*) koristi ICNIRP preporuke kao osnovu za harmonizaciju nacionalnih standarda na globalnom nivou. Ipak, treba istaći da je određen broj zemalja, među kojima je i Srbija, doneo norme koje su strožije od onih definisanih ICNIRP preporukama.

Generalno, postoje dve različite grupe normi kojima se ograničava izlaganje ljudi elektromagnetnom zračenju: norme za opštu ljudsku populaciju i norme za tehničko osoblje. Norme za opštu ljudsku populaciju su znatno strožije od normi za tehničko osoblje. Razlog ovome je činjenica da tehničko osoblje treba da zna i mora da poštuje procedure kojima se vrši njihova dodatna zaštita od uticaja elektromagnetnog zračenja.

U Srbiji, oblast nejonizujućih zračenja uređena je Zakonom o zaštiti od nejonizujućih zračenja (Službeni glasnik Republike Srbije broj 36/2009) i grupom pravilnika koji pripadaju ovom zakonu. Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima (Službeni glasnik Republike Srbije broj 104/2009) propisuje granice izlaganja elektromagnetnom zračenju u zonama povećane osetljivosti. Pod zonama povećane osetljivosti smatraju se područja stambenih zona u kojima se ljudi mogu zadržavati i 24 sata dnevno, škole, školski/studentски/starački domovi, predškolske ustanove, porodilišta, bolnice, turistički objekti, dečja igrališta, površine neizgrađenih parcela namenjenih, prema urbanističkom planu, za navedene namene, u skladu sa preporukama Svetske zdravstvene organizacije. Pored toga, serija srpskih standarda usvojenih 2008. godine (Službeni glasnik Republike Srbije broj 104/2008), oslanja se na preporuku Saveta Evrope 1999/519/EC od 12. jula 1999. godine, i kao norme uzima one koje su definisane ICNIRP preporukom. Iz tog razloga, norme definisane ICNIRP preporukom su važeće norme u Srbiji za slučajevne izvan zona povećane osetljivosti.

Normama se definišu granice iskazane kroz bazična ograničenja i izvedene referentne granične nivoe, preko kojih ljudi ne smeju biti izloženi elektromagnetnim poljima. Bazična ograničenja izlaganja ljudi su ograničenja koja su zasnovana neposredno na utvrđenim zdravstvenim efektima i biološkim pokazateljima. S obzirom da merenje fizičke veličine kojom se iskazuje bazično ograničenje najčešće nije jednostavno, definišu se referentni granični nivoui za fizičke veličine koje je jednostavnije izmeriti. Referentni granični nivoui služe za praktičnu procenu izloženosti, kako bi se odredilo da li su bazična ograničenja zadovoljena. Ako su zadovoljena ograničenja definisana referentnim graničnim nivouima, onda su zadovoljena i ograničenja definisana bazičnim ograničenjem, dok obrnuto ne mora da važi.

Uzimajući u obzir da je za slučaj radio-frekvencijskog elektromagnetnog zračenja (u opsegu koji se razmatra u ovom projektu) dominantan toplotni efekat, bazično ograničenje iskazuje se preko specifične brzine apsorpcije energije SAR (*Specific Energy Absorption Rate*), i to za: SAR usrednjen za celo telo SAR_{wb} (*Whole-Body Average SAR*), SAR lokalizovan na glavu i trup $SAR_{h\&t}$ (*Localized SAR - Head and Trunk*) i SAR lokalizovan na ekstremitete SAR_l (*Localized SAR - Limbs*). Izvedeni referentni granični nivoui iskazani su preko intenziteta električnog polja E , intenziteta magnetnog polja H i gustine snage S .

U nastavku je dat pregled bazičnih ograničenja i referentnih graničnih nivoua za slučajevne norme definisanih: Pravilnikom o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima, ICNIRP preporukom, FCC preporukom, IEEE standardom i ARPANSA standardom. Nakon toga, date su norme za istovremeni uticaj više izvora elektromagnetnog zračenja. Sa obzirom na činjenicu da se u praksi za merenja intenziteta elektromagnetnog zračenja najčešće koriste uređaji koji mere intenzitet električnog polja (što će takođe biti primenjeno u okviru ovog projekta), posebno su istaknuti referentni granični nivoui intenziteta električnog polja. Naime, da bi se ispitala usklađenost sa referentnim graničnim nivouima, standardi koji definišu metode merenja preciziraju da je u bliskoj radijacijskoj zoni, kao i u zoni dalekog polja, dovoljno meriti samo intenzitet električnog polja. Potrebno je istaći da je ovo gotovo uvek slučaj u praksi. Za slučaj ravanskog elektromagnetnog talasa, intenzitet električnog polja, intenzitet magnetnog polja i gustine snage međusobno vezuje karakteristična impedansa slobodnog prostora Z_0 . U praksi se najčešće koriste uređaji koji mere intenzitet električnog polja, sa obzirom da je njihova realizacija u visokofrekvencijskim radio-opsezima najjednostavnija.

3.1 NORME DEFINISANE PRAVILNIKOM O GRANICAMA IZLAGANJA NEJONIZUJUĆIM ZRAČENJIMA U ZONAMA POVEĆANE OSETLJIVOSTI

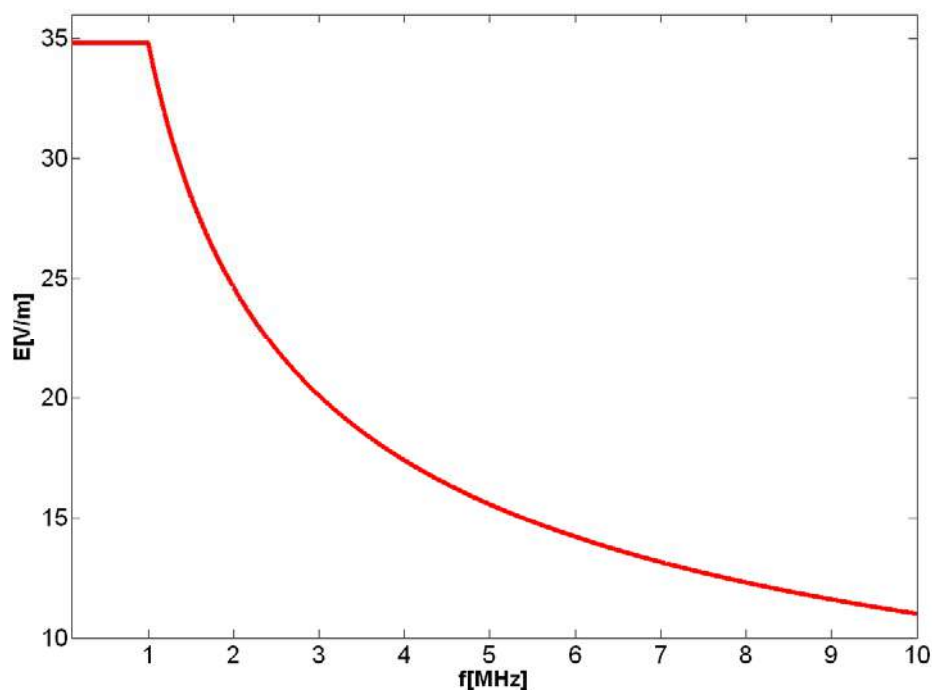
Bazična ograničenja i referentni granični nivoui definisani Pravilnikom o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima u zonama povećane osetljivosti (Službeni glasnik Republike Srbije broj 104/2009) dati su u tabelama 3.1 i 3.2, respektivno. Na osnovu tabele 3.2 dat je prikaz frekvencijske zavisnosti referentnog graničnog intenziteta električnog polja na slikama 3.1 (frekvencijski opseg 100kHz–10MHz) i 3.2 (frekvencijski opseg 10MHz – 18GHz).

Frekvencija f	SAR usrednjen za celo telo SAR_{wb} [W/kg]	SAR lokalizovan na glavu i trup $SAR_{h\&t}$ [W/kg]	SAR lokalizovan na ekstremitete SAR_l [W/kg]
100kHz - 10GHz	0.08	2	4

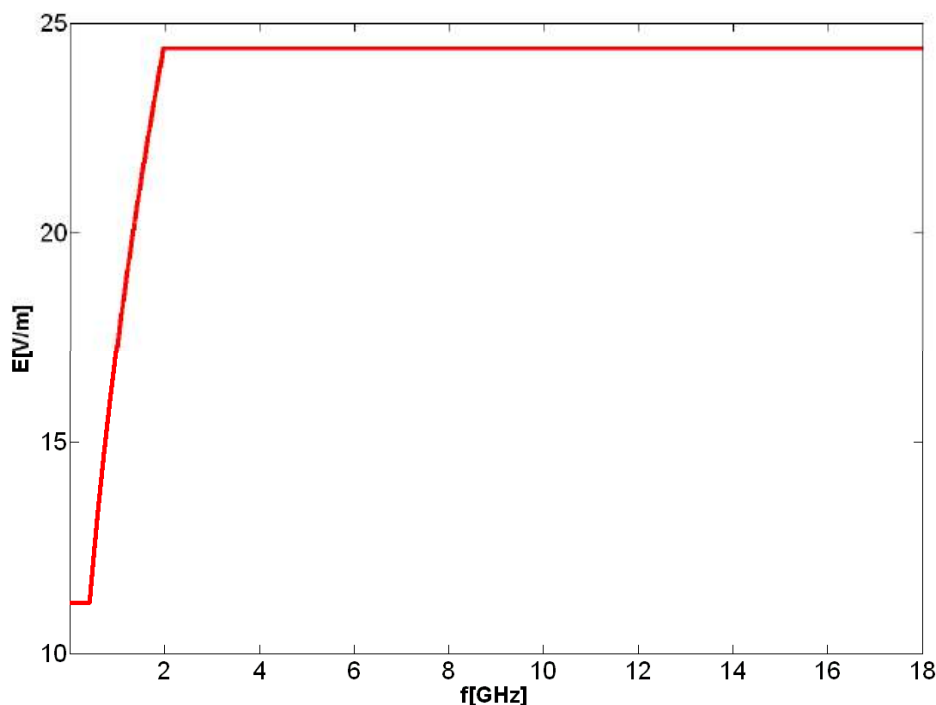
Tabela 3.1 - Bazična ograničenja - Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima u zonama povećane osetljivosti

Frekvencija f	Intenzitet električnog polja E [V/m]	Intenzitet magnetnog polja H [A/m]	Gustina snage S [W/m ²]
do 1Hz	5600	12800	-
1-8Hz	4000	$12800/f^2$	-
8-25Hz	4000	$1600/f$	-
0.025-0.8kHz	$100/f$	$1.6/f$	-
0.8-3kHz	$100/f$	2	-
3-150kHz	34.8	2	-
0.15-1MHz	34.8	$0.292/f$	-
1-10MHz	$34.8/f^{1/2}$	$0.292/f$	-
10-400MHz	11.2	0.0292	0.326
400-2000MHz	$0.55f^{1/2}$	$0.00148f^{1/2}$	$f/1250$
2-300GHz	24.4	0.064	1.6

Tabela 3.2 - Referenti granični nivoi - Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima u zonama povećane osetljivosti



Slika 3.1 - Referentni granični intenzitet električnog polja u zavisnosti od frekvencije (100kHz–10MHz) - Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima



Slika 3.2 - Referentni granični intenzitet električnog polja u zavisnosti od frekvencije (10MHz–18GHz) - Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima

3.2 NORME ZA OPŠTU LJUDSKU POPULACIJU DEFINISANE ICNIRP PREPORUKOM

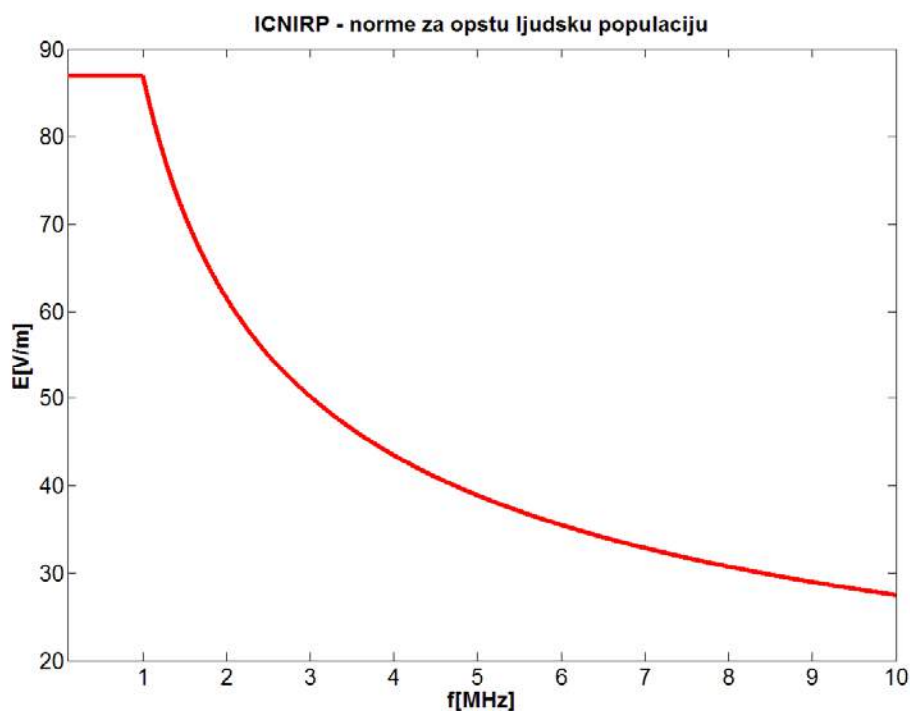
Bazična ograničenja i referentni granični nivoi za opštu ljudsku populaciju definisani ICNIRP preporukom dati su u tabelama 3.3 i 3.4, respektivno. Na osnovu tabele 3.4 dat je prikaz frekvencijske zavisnosti referentnog graničnog intenziteta električnog polja na slikama 3.3 (frekvencijski opseg 100kHz–10MHz) i 3.4 (frekvencijski opseg 10MHz – 18GHz).

Frekvencija f	SAR usrednjen za celo telo SAR_{wb} [W/kg]	SAR lokalizovan na glavu i trup $SAR_{h\&t}$ [W/kg]	SAR lokalizovan na ekstremitete SAR_l [W/kg]
100kHz -10GHz	0.08	2	4

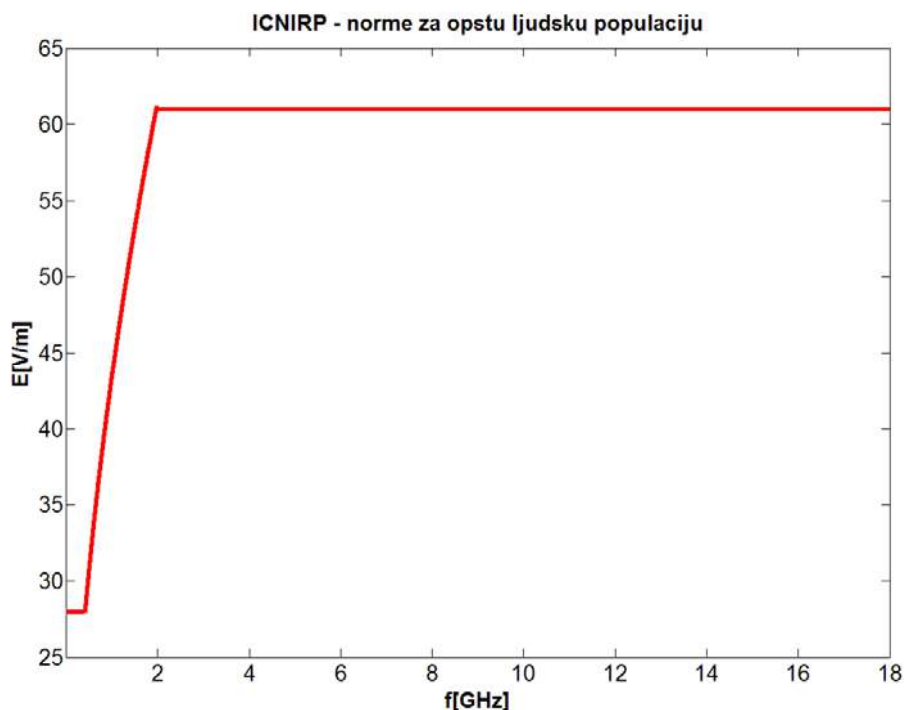
Tabela 3.3 - Bazična ograničenja za opštu ljudsku populaciju - ICNIRP preporuka

Frekvencija f	Intenzitet električnog polja E [V/m]	Intenzitet magnetnog polja H [A/m]	Gustina snage S [W/m ²]
do 1Hz	-	32000	-
1-8Hz	10000	$32000/f^2$	-
8-25Hz	10000	$4000/f$	-
0.025-0.8kHz	$250/f$	$4/f$	-
0.8-3kHz	$250/f$	5	-
3-150kHz	87	5	-
0.15-1MHz	87	$0.73/f$	-
1-10MHz	$87/f^{1/2}$	$0.73/f$	-
10-400MHz	28	0.073	2
400-2000MHz	$1.375f^{1/2}$	$0.0037f^{1/2}$	$f/200$
2-300GHz	61	0.16	10

Tabela 3.4 - Referentni granični nivoi za opštu ljudsku populaciju - ICNIRP preporuka



Slika 3.3 - Referentni granični intenzitet električnog polja za opštu ljudsku populaciju u zavisnosti od frekvencije (100kHz–10MHz) - ICNIRP preporuka



Slika 3.4 - Referentni granični intenzitet električnog polja za opštu ljudsku populaciju u zavisnosti od frekvencije (10MHz–18GHz) - ICNIRP preporuka

3.3 NORME ZA TEHNIČKO OSOBLJE DEFINISANE ICNIRP PREPORUKOM

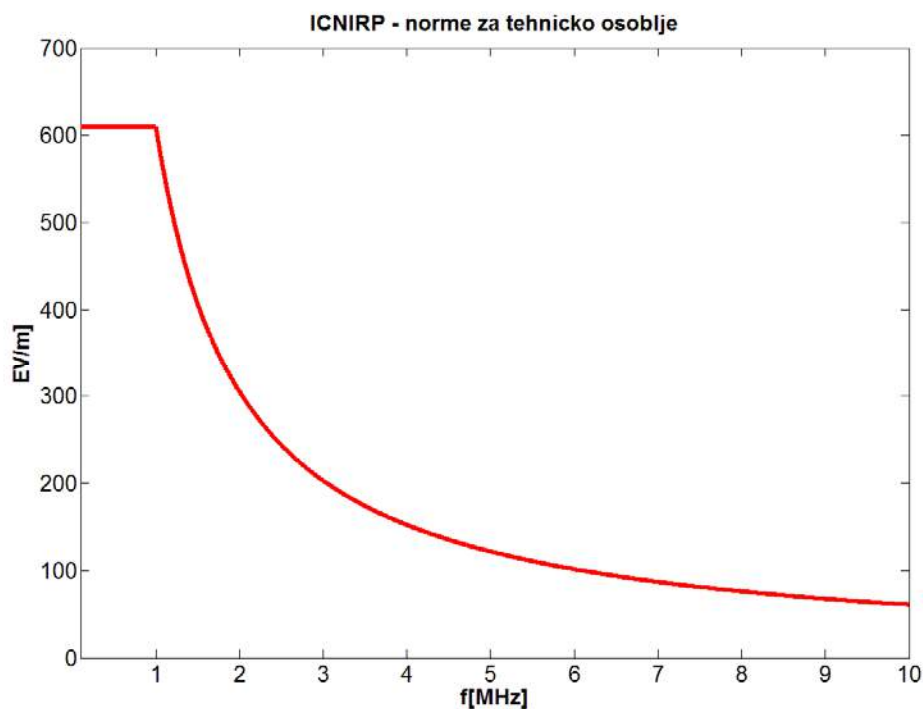
Bazična ograničenja i referentni granični nivoi za tehničko osoblje definisani ICNIRP preporukom dati su u tabelama 3.5 i 3.6, respektivno. Na osnovu tabele 3.6 dat je prikaz frekventijske zavisnosti referentnog graničnog intenziteta električnog polja na slikama 3.5 (frekventijski opseg 100kHz–10MHz) i 3.6 (za frekventijski opseg 10MHz – 18GHz).

Frekvencija f	SAR usrednjen za celo telo SAR_{wb} [W/kg]	SAR lokalizovan na glavu i trup $SAR_{h&t}$ [W/kg]	SAR lokalizovan na ekstremitete SAR_l [W/kg]
100kHz -10GHz	0.4	10	20

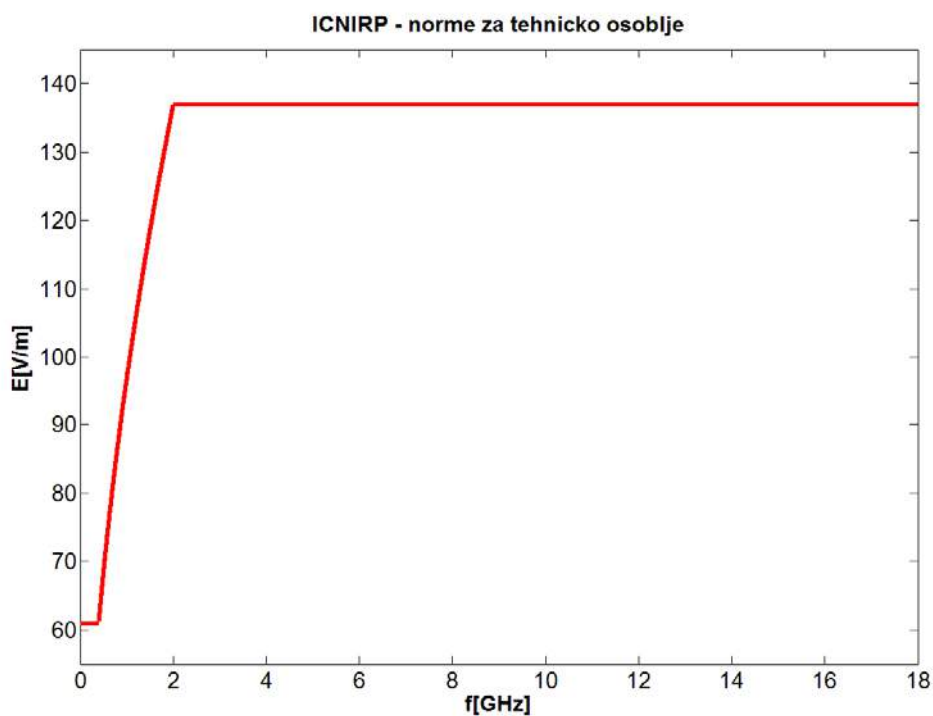
Tabela 3.5 - Bazična ograničenja za tehničko osoblje - ICNIRP preporuka

Frekvencija f	Intenzitet električnog polja E [V/m]	Intenzitet magnetnog polja H [A/m]	Gustina snage S [W/m ²]
do 1Hz	-	163000	-
1-8Hz	20000	$163000/f^2$	-
8-25Hz	20000	$20000/f$	-
0.025-0.82kHz	$500/f$	$20/f$	-
0.82-65kHz	610	24.4	-
0.065-1MHz	610	$1.6/f$	-
1-10MHz	$610/f$	$1.6/f$	-
10-400MHz	61	0.16	10
400-2000MHz	$3f^{1/2}$	$0.008f^{1/2}$	$f/40$
2-300GHz	137	0.36	50

Tabela 3.6 - Referenti granični nivoi za tehničko osoblje - ICNIRP preporuka



Slika 3.5 - Referentni granični intenzitet električnog polja za tehničko osoblje u zavisnosti od frekvencije (100kHz–10MHz) - ICNIRP preporuka



Slika 3.6 - Referentni granični intenzitet električnog polja za tehničko osoblje u zavisnosti od frekvencije (10MHz–18GHz) - ICNIRP preporuka

3.4 NORME ZA OPŠTU LJUDSKU POPULACIJU DEFINISANE FCC PREPORUKOM

Bazična ograničenja i referentni granični nivoi za opštu ljudsku populaciju definisani FCC preporukom dati su u tabelama 3.7 i 3.8, respektivno.

Frekvencija f	SAR usrednjen za celo telo SAR_{wb} [W/kg]	SAR lokalizovan na glavu i trup $SAR_{h\&t}$ [W/kg]	SAR lokalizovan na ekstremitete SAR_l [W/kg]
300kHz -6GHz	0.08	1.6	4

Tabela 3.7 - Bazična ograničenja za opštu ljudsku populaciju - FCC preporuka

Frekvencija f	Intenzitet električnog polja E [V/m]	Intenzitet magnetnog polja H [A/m]	Gustina snage S [W/m ²]
0.3-1.34MHz	614	1.63	1000
1.34-30MHz	$824/f$	$2.19/f$	$1800/f^2$
30-300MHz	27.5	0.073	2
300-1500MHz	-	-	$f/150$
1.5-100GHz	-	-	10

Tabela 3.8 - Referenti granični nivoi za opštu ljudsku populaciju - FCC preporuka

3.5 NORME ZA TEHNIČKO OSOBLJE DEFINISANE FCC PREPORUKOM

Bazična ograničenja i referentni granični nivoi za tehničko osoblje definisani FCC preporukom dati su u tabelama 3.9 i 3.10, respektivno.

Frekvencija f	SAR usrednjen za celo telo SAR_{wb} [W/kg]	SAR lokalizovan na glavu i trup $SAR_{h\&t}$ [W/kg]	SAR lokalizovan na ekstremitete SAR_l [W/kg]
300kHz -6GHz	0.4	8	20

Tabela 3.9 - Bazična ograničenja za tehničko osoblje - FCC preporuka

Frekvencija f	Intenzitet električnog polja E [V/m]	Intenzitet magnetnog polja H [A/m]	Gustina snage S [W/m ²]
0.3-3MHz	614	1.63	1000
3-30MHz	$1842/f$	$4.89/f$	$9000/f^2$
30-300MHz	61.4	0.163	10
300-1500MHz	-	-	$f/30$
1.5-100GHz	-	-	50

Tabela 3.10 - Referenti granični nivoi za tehničko osoblje - FCC preporuka

3.6 NORME ZA OPŠTU LJUDSKU POPULACIJU DEFINISANE IEEE STANDARDOM

Bazična ograničenja i referentni granični nivoi za opštu ljudsku populaciju definisani IEEE standardom dati su u tabelama 3.11 i 3.12, respektivno.

Frekvencija f	SAR usrednjen za celo telo SAR_{wb} [W/kg]	SAR lokalizovan na glavu i trup $SAR_{h\&t}$ [W/kg]	SAR lokalizovan na ekstremitete SAR_l [W/kg]
300kHz -6GHz	0.08	2	4

Tabela 3.11 - Bazična ograničenja za opštu ljudsku populaciju - IEEE standard

Frekvencija f	Intenzitet električnog polja E [V/m]	Intenzitet magnetnog polja H [A/m]	Gustina snage S [W/m ²]
0.1-1.34MHz	614	$16.3/f$	1000
1.34-3MHz	$823.8/f$	$16.3/f$	$1800/f^2$
3-30MHz	$823.8/f$	$16.3/f$	$1800/f^2$
30-100MHz	27.5	$158.3/f^{1.668}$	2
100-400MHz	27.5	0.0729	2
400-2000MHz	-	-	$f/200$
2-100GHz	-	-	10

Tabela 3.12 - Referentni granični nivoi za opštu ljudsku populaciju - IEEE standard

3.7 NORME ZA TEHNIČKO OSOBLJE DEFINISANE IEEE STANDARDOM

Bazična ograničenja i referentni granični nivoi za tehničko osoblje definisani IEEE standardom dati su u tabelama 3.13 i 3.14, respektivno.

Frekvencija f	SAR usrednjen za celo telo SAR_{wb} [W/kg]	SAR lokalizovan na glavu i trup $SAR_{h\&t}$ [W/kg]	SAR lokalizovan na ekstremitete SAR_l [W/kg]
300kHz -6GHz	0.4	10	20

Tabela 3.13 - Bazična ograničenja za tehničko osoblje - IEEE standard

Frekvencija f	Intenzitet električnog polja E [V/m]	Intenzitet magnetnog polja H [A/m]	Gustina snage S [W/m ²]
0.1-1MHz	1842	$16.3/f$	9000
1-30MHz	$1842/f$	$16.3/f$	$9000/f^2$
30-100MHz	61.4	$16.3/f$	10
100-300MHz	61.4	0.163	10
300-3000MHz	-	-	$f/30$
3-300GHz	-	-	100

Tabela 3.14 - Referenti granični nivoi za tehničko osoblje - IEEE standard

3.8 NORME ZA OPŠTU LJUDSKU POPULACIJU DEFINISANE ARPANSA STANDARDOM

Bazična ograničenja i referentni granični nivoi za opštu ljudsku populaciju definisani ARPANSA standardom dati su u tabelama 3.15 i 3.16, respektivno.

Frekvencija f	SAR usrednjen za celo telo SAR_{wb} [W/kg]	SAR lokalizovan na glavu i trup $SAR_{h\&t}$ [W/kg]	SAR lokalizovan na ekstremitete SAR_l [W/kg]
100kHz -6GHz	0.08	2	4

Tabela 3.15 - Bazična ograničenja za opštu ljudsku populaciju - ARPANSA

Frekvencija f	Intenzitet električnog polja E [V/m]	Intenzitet magnetnog polja H [A/m]	Gustina snage S [W/m ²]
100-150kHz	86.8	4.86	-
0.15-1MHz	86.8	$0.729/f$	-
1-10MHz	$86.8/f^{1/2}$	$0.729/f$	-
10-400MHz	27.4	0.0729	2
400-2000MHz	$1.37f^{1/2}$	$0.00364f^{1/2}$	$f/200$
2-300GHz	61.4	0.163	10

Tabela 3.16 - Referenti granični nivoi za opštu ljudsku populaciju - ARPANSA

3.9 NORME ZA TEHNIČKO OSOBLJE DEFINISANE ARPANSA STANDARDOM

Bazična ograničenja i referentni granični nivoi za tehničko osoblje definisani ARPANSA standardom dati su u tabelama 3.17 i 3.18, respektivno.

Frekvencija f	SAR usrednjen za celo telo SAR_{wb} [W/kg]	SAR lokalizovan na glavu i trup $SAR_{h&t}$ [W/kg]	SAR lokalizovan na ekstremitete SAR_l [W/kg]
100kHz -6GHz	0.4	10	20

Tabela 3.17 - Bazična ograničenja za tehničko osoblje - ARPANSA standard

Frekvencija f	Intenzitet električnog polja E [V/m]	Intenzitet magnetnog polja H [A/m]	Gustina snage S [W/m ²]
0.1-1MHz	614	$1.63/f$	-
1-10MHz	$614/f$	$1.63/f$	$1000/f^2$
10-400MHz	61.4	0.163	10
400-2000MHz	$3.07f^{1/2}$	$0.00814f^{1/2}$	$f/40$
2-300GHz	137	0.364	50

Tabela 3.18 - Referentni granični nivoi za tehničko osoblje - ARPANSA standard

3.10 UPOREDNI PREGLED REFERENTNIH GRANIČNIH NIVOVA INTENZITETA ELEKTRIČNOG POLJA

Kao što je već rečeno, u praksi se najčešće vrše merenja intenziteta električnog polja. Uzimajući u obzir prostornu rasprostranjenost, naročito se ističu javni mobilni sistemi (GSM, DCS, UMTS, LTE) kao izvori elektromagnetnog zračenja. Iz tog razloga, u tabeli 3.19, dat je pregled referentnih graničnih nivoa intenziteta električnog polja, za sve prethodno navedene norme, u frekvencijskim opsezima rada ovih sistema.

Frekvencija [MHz]	80-300	800	900	1800	2100	2600
Pravilnik	11.2	15.6	16.5	23.3	24.4	24.4
ICNIRP - opšta populacija	28	39	41	58	61	61
FCC - opšta populacija	27.5	44.8	47.6	61.4	61.4	61.4
IEEE - opšta populacija	27.5	38.8	41.2	58.2	61.4	61.4
ARPANSA - opšta populacija	27.4	39	41	58	61.4	61.4
ICNIRP - tehničko osoblje	61	85	90	127	137	137
FCC - tehničko osoblje	61.4	100.3	106.3	137.3	137.3	137.3
IEEE - tehničko osoblje	61.4	100.3	106.3	150.4	162.4	180.8
ARPANSA - tehničko osoblje	61.4	87	92	130	137	137

Tabela 3.19 - Pregled referentnih graničnih nivoa intenziteta električnog polja E [V/m]

3.11 NORME ZA ISTOVREMENI UTICAJ VIŠE IZVORA ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA

U slučaju da se merenja sprovode na lokaciji na kojoj postoji više izvora elektromagnetnog zračenja, što je najčešće slučaj u praksi, mora se uzeti u obzir mogućnost zbirnih efekata, koji potiču od simultanog izlaganja elektromagnetnim poljima više izvora. Proračuni zasnovani na zbirnim delovanjima elektromagnetnog polja moraju se izvesti za svaki pojedini efekat, tako da se odvojena procena vrši za toplotne i stimulatívne efekte na telo. Uzimajući u obzir da je za slučaj elektromagnetnog zračenja RF (radio-frekvencijskih) sistema od interesa za ovaj projekat dominantan toplotni efekat, prilikom simultanog izlaganja poljima različitih frekvencija mora biti zadovoljen kriterijum definisan Pravilnikom o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima i ICNIRP preporukom, koji je baziran na toplotnom efektu. Za slučaj radio-predajnika kriterijum je određen sledećom relacijom:

$$\sum_{i>1\text{MHz}}^{300\text{GHz}} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \leq 1 \quad (3.1)$$

gde je:

E_i - intenzitet električnog polja koji potiče od izvora na frekvenciji i ,

$E_{L,i}$ - vrednost referentnog graničnog intenziteta za električno polje na frekvenciji i .

Na ovom mestu treba posebno naglasiti da prilikom analize da li su ispoštovane norme definisane kriterijumom za istovremeni uticaj više izvora elektromagnetnog zračenja, neophodno je uzeti u obzir sve relevantne izvore elektromagnetnog zračenja na lokaciji na kojoj se vrši razmatranje. Definicija relevantnog izvora elektromagnetnog zračenja razmotrena je u glavi 4.

4. METODE ZA MERENJE INTENZITETA ELEKTROMAGNETNOG POLJA RADIO-PREDAJNIKA

Da bi se kontrolisao uticaj elektromagnetnog zračenja na ljude, u okviru međunarodnih standarda, kao i u domaćoj regulativi, definisane su norme kojima se ograničava izlaganje elektromagnetnim poljima koja potiču od telekomunikacionih uređaja. Ovim normama definisane su granice, iskazane kroz bazična ograničenja i izvedene referentne granične nivoe, preko kojih ljudi ne smeju biti izloženi elektromagnetnim poljima.

Da bi se u praksi proverilo da li su zadovoljene norme kojima se ograničava izlaganje elektromagnetnim poljima, sprovode se merenja (a ponekad i proračuni) intenziteta elektromagnetnog polja u okolini radio-predajnika telekomunikacionih mreža i sistema. Za slučaj radio-predajnika, uzimajući u obzir složenost merenja specifične brzine apsorpcije energije *SAR* (preko koje su iskazana bazična ograničenja), u praksi se sprovode merenja intenziteta električnog polja *E*, intenziteta magnetnog polja *H* i gustine snage *S* (preko kojih su iskazani referentni granični nivoi).

Metode koje se koriste za merenje intenziteta elektromagnetnog polja u okolini radio-predajnika definisane su međunarodnim standardima:

- CENELEC (*European Committee for Electrotechnical Standardization*) EN 50413:2008/A1:2013. *Basic standard on measurement and calculation procedures for human exposure to electric, magnetic and electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz)*,
- CENELEC EN 50383:2010/AC:2013. *Basic standard for the calculation and measurement of electromagnetic field strength and SAR related to human exposure from radio base stations and fixed terminal stations for wireless telecommunication systems (110 MHz — 40 GHz)*,
- CENELEC EN 50492:2008/A1:2014. *Basic standard for the in-situ measurement of electromagnetic field strength related to human exposure in the vicinity of base stations*,
- CENELEC EN 50400:2006/A1:2012. *Basic standard to demonstrate the compliance of fixed equipment for radio transmission (110 MHz — 40 GHz) intended for use in wireless telecommunication networks with the basic restrictions or the reference levels related to general public exposure to radio frequency electromagnetic fields, when put into service*,
- CENELEC EN 50401:2006/A1:2011. *Product standard to demonstrate the compliance of fixed equipment for radio transmission (110 MHz - 40 GHz) intended for use in wireless telecommunication networks with the basic restrictions or the reference levels related to general public exposure to radio frequency electromagnetic fields, when put into service*.

Potrebno je istaći da su navedeni standardi usvojeni bez ikakvih modifikacija kao srpski standardi na engleskom jeziku. Ove metode prvenstveno su namenjene za sprovođenje jednokratnih merenja u cilju ispitivanja usklađenosti izvora elektromagnetnog zračenja sa definisanim normama. Ipak, sa obzirom da su osnovni koncepti merenja definisani u okviru njih, kao i da se preporuke za razvoj sistema za potrebe praćenja (monitoringa) intenziteta elektromagnetnog polja (što je predmet ovog projekta) oslanjaju na njih, u nastavku će biti izložene metode definisane navedenim standardima. Na mestima gde postoje odstupanja u odnosu na sistem čiji razvoj je predmet ovog projekta, ta odstupanja će biti istaknuta.

Da bi se ispitala usklađenost izvora elektromagnetnog zračenja (radio-predajnika) sa referentnim graničnim nivoima, standardi definišu da je u bliskoj radijacijskoj zoni i u zoni dalekog polja dovoljno meriti samo intenzitet električnog polja E ili samo intenzitet magnetnog polja H . Za merenje intenziteta elektromagnetnog zračenja u praksi se najčešće koriste uređaji koji mere intenzitet električnog polja, sa obzirom da je njihova realizacija najjednostavnija. Potrebno je istaći da će se u oviru sistema koji je predmet ovog projekta vršiti merenja intenziteta električnog polja. Za slučaj ravanskog elektromagnetnog talasa, intenzitet električnog polja E , intenzitet magnetnog polja H i gustine snage S međusobno vezuje karakteristična impedansa slobodnog prostora Z_0 ($\approx 120\pi$), relacijom:

$$S = E \cdot H = \frac{E^2}{Z_0} = Z_0 \cdot H^2 \quad (4.1)$$

Da bi se ispitala usklađenost instalacije radio-predajnika sa referentnim graničnim nivoima, neophodno je uzeti u obzir sve relevantne izvore elektromagnetnog zračenja na lokaciji i proveriti da li je za svaku mernu poziciju zadovoljen kriterijum za istovremeni uticaj više izvora, definisan Pravilnikom o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima („Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 104/2009) i ICNIRP preporukom. Za jednostavnije proveravanje kriterijuma za istovremeni uticaj više izvora, standardom je definisan faktor izloženosti relevantnog izvora ER_i (*Exposure Ratio*):

$$ER_i = \left(\frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \quad (4.2)$$

gde je:

E_i - intenzitet električnog polja koji potiče od izvora na frekvenciji i , i

$E_{L,i}$ - vrednost referentnog graničnog intenziteta za električno polje na frekvenciji i .

Da bi kriterijum za istovremeni uticaj N izvora bio zadovoljen, ukupni faktor izloženosti TER (*Total Exposure Ratio*) mora da bude manji ili jednak 1:

$$TER = \sum_{i=1}^N ER_i \leq 1 \quad (4.3)$$

Prema definisanim standardima, postupak merenja intenziteta elektromagnetnog zračenja na lokaciji radio-predajnika sastoji se od dve faze. U prvoj fazi, određuju se relevantni izvori elektromagnetnog zračenja za analiziranu lokaciju, kao i relevantne zone same lokacije u kojima je neophodno izvršiti merenja. Da bi se odredila prostorna raspodela elektromagnetnog zračenja, u drugoj fazi se sprovede merenje intenziteta električnog polja

relevantnih izvora na velikom broju mernih pozicija u okviru relevantnih zona razmatrane lokacije.

Pod relevantnim izvorom elektromagnetnog zračenja smatra se izvor koji ima $ER_i > 0.05$. Određivanje relevantnih izvora vrši se vizuelnom analizom lokacije i njene bliže okoline, konsultovanjem nacionalne baze radio-predajnika, i najviše pretraživanjem radio-frekvencijskog spektra. Primeri relevantnih izvora iz prakse: GSM 900MHz sistem, GSM 1800MHz (DCS) sistem, UMTS sistem, LTE sistem, FM radio-predajnici, TV predajnici, DVB-T2 (*Digital Video Broadcasting - Second Generation Terrestrial*) predajnici, TETRA (*Terrestrial Trunked Radio*) sistem, itd.

Relevantne zone za lokaciju određuju se pomoću prostorne analize intenziteta električnog polja. Pod relevantnim zonama lokacije smatraju se delovi lokacije kojima opšta ljudska populacija ima pristup i u kojima su očekivane vrednosti $TER > 0.05$. Relevantne zone za lokaciju radio-predajnika zavise od načina instalacije antenskog sistema, i najčešći primeri iz prakse su:

- nivo tla i objekti koji se nalaze u okolini antenskog stuba,
- krov, krovne terase i spratovi objekta na kom su instalirane bazne stanice, kao i susedni objekti koji se nalaze u blizini, i
- unutrašnjost objekta za slučajevne *indoor* radio-predajnika.

Za određivanje prostorne raspodele elektromagnetnog zračenja na lokaciji, vrše se merenja intenziteta električnog polja relevantnih izvora na velikom broju mernih pozicija u okviru relevantnih zona razmatrane lokacije. Prilikom merenja na svakoj mernoj poziciji merna sonda se postavlja na tronožni stativ. U toku merenja, osobe koje čine merni tim, udaljene su od merne sonde bar 1.5m. Za svaku mernu poziciju, standardom CENELEC EN 50400:2006/A1:2012 predviđeno je da se merenja sprovedu na tri visine (1.1 m, 1.5 m and 1.7 m) i da se kao rezultat uzme maksimalna od tri izmerene vrednosti. Sa druge strane, standard CENELEC EN 50492:2008/A1:2014 predviđa prostorno usrednjavanje za ove tri vrednosti, a u nekim slučajevima i za dodatne tri (ukupno šest vrednosti) na istim visinama ali horizontalno udaljene 0.4m. Na ovom mestu je potrebno naglasiti da se u okviru korišćenja mreže fiksnih senzora za generisanje mapa intenziteta električnog polja (što je predmet ovog projekta) ne vrši prostorno usrednjavanje s obzirom na činjenicu da se tokom operativnog rada merni senzori se ne pomeraju.

Većina normi propisuje merenje srednje vrednosti u intervalu vremena od 6min, izuzev normi za opštu ljudsku populaciju definisanih FCC regulativom i IEEE standardom, koje propisuju merenje srednje vrednosti u intervalu vremena od 30min.

Da bi se proverila usklađenost sa referentnim graničnim nivoima, standardi zahtevaju da se merenja sprovode kada relevantni izvori rade sa maksimalnom predajnom snagom ili da se koriste tehnike za ekstrapolaciju izmerenih vrednosti na slučaj sa maksimalnom predajnom snagom (slučaju maksimalnog saobraćajnog opterećenja). Ekstrapolacija trenutno izmerenog intenziteta elektromagnetnog polja može dovesti do velikog precenjivanja, pa se zato preporučuje merenje signala koji se emituju sa konstantom predajnom snagom za potrebe ekstrapolacije.

Da bi se izvršila smisljena merenja, potrebno je utvrditi ponašanje i karakteristike radio-frekvencijskog izvora, i razumeti način rada i funkcionisanja merne opreme. Merenje radio-frekvencijskog elektromagnetnog polja, predstavlja pravi izazov zbog promenljivosti polja koja ga karakteriše. Pored dobro poznatog *short-term* fedinga, koji generalno karakteriše propagaciju radio-frekvencijskih elektromagnetnih talasa, kod nekih telekomunikacionih radio-sistema dodatni efekti mogu imati značajan uticaj na promenljivost intenziteta elektromagnetnog polja. Najznačajniji efekti koji su posledica telekomunikacionih protokola i koji direktno utiču na predajnu snagu nekih radio-predajnika (npr. baznih stanica javnih

mobilnih sistema) su: saobraćajno opterećenje, automatska kontrola predajne snage i diskontinualna predaja. Korišćenje sistema za kontinuirano praćenje intenziteta električnog polja u dužem vremenskom periodu (što je slučaj u okviru ovog projekta), upravo omogućava praćenje promenljivosti intenziteta elektromagnetnog polja.

Po pravilu, merni sistem se sastoji od dve glavne komponente: merne sonde i mernog uređaja. Merna sonda se koristi kao merni element za polje i mora da bude dizajnirana tako da ne utiče značajno na polje koje se meri. Merni uređaj obrađuje signal koji dolazi sa merne sonde i daje vrednost merene veličine elektromagnetnog polja. Sa obzirom da se standardima zahteva izotropno merenje intenziteta elektromagnetnog polja, merne sonde su obično napravljene tako da imaju tri međusobno ortogonalna merna elementa, koji služe za nezavisno merenje tri prostorne komponente polja. Ovakve triaksijalne merne sonde služe za merenje intenziteta rezultatnog polja koje se dobija kao koren iz zbira kvadrata intenziteta tri prostorne komponente polja. U slučaju da se koristi monoaksijalna sonda, standardi predviđaju da se sonda naizmenično postavlja u tri međusobno ortogonalna pravca, i da se na taj način izvrši nezavisno merenje svake od tri prostorne komponente polja.

Sva merenja moraju da se sprovode sa mernim sistemima koji se etaloniraju u skladu sa standardima, i oni se mogu klasifikovati u dve kategorije: širokopojasni merni sistemi i selektivni merni sistemi.

4.1 ŠIROKOPOJASNA MERENJA

Širokopojasni merni sistemi se koriste za merenje ukupnog intenziteta električnog polja u celom frekvencijskom opsegu rada merne sonde. Rezultat širokopojasnog merenja je trenutni intenzitet električnog polja koji potiče od svih radio-frekvencijskih izvora u širokom opsegu rada merne sonde. Širokopojasni merni sistemi su po pravilu lako prenosivi (portabilni), robusni i jednostavni za upotrebu. Postoje dva različita tipa širokopojasnih mernih sondi: sa ravnim frekvencijskim odzivom i sa ponderisanim (oblikovanim) frekvencijskim odzivom. U slučaju korišćenja mernih sondi sa ponderisanim frekvencijskim odzivom, rezultat je *TER* i on se izražava u procentima. Ipak, potrebno je naglasiti da su ove sonde relativno retke na tržištu, kao i da imaju relativno slabu osetljivost, što ograničava njihovu primenu u okviru ovog projekta. Merne sonde sa ravnim frekvencijskim odzivom daju rezultat u obliku ukupnog intenziteta električnog polja, a *TER* se određuje korišćenjem izmerene vrednosti i najmanje vrednosti referentnog graničnog nivoa u celom opsegu rada merne sonde. Širokopojasna merenja ne daju informacije o frekvencijama merenih radio-predajnika, i identifikacija određenih radio-predajnika nije moguća u slučajevima kada polje potiče od većeg broja radio-predajnika. Iz tog razloga, nije preporučljivo koristiti širokopojasne merne sisteme u slučajevima kada se vrši ekstrapolacija na maksimalnu emitovanu snagu. U okviru ovog projekta planira se korišćenje širokopojasnih mernih senzora.

4.2 SELEKTIVNA MERENJA

Selektivna merenja omogućavaju sprovođenje merenja intenziteta električnog polja u unapred definisanom frekvencijskom opsegu (tzv. *band-u*) ili po radio-predajniku, odnosno omogućavaju selektivnost u frekvencijskom domenu. Kao poseban slučaj selektivnih merenja često se koriste *band*-selektivna merenja, kojima se suštinski meri veliki broj komponenti polja električnog polja, koje potiču od različitih radio-predajnika, ali iz istog frekvencijskog opsega (*band-a*). *Band*-selektivna merenja se najčešće koriste za merenje svih predajnika koji

pripadaju jednom telekomunikacionom sistemu (npr. GSM, UMTS, LTE) ili svih predajnika koji postoje u nekom frekvencijskom opsegu dodeljenom za određene telekomunikacione namene. U okviru ovog projekta planira se korišćenje *band*-selektivnih mernih senzora. Ipak, na ovom mestu treba napomenuti da kod *band*-selektivnih merenja, identifikacija pojedinačnih radio-predajnika nije moguća u slučajevima kada polje potiče od većeg broja radio-predajnika. Iz tog razloga, nije preporučljivo koristiti *band*-selektivne merne sisteme u slučajevima kada se vrši ekstrapolacija na maksimalnu emitovanu snagu (biće objašnjeno u nastavku teksta).

Pored *band*-selektivnih merenja, postoje i selektivni merni sistemi koji mogu da se koriste za merenje intenziteta električnog polja svakog radio-predajnika ponaosob. Za selektivna merenja po predajniku obično se koriste analizatori spektra i merni prijemnici. Kada se vrše merenja pomoću spektralnog analizatora, parametri uređaja treba da budu podešeni u skladu sa karakteristikama signala koji se meri, prvenstveno sa širinom frekvencijskog spektra i dinamičkim karakteristikama signala. Za potrebe merenja intenziteta električnog polja svakog radio-predajnika ponaosob, za neke sisteme nije dovoljno obezbediti frekvencijsku selektivnost po kanalu na kojem on radi (npr. UMTS i LTE). Razlog za to je činjenica da u okviru pomenutih sistema više radio-predajnika može da radi u istom frekvencijskom kanalu. U ovim slučajevima, za merenje intenziteta električnog polja svakog radio-predajnika ponaosob, koriste se merni prijemnici sa mogućnošću dekodovanja referentnih signala koji mogu da razdvoje signale sa različitih predajnika na istom frekvencijskom kanalu.

Kao što je već rečeno, u praksi se, zbog svoje brojnosti, najčešće ističu javni mobilni sistemi (GSM, UMTS, LTE) kao izvori elektromagnetnog zračenja. Iz tog razloga, u nastavku su dati postupci merenja intenziteta električnog polja i načini ekstrapolacija na slučaj maksimalnog saobraćajnog opterećenja, za navedene sisteme. Ipak treba naglasiti, da u okviru sistema koji je predmet ovog projekta ekstrapolacija na slučaj maksimalnog saobraćajnog opterećenja neće biti korišćena. Razlog za to prvenstveno leži u činjenici da se u okviru ovog projekta, koristi sistem za kontinuirano praćenje intenziteta električnog polja u dužem vremenskom periodu, pa se na taj način mogu odrediti realni maksimalni nivoi električnog polja. Ovaj pristup daje realniju sliku u odnosu na postupke ekstrapolacije na slučaj maksimalne snage predajnika (što je u stvari teoretski maksimum koji se praktično nikad ne dostiže u praksi).

U slučaju GSM sistema, za svaki sektor (ćeliju) bazne stanice najčešće postoji jedan stalno aktivan kontrolni kanal (BCCH - *Broadcast Control Channel*) koji se emituje sa konstantnom snagom, dok su ostali saobraćajni kanali (TCH - *Traffic Channel*) i aktiviraju samo kada postoji potreba. Korišćenjem frekvencijski selektivnog mernog sistema, potrebno je izmeriti intenzitet električnog polja E_{BCCH} za svaki detektovani BCCH. Nakon toga, za svaku GSM ćeliju, intenzitet električnog polja koji odgovara slučaju maksimalnog saobraćajnog opterećenja $E_{traffic_max}$ određuje se pomoću formule:

$$E_{traffic_max} = \sqrt{n_{TRX}} \cdot E_{BCCH} \quad (4.4)$$

gde je n_{TRX} odnos između maksimalne snage bazne stanice za ćeliju i snage dodeljene BCCH kanalu (najčešće broj predajnika u ćeliji).

Za slučaj UMTS sistema, na svakom radio-kanalu bazne stanice najčešće postoji jedan stalno aktivan kontrolni kanal (CPICH - *Common Pilot Channel*), koji se emituje sa konstantnom snagom. Korišćenjem frekvencijski selektivnog mernog sistema, sa mernim prijemnikom koji ima mogućnost dekodovanja UMTS signala, potrebno je izmeriti intenzitet električnog polja E_{CPICH} za svaki detektovani CPICH. Nakon toga, za svaku UMTS ćeliju,

intenzitet električnog polja koji odgovara slučaju maksimalnog saobraćajnog opterećenja $E_{traffic_max}$ određuje se pomoću formule:

$$E_{traffic_max} = \sqrt{n_{CPICH}} \cdot E_{CPICH} \quad (4.5)$$

gde je n_{CPICH} odnos između maksimalne snage i snage dodeljene CPICH kanalu.

Za LTE sistem, postoje dva različita pristupa za ekstrapolaciju na slučaj maksimalnog saobraćajnog opterećenja, i to za slučajeve bazne stanice sa MIMO (*Multiple-Input and Multiple-Output*) 2x2 i MIMO 2x1 sistemom. U okviru prvog pristupa, korišćenjem mernog sistema sa mernim prijemnikom koji može da dekoduje LTE signal, potrebno je izmeriti inenzitete električnog polja koji potiču od referentnog signala (RS - *Reference Signal*) sa antenskog porta 1 E_{RS_PORT1} i antenskog porta 2 E_{RS_PORT2} . Nakon toga, intenzitet električnog polja koji odgovara slučaju maksimalnog saobraćajnog opterećenja $E_{traffic_max}$ određuje se pomoću formule:

$$E_{traffic_max} = \sqrt{\frac{n_{RS}}{BF}} \cdot \sqrt{E_{RS_PORT1}^2 + E_{RS_PORT2}^2} \quad (4.6)$$

gde n_{RS} predstavlja odnos između maksimalne snage i snage dodeljene referentnom signalu RS, a BF predstavlja *Power Boosting Factor*.

U okviru drugog pristupa, korišćenjem spektralnog analizatora, potrebno je izmeriti inenzitet električnog polja kontrolnog kanala (PBCH - *Physical Broadcast Channel*) E_{PBCH} . Nakon toga, intenzitet električnog polja koji odgovara slučaju maksimalnog saobraćajnog opterećenja $E_{traffic_max}$ određuje se pomoću formule:

$$E_{traffic_max} = \sqrt{n_{PBCH}} \cdot E_{PBCH} \quad (4.7)$$

gde je n_{PBCH} odnos između maksimalne snage i snage dodeljene PBCH kanalu bazne stanice.

Korišćenjem prethodno dobijenih intenziteta električnog polja $E_{i_traffic_max}$ za svaki od relevantnih izvora i , TER se određuje u skladu sa relacijama (4.2) i (4.3), dok se ukupni intenzitet električnog polja E_{tot} na mernoj poziciji određuje u skladu sa relacijom:

$$E_{tot} = \sqrt{\sum_i E_{i_traffic_max}^2} \quad (4.8)$$

4.3 MONITORING INTENZITETA ELEKTROMAGNETNOG POLJA

U okviru ITU (*International Telecommunication Union*) organizacije postoji poseban sektor koji se bavi standardizacijom u oblasti telekomunikacija ITU-T (*Telecommunication Standardization Sector of ITU*). Od strane ove organizacije izdata je preporuka ITU-T K.83 (2011) koja daje smernice kako sprovesti dugoročna (*long-term*) merenja za potrebe praćenja (monitoringa) intenziteta elektromagnetnog polja u izabranim oblastima koje su od javnog značaja, kako bi se pokazalo da je elektromagnetno polje pod kontrolom, kao i da se nalazi u okviru dozvoljenih granica. Svrha ove preporuke je da obezbedi za širu javnost jasne i lako

dostupne podatke koji se odnose na elektromagnetna polja, i to u formi rezultata kontinualnih merenja.

Kao što je već rečeno, razvoj sistema za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja u životnoj sredini, koji je pod okriljem organa države, treba da doprinese uspostavljanju poverenja između opšte ljudske populacije, operatora bežičnih telekomunikacionih servisa i državnih organa. Sistem za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja u životnoj sredini mora da ispuni tri osnovna zahteva: objektivnost, pouzdanost i kontinuitet. Objektivnost se postiže javnim objavljivanjem rezultata merenja kada god se sprovode merenja. Pouzdanost proizlazi iz usklađenosti sa međunarodnim normama i standardima koji se odnose na merenje elektromagnetnih polja, kao i iz isključivog korišćenja merne opreme kalibrisane (etalonirane) od strane akreditovanih laboratorija za etaloniranje. Kontinuirano sprovođenje objektivnih i pouzdanih merenja (24 sata/365 dana) omogućava permanentno praćenje elektromagnetnog zračenja i maksimalnu transparentnost.

Preporuka ITU-T K.83 (2011) definiše metode i karakteristike sistema za monitoring elektromagnetnih polja koje emituju radio-predajnici, kako bi se procenila dugoročna izloženost ljudi elektromagnetnim poljima u opsegu od 9kHz-300GHz. Predviđene metode podrazumevaju korišćenje širokopoljnih i selektivnih merenja za određivanje ukupnog faktora izloženosti *TER*. Merni sistemi za monitoring elektromagnetnih polja moraju da obezbede automatsko sprovođenje dugoročnih merenja na lokaciji, kao i da budu opremljeni dodatnom zaštitom za dugoročni rad u otvorenom/zatvorenom okruženju (da ispoštuju uslove vezane za parametre okruženja: temperatura, vlažnost, vetar, kiša...).

Prema prethodno navedenoj preporuci, prilikom izdavanja izveštaja o rezultatima merenja potrebno je uzeti u obzir sledeće aspekte:

- Razumljivost - Rezultati moraju biti jasni i razumljivi za širu javnost, bez preteranih tehničkih detalja. Važno je prikazati rezultate u poređenju sa definisanim referentnim graničnim vrednostima.
- Dostupnost - Rezultati treba da budu javno objavljeni na Internetu, a pristup rezultatima treba da bude jednostavan za širu javnost.
- Detaljnost - Sve relevantne informacije o tome kako se merenja vrše trebalo bi da budu navedene:
 - merna pozicija (geografske koordinate i prikaz na mapi),
 - opis merne lokacije,
 - vreme i datum,
 - opis merne metode: širokopoljna, selektivna, interval usrednjavanja, pozicija merne sonde...
 - identifikacija merne opreme,
 - uverenje o etaloniranju (kalibraciji) mernog sistema,
 - itd...

Na ovom mestu potrebno je istaći da je u okviru ovog projekta predviđeno korišćenje mreže fiksnih senzora za merenje intenziteta električnog u cilju praćenja nivoa elektromagnetnog zračenja u životnoj sredini.

4.4 MAPE INTENZITETA ELEKTROMAGNETNOG POLJA

Preporuka ITU-T K.113 (2015) daje smernice o tome kako generisati mape intenziteta radio-frekvencijskih elektromagnetnih polja za procenu nivoa izloženosti u velikim geografskim zonama gradova i drugih teritorija države, kao i za odgovarajuće javno objavljivanje rezultata na jednostavan i razumljiv način. Ova preporuka opisuje metode i karakteristike sistema koji se koriste za generisanje mapa radio-frekvencijskih elektromagnetnih polja. Metode obuhvaćene preporukom ITU-T K.113 (2015) mogu se razvrstati na sledeći način:

- *Drive test* merenja,
- teoretski proračuni,
- *Grid* metoda i
- kombinovana metoda.

Drive test metoda podrazumeva sprovođenje kontinualnih merenja korišćenjem vozila u pokretu. Ova metoda zahteva instalaciju mernog sistema u okviru vozila. Veoma je bitno da se obezbedi lokalizacija rezultata merenja, što najčešće podrazumeva korišćenje GPS prijemnika. Sa obzirom na to da se merni sistem kreće, nije poželjno vršiti bilo kakva usrednjavanja rezultata merenja u vremenu.

Alternativno, mape intenziteta radio-frekvencijskih elektromagnetnih polja mogu se generisati korišćenjem teoretskih proračuna, odnosno korišćenjem softvera za predikciju intenziteta elektromagnetnog polja u prostoru. Kod korišćenja ove metode, preporučuje se verifikacija rezultata proračuna sprovođenjem merenja u određenom setu mernih pozicija.

Grid metoda podrazumeva generisanje mreže na mapi i sprovođenje merenja u tačkama preseka mreže. Gustina mreže treba da zavisi od tipa okruženja, odnosno za veću naseljenost zahteva se veća gustina mreže. Rezultati merenja sprovedenih u ovim tačkama treba da budu prikazani na mapi.

Kombinovana metoda podrazumeva kombinovanje dva ili više metoda za dobijanje mape intenziteta radio-frekvencijskih elektromagnetnih polja. Na primer, metoda može da kombinuje teoretske proračune u nekim delovima mape, sa *drive test* merenjima u drugim.

Na ovom mestu je potrebno istaći da je u okviru ovog projekta predviđeno korišćenje mobilnog senzora za generisanje mapa intenziteta električnog polja (po principu *drive test* merenja).

4.5 PROCENA MERNE NESIGURNOSTI REZULTATA MERENJA

Procena merne nesigurnosti predstavlja jednu od ključnih komponenti u svim metrološkim primenama. Naime, u metrologiji svakom rezultatu merenja mora da bude pridružena odgovarajuća merna nesigurnost. Bez merne nesigurnosti, rezultati merenja se ne mogu upoređivati ni međusobno, a ni sa bilo kakvim referentnim vrednostima propisanim standardima ili drugim važećim dokumentima. Zbog toga je neophodno da postoji primenljiva, lako razumljiva i opšte prihvaćena procedura za karakterisanje kvaliteta rezultata merenja, odnosno za procenu merne nesigurnosti. Merna nesigurnost je parameter koji se pridružuje rezultatu merenja, i koji karakteriše disperziju vrednosti pridruženu merenoj veličini, i to korišćenjem tzv. "razumnog" pristupa. Na ovom mestu je potrebno istaći da je i rezultatima merenja, dobijenih mrežom EMF senzora koja je predmet ovog projekta, neophodno pridružiti mernu nesigurnost.

Dokument "*Guide to the expression of uncertainty in measurement*" definisan od strane JCGM (*Joint Committee for Guides in Metrology*) predstavlja *de facto* standard za

oblast procene merne nesigurnosti. Da bi se tačno i ispravno predstavio rezultat merenja u praksi, potrebno je navesti nedvosmisleni procenu fizičke veličine dobijenu merenjem i odgovarajuću vrednost merne nesigurnosti. Za potrebe ispitivanja usklađenosti nekog proizvoda sa propisanim specifikacijama, kao što je slučaj instalacije radio-predajnika sa referentnim graničnim nivoima, pored vrednosti rezultata merenja u obzir mora biti uzeta i vrednost merne nesigurnosti.

Pre definisanja osnovnih postupaka za analizu merne nesigurnosti, u nastavku su navedene definicije osnovnih metroloških pojmova:

- **Tačna vrednost** - Pretpostavlja se da fizička veličina koja se meri ima kvantitativnu vrednost koja se označava kao tačna vrednost i koja se merenjem aproksimira manje ili više precizno.
- **Greška i merna nesigurnost** - Pojmovi greška i merna nesigurnost se često koriste kao sinonimi. Međutim, u suštini ovi pojmovi se odnose na dve različite stvari. Pod greškom se podrazumeva razlika između ishoda merenja i tačne vrednosti. Ova razlika (greška) se može utvrditi tek kada se proceni tačna vrednost. Procenjenoj tačnoj vrednosti se pridružuje merna nesigurnost. Za razliku od grešaka koje se mogu ispraviti, merna nesigurnost ukazuje na vrednost onoga što je ostalo neodređeno u vezi sa utvrđivanjem tačne vrednosti i ne može se ispraviti.
- **Rezolucija** - Rezolucija je karakteristika instrumenta koja daje podatak o mogućnosti razdvajanja dve bliske, ali različite vrednosti merene fizičke veličine.
- **Osetljivost** - Osetljivost je najmanja vrednost promene fizičke veličine koja se može izmeriti mernim sistemom. Osetljivost je karakteristika mernog instrumenta i merne metode koja se koristi.
- **Ponovljivost** - Ponovljivost predstavlja meru koja opisuje rezultate dobijene sprovođenjem uzastopnih merenja iste merene fizičke veličine sa istim mernim sistemom, korišćenjem iste merne metode, na istoj lokaciji i u kratkom vremenskom intervalu. Jasno je da se merenjima ovog tipa isključuju promene sistematskih efekata. Iz tog razloga, smatra se da se ponovljivost odnosi na slučajne izvore merne nesigurnosti.
- **Tačnost** - Tačnost je mera bliskosti ishoda merenja i tačne vrednosti. Tačnost je mera nesigurnosti koja potiče od nedovoljnog poznavanja sistematske greške.
- **Preciznost** - Preciznost je mera pouzdanosti mernog sistema, odnosno karakteristika mernog sistema da se ponovnim merenjem pod nepromenjenim uslovima dobije približno isti rezultat. Preciznost se često pogrešno koristi umesto pojma tačnost. Za razliku od tačnosti, preciznost se ne može definisati za jedno merenje. Merni sistem može biti tačan i neprecizan, precizan i netačan, neprecizan i netačan ili precizan i tačan. Na primer, ako neki merni sistem ima sistematsku grešku, povećavanje broja odbiraka generalno povećava preciznost, ali ne povećava tačnost. Sa druge strane, eliminisanje sistematskih grešaka poboljšava tačnost, ali ne menja preciznost.
- **Standardna merna nesigurnost** - Standardna merna nesigurnost predstavlja mernu nesigurnost rezultata merenja koja je izražena kao standardna devijacija.
- **Relativna standardna merna nesigurnost** - U praksi se veoma često standardna merna nesigurnost izražava kao relativna vrednost standardne merne nesigurnosti i izmerene vrednosti fizičke veličine.
- **Kombinovana standardna merna nesigurnost** - Kombinovana standardna merna nesigurnost predstavlja standardnu mernu nesigurnost rezultata merenja

određenu kombinovanjem standardnih mernih nesigurnosti ulaznih veličina (parametara).

- **Interval pokrivenosti** - Interval vrednosti merene fizičke veličine, u kojem se nalazi tačna vrednost sa definisanom verovatnoćom, naziva se interval pokrivenosti.
- **Verovatnoća pokrivenosti** - Verovatnoća da se tačna vrednost merene fizičke veličine nalazi u definisanom intervalu pokrivenosti, naziva se verovatnoća pokrivenosti.
- **Faktor pokrivenosti** – Faktor pokrivenosti (ponekad se naziva i faktor proširenja) predstavlja broj veći od jedan, kojim se množi vrednost kombinovane standardne merne nesigurnosti da bi se dobila vrednost proširene merne nesigurnosti. Ovaj faktor zavisi od raspodele koja odgovara fizičkoj veličini koja se meri i izabrane verovatnoće pokrivenosti.
- **Proširena merna nesigurnost** - Proširena merna nesigurnost predstavlja proizvod kombinovane standardne merne nesigurnosti i faktora proširenja.
- **Procena merne nesigurnosti tipa A** - Procena komponenti merne nesigurnosti korišćenjem statističke analize rezultata merenja fizičke veličine spovedenih po definisanim uslovima za merenje, naziva se procena merne nesigurnosti tipa A.
- **Procena merne nesigurnosti tipa B** - Procena komponenti merne nesigurnosti korišćenjem bilo koje druge metode izuzev metode tipa A, naziva se procena merne nesigurnosti tipa B.

Da bi se kvalitetno izmerila vrednost neke fizičke veličine, neophodno je poznavati model mernog sistema, kao i funkcionalne relacije koje postoje između merene fizičke veličine Y i određenog broja drugih značajnih veličina X_i (ulaznih parametara) sa kojima je veličina koja se meri povezana. Čak i u jednostavnim slučajevima, u kojima merni instrument direktno prikazuje vrednost intenziteta električnog polja, merenje je u suštini indirektno. To praktično znači da izmerena vrednost zavisi od određenog broja ulaznih veličina X_i .

Zakon propagacije nesigurnosti (propagacije raspodela verovatnoća) definiše efekat koji merne nesigurnosti ulaznih veličina imaju na konačni rezultat. Ovaj zakon, u stvari, predstavlja metod za kombinovanje mernih nesigurnosti ulaznih veličina da bi se odredila vrednost merne nesigurnosti rezultata merenja. Svaki put kad procena merne nesigurnosti podrazumeva više ulaznih parametara, primena propagacije nesigurnosti je neophodna za određivanje merne nesigurnosti rezultata. Pored zakona propagacije nesigurnosti mogu se koristiti analitičke metode i MCM (*Monte Carlo method*) metod. Analitičke metode se primenjuju kad je moguće odrediti aritmetički izraz za raspodelu verovatnoća krajnjeg rezultata, i mogu biti primenjene samo u relativno prostim slučajevima. Korišćenjem MCM metoda, raspodela verovatnoća krajnjeg rezultata određuje se numeričkim putem, kombinovanjem raspodela verovatnoća ulaznih parametara.

Polazeći od sveobuhvatnih i detaljnih analiza datih u dokumentu “*Guide to the expression of uncertainty in measurement*”, estimat merene veličine se može napisati kao funkcija:

$$y=f(x_1, x_2, \dots, x_N) \quad (4.9)$$

gde je x_i skup opservacija ili procena vrednosti veličina X_i .

Znajući standardne merne nesigurnosti (standardne devijacije) ulaznih veličina X_i , može se izvesti standardna devijacija izlazne veličine Y , u skladu sa zakonom propagacije nesigurnosti koji je prvenstveno primenljiv za nekorelisane ulazne promenljive. U tom

slučaju, kombinovana (ukupna) standardna merna nesigurnost izlazne veličine $u_c(y)$ može se predstaviti u formi:

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \cdot u^2(x_i) = \sum_{i=1}^N c_i^2 \cdot u^2(x_i) \quad (4.10)$$

gde su:

- $u(x_i)$ - standardne merne nesigurnosti ulaznih vrednosti x_i ,
- $c_i = (\partial f / \partial x_i)$ - koeficijenti osetljivosti, i
- $u_c(y)$ - kombinovana standardna merna nesigurnost koja predstavlja estimat standardne devijacije koja karakteriše disperziju izlaznih vrednosti i koja se može pridružiti merenim vrednostima.

Praktično, koeficijenti osetljivosti c_i definišu uticaj promene procene ulaznog parametra x_i na procenu izlazne veličine y , odnosno definišu koliko je y "osetljiv" na promenu ulaznog parametra. Zbog toga se oni u statističkom smislu smatraju težinskim koeficijentima kojima se množe standardne merne nesigurnosti ulaznih parametara, kako bi se odredila kombinovana standardna nesigurnost.

Načini procene standardne merne nesigurnosti se u osnovi klasifikuju u dve kategorije: procena standardne merne nesigurnosti tipa A i procena standardne merne nesigurnosti tipa B. U slučaju procene standardne merne nesigurnosti tipa A radi se o statističkim uzorku, koji potiče iz serije ispitivanja vrednosti fizičke veličine. Na ovaj uzorak se primenjuju standardni statistički alati u cilju određivanja najbolje procene vrednosti fizičke veličine i njene standardne devijacije. U slučaju procene standardne merne nesigurnosti tipa B ne postoji statistički uzorak, već samo podatak koji potiče ili iz eksternog izvora (kao što su tehničke specifikacije uređaja ili uverenja o etaloniranju) ili je to izbor operatora (npr., u slučaju kada su sistematski efekti slabo poznati i kada se pravi njihova procena kako bi se sprovele neophodne korekcije). Procena odgovarajuće standardne devijacije se u tom slučaju ne sprovodi uobičajenim statističkim metodama.

Kombinovanoj standardnoj mernoj nesigurnosti koja odgovara rezultatu merenja generalno se pridružuje interval pokrivenosti. Interval pokrivenosti je interval u kome se sa unapred definisanom verovatnoćom nalazi tačna vrednost merene fizičke veličine. Naime, umesto da se ispitivana fizička veličina procenjuje samo preko jedne jedinstvene vrednosti, uvodi se interval vrednosti u okviru koga se sa unapred definisanom verovatnoćom nalazi tačna vrednost ispitivane veličine. Kvantitativna procena merne nesigurnosti koja ispunjava ovaj zahtev naziva se proširena merna nesigurnost. Proširena merna nesigurnost se dobija množenjem kombinovane standardne merne nesigurnosti sa odgovarajućim faktorom k (faktor pokrivenosti) čije su vrednosti najčešće između 1.96 i 3.

Određivanje intervala pokrivenosti, koji svakako zavisi od odgovarajuće raspodele verovatnoće, sastoji se u identifikovanju dve granice u okviru kojih se tačna vrednost merene veličine može naći sa definisanom verovatnoćom (odnosno nivoom poverenja). Pri tome, posebno treba naglasiti da prilikom određivanja intervala pokrivenosti postoji problem koji se sastoji u tome što se zapravo ne zna tačna raspodela verovatnoće izlazne veličine, već samo njena procena.

Da bi se adekvatnije procenila kombinovana merna nesigurnost, moguće je procenu merne nesigurnosti vršiti korišćenjem više metoda, polazeći od onih jednostavnijih koje podrazumevaju velike vrednosti (konzervativne metode, manje tačne metode), ka metodama sa razumno pouzdanim vrednostima gde se prilikom procene merne nesigurnosti posmatraju samo određeni intervali ulaznih parametara.

Procena merne nesigurnosti rezultata merenja elektromagnetnog polja podrazumeva primenu osnovnih statističkih pravila uz adekvatno razumevanje metode merenja, kao i načina rada instrumenata koji se koriste. Generalno, merna nesigurnost se može proceniti uzimajući u obzir generičke (kataloške) vrednosti svih mernih nesigurnosti značajnih ulaznih parametara. Takvim pristupom se dobijaju relativno velike vrednosti procenjene merne nesigurnosti rezultata merenja. Ipak, procenjena merna nesigurnost se može značajno smanjiti ako se raspolaže preciznijim informacijama o karakteristikama elektromagnetnog polja koje se ispituje, kao i o karakteristikama mernog sistema. Za ove potrebe standardno se koriste kako tehničke specifikacije, tako i podaci iz uverenja o etaloniranju mernih instrumenata.

Da bi se procenila merna nesigurnost, generalno je potrebno poznavati model mernog sistema. U slučaju koji se ovde razmatra merenje se obavlja integrisanim mernim sistemom koji direktno prikazuje izmerene vrednosti. Ovakvo merenje, kao što je već ranije navedeno, ipak se smatra indirektnim. U ovom slučaju procena merne nesigurnosti se izvodi uglavnom na osnovu parametara koji se mogu naći u tehničkim specifikacijama i uverenjima o etaloniranju mernog sistema, a na osnovu pridruženih standardnih mernih nesigurnosti.

U nastavku je dat uopšteni pregled najznačajnijih komponenti koje mogu doprineti mernoj nesigurnosti rezultata merenja intenziteta elektromagnetnog zračenja. U svakom konkretnom slučaju, prilikom procene ukupne merne nesigurnosti potrebno je uzeti u obzir samo one komponente koje su od značaja za konkretan merni sistem, kao i korišćene metode merenja,

4.5.1 Nesigurnost etaloniranja mernog sistema

U fazi etaloniranja, merni sistem se postavlja u konstantno električno polje poznatog intenziteta. Ovaj intenzitet električnog polja se obezbeđuje sa izvesnom nesigurnošću koja direktno zavisi od kalibracionog lanca: mernog uređaja, korišćene antene, karakteristika merne prostorije, TEM ćelija, itd. Ovaj nivo nesigurnosti odgovara zapravo mernoj nesigurnosti laboratorije za etaloniranje (to su vrednosti koje su navedene u obimu akreditacije laboratorije) i one zavise od vrednosti nivoa polja i frekvencije.

Laboratorije za etaloniranje, za svaku pojedinačnu vrednost, u uverenje o etaloniranju upisuju odgovarajuću vrednost proširene merne nesigurnosti. Smatra se da je funkcija gustine verovatnoće za ovaj tip nesigurnosti Gausovog tipa.

4.5.2 Nesigurnost frekvencijskog odziva mernog sistema

Standardno, u okviru tehničkih specifikacija mernog sistema navodi se širina propusnog opsega merne sonde i podatak o tome koliko je karakteristika prenosa ravna u okviru propusnog opsega (nepravilnost karakteristike se se izražava u dB ili u %). Ovaj podatak je od velikog značaja za procenu merne nesigurnosti u situacijama kada radne frekvencije elektromagnetnih izvora nisu poznate, kao i u slučaju merenja kompleksnih elektromagnetnih polja koja potiču od više izvora. Funkcija gustine verovatnoće za ovaj tip nesigurnosti je pravougaona (uniformna).

4.5.3 Nesigurnost koja potiče od nelinearnosti

Podatak o nesigurnosti koja potiče od nelinearnosti može se naći u tehničkim specifikacijama i/ili uverenjima o etaloniranju. Treba posebno naglasiti da podaci o nelinearnosti važe samo pod pretpostavkom da se razmatraju vrednosti intenziteta električnog

polja koje nisu na granici osetljivosti uređaja. Smatra se da je funkcija gustine verovatnoće pravougaona.

4.5.4 Nesigurnost interpolacije faktora antene

Tokom etaloniranja, faktori antene se određuju za diskretne radne frekvencije. Za frekvencije koje ne odgovaraju frekvencijama za koje su određeni faktori antene vrši se interpolacija. Interpolacioni postupak unosi dopunsku nesigurnost. Nesigurnost ovog tipa može se odrediti na osnovu uverenja o etaloniranju. Smatra se da je funkcija gustine verovatnoće za ovaj tip nesigurnosti Gausovog tipa.

4.5.5 Nesigurnost koja potiče od anizotropije

Anizotropija se definiše kao maksimalno odstupanje od geometrijske srednje vrednosti minimalne i maksimalne izmerene vrednosti kada se senzor rotira oko ortogonalnih osa (npr., držača sonde, itd.). Anizotropija se može odrediti koristeći sledeći izraz:

$$A = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{E_{\max}}{\sqrt{E_{\max} \cdot E_{\min}}} \right) \quad (4.11)$$

gde je E izmerena vrednost intenziteta električnog polja.

Smatra se da je funkcija raspodele verovatnoće za nesigurnost koja potiče od anizotropije Gausovog tipa.

4.5.6 Nesigurnost koja potiče od temperaturnih varijacija

U okviru tehničkih specifikacija senzora standardno se navode ili najveća odstupanja u zavisnosti od temperaturnih promena u definisanom temperaturnom opsegu ili odstupanje po 1°C u odnosu na temperaturu prosečnog radnog okruženja (obično 23°C). Primer: Ako je naveden podatak o devijaciji od $0.02 \text{ dB}/^{\circ}\text{C}$ normalizovano na temperaturu od 23°C , prvo je neophodno razmotriti maksimalni temperaturni radni opseg instrumenta. Ako je temperaturni opseg rada instrumenta od 10 do 40°C , maksimalni varijacija u odnosu na 23°C je 17°C što odgovara maksimalnom odstupanju od 0.34dB . Podrazumevajući da je funkcija raspodele verovatnoće pravougaona, relativna standardna nesigurnost iznosi 2.3% .

4.5.7 Nesigurnost koja potiče od neprilagođenja

Kada se dva elementa radio-opreme povežu međusobno, u izvesnoj meri dolazi do pojave neprilagođenja. U vezi sa ovim neprilagođenjem uvodi se posebna komponenta nesigurnosti. Prema uputstvu proizvođača, gornja granica nesigurnost u koja potiče od neprilagođenja određuje se na sledeći način:

$$u = 100 \cdot \Gamma_e \Gamma_a \quad \% \quad (4.12)$$

gde je Γ_e koeficijent refleksije analizatora, a Γ_a koeficijent refleksije merne sonde.

Tačne vrednosti faktora neprilagođenja (koji inače u RF kolima ima kompleksnu vrednost) obično nisu poznate za pojedinačne frekvencijske komponente, ali se po principu vrednosti najgoreg slučaja može koristiti vrednost faktora određenog za ceo frekvencijski opseg. Takav pristup se primenjuje i za potrebe izračunavanja ukupne merene nesigurnosti. Naravno, na ovaj način se generalno dobijaju veće vrednosti merne nesigurnosti nego što se zaista odnose na konkretan slučaj. Smatra da ovaj nesigurnosti odgovara funkcija raspodele verovatnoće U tipa.

4.5.8 Nesigurnost koja potiče od rezolucije mernog sistema

Nesigurnost rezolucije mernog sistema potiče od diskretne prirode indikatora mernog sistema. Standardna nesigurnost koja potiče od rezolucije mernog sistema određuje se kao maksimalni količnik polovine rezolucije mernog sistema i vrednosti koja se meri u opsegu rada mernog sistema. Pri tome, podrazumeva se da je funkcija raspodele pravougaona.

4.5.9 Nesigurnost koja potiče od električnog šuma

Električni šum predstavlja signal detektovan od strane mernog sistema čak i u situaciji kada izvor elektromagnetnog polja koji se ispituje ne radi, tj. ne vrši se emisija. Izvori ovog signala podrazumevaju radio-frekvencijski šum (prekidački uređaji, uzemljenje sistema napajanja laboratorije, itd.), elektrostatičke efekte (pomeranje merne sonde, kretanje ljudi, itd.) i druge efekte (osvetljenje, temperatura, itd.). Nivo električnog šuma se određuje tako što se na tri različita načina grubo skenira frekvencijski opseg, pri čemu je izvor elektromagnetnog polja koji se ispituje isključen. Ako se u svim ispitivanim slučajevima dobije vrednost koja je najmanje 25dB ispod najniže vrednosti nivoa elektromagnetnog polja koje se ispituje, nesigurnost koja potiče od ovog šuma treba da se zanemari.

4.5.10 Nesigurnost koja potiče od lanca snage

Neprilagođenje u lancu snage dovodi do nesigurnosti u proceni emitovane snage preko snage izmerene od strane mernog sistema.

4.5.11 Nesigurnost koja potiče od nestabilnosti postavljene snage izvora

Nestabilnost ovog tipa potiče od elektronskih sklopova izvora elektromagnetnog polja koje se ispituje, kao i od temperature i vlažnosti. Po pravilu, ukupna greška ovog tipa manja je od 5%. Pri tome, podrazumeva se da je funkcija raspodele pravougaona. Na ovom mestu posebno treba naglasiti da izvori elektromagnetnog polja koji po tipu pripadaju savremenim profesionalnim radio-sistemima (bazne stanice javnih mobilnih sistema, TV i FM radio-predajnici, satelitski predajnici itd.) po pravilu rade u kontrolisanim ambijentalnim uslovima (korišćenje klima uređaja, dehidrata, ...). Nesigurnost koja potiče od nestabilnosti postavljene snage izvora u ovom slučaju manja je od 2%. U svim ostalim slučajevima koristi se vrednost od 5% predviđena standardom.

4.5.12 Nesigurnost koja potiče od varijabilnosti uzrokovane okruženjem

Varijabilnost uzrokovana okruženjem potiče od više faktora:

- od reflektovanih talasa,
- od tačnosti pozicioniranja izvora i mernog sistema,
- od uticaja kablova i merne opreme,
- od pozadinskog nivoa elektromagnetnog polja.

4.5.13 Nesigurnost koja potiče od tela ispitivača

Eventualno prisustvo tela ispitivača tokom sprovođenja merenja utiče na rezultat merenja, pa se u ovom slučaju merna nesigurnost ovoga tipa mora uzeti u obzir.

4.5.14 Nesigurnost koja potiče od prostornog usrednjavanja (*Post-Processing*)

Jedna od karakteristika propagacije elektromagnetnih talasa jeste prostiranje po višestrukim putanjama. Ova pojava dovodi do vremenske i prostorne nestabilnosti nivoa signala na prijemu (*fading*). Prema standardima, da bi se procenila izloženost ljudi elektromagnetnom polju neophodno je sprovesti višestruka ispitivanja (na linijski ili površinski definisanim pozicijama), kao i naknadne obrade rezultata tih ispitivanja (tj. izvršiti prostorno usrednjavanje).

4.5.15 Nesigurnost ponovljivosti merenja

Pored prethodno navedenih nesigurnosti koje potiču od mernog sistema, da bi se odredila ukupna merna nesigurnost u obzir se moraju uzeti i slučajne greške koje su posledica nepredvidivosti uslova tokom ispitivanja (nesigurnost ponovljivosti merenja pod istim uslovima).

Između ostalog, kroz ovu nesigurnost implicitno se u obzir mogu uzeti nesigurnost koja potiče od električnog šuma, nesigurnost koja potiče od lanca snage, nesigurnost koja potiče od tela ispitivača i nesigurnost koja potiče od varijabilnosti uzrokovane okruženjem. U tom slučaju, njih nije potrebno posebno uzimati u obzir prilikom proračuna ukupne merne nesigurnosti.

Nesigurnosti ovog tipa se određuju statističkom analizom serije ponovljenih merenja (pod istim uslovima). U prvom koraku određuju se srednja vrednost E_{meas} i standardna devijacija $\sigma(E_{meas})$:

$$E_{meas} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E_{meas\ i} \quad (4.13)$$

$$\sigma(E_{meas}) = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (E_{meas\ i} - E_{meas})^2} \quad (4.14)$$

gde $E_{meas\ i}$ označava ishod i -tog merenja od ukupno N merenja.

Relativan odnos standardne devijacije $\sigma(E_{meas})$ i srednje vrednosti E_{meas} definiše relativnu standardnu mernu nesigurnost ponovljivosti merenja u :

$$u = \frac{\sigma(E_{meas})}{E_{meas}} \quad (4.15)$$

Za potrebe određivanja nesigurnosti ponovljivosti merenja, merenja treba ponoviti pod istim uslovima najmanje 5 puta.

4.5.16 Nesigurnost koja potiče od telekomunikacionog saobraćaja

U slučaju pojedinih tipova radio-predajnika (bazne stanice javne mobilne telefonije, bazne stanice sistema namenjenih za prenos podataka, ...), nivo elektromagnetne emisije direktno zavisi od saobraćajnog opterećenja. Iz tog razloga, u obzir se mora uzeti dopunska nesigurnost koja potiče od telekomunikacionog saobraćaja. Vrednost nesigurnosti ovog tipa, određuje se na osnovu dnevnog profila saobraćaja dobijenog od imalaca sistema koji se ispituju (po pravilu operatora).

Ipak na ovom mestu treba naglasiti da se u okviru mreže EMF senzora koja je predmet ovog projekta, sprovodi kontinuirano praćenje intenziteta električnog polja u dužem vremenskom periodu. Na taj način se u obzir uzimaju varijacije nivoa zračenja koje potiču od telekomunikacionog saobraćaja. Zbog toga, u konkretnom slučaju ovu mernu nesigurnost nije neophodno uzimati u obzir.

4.5.17 Kombinovana standardna merna nesigurnost

Vrednosti nesigurnosti koje potiču direktno od mernog sistema (na osnovu uverenja o etaloniranju i tehničkih specifikacija) u principu se mogu određivati na dva načina:

- Usvajanjem odgovarajućih vrednosti iz opsega vrednosti veličine koja se ispituje (npr., razmatraju se samo podaci iz frekvencijskog opsega izvora koji se ispituju, vrednost temperature i sl.). Na ovaj način se dobijaju manje vrednosti ukupne merne nesigurnosti, ali se za svako ispitivanje zahteva sprovođenje postupka utvrđivanja vrednosti pojedinačnih nesigurnosti koje potiču od mernog sistema.
- Usvajanjem vrednosti iz šireg (ili celokupnog) opsega rada instrumenta, pri čemu se dobijaju veće vrednosti ukupne merne nesigurnosti, ali se utvrđivanje vrednosti pojedinačnih nesigurnosti koje potiču od mernog sistema sprovodi samo jedanput.

Polazeći od pretpostavke da su pojedinačni uzroci međusobno nekorelisani, ukupna merna nesigurnost se određuje kao kvadratni koren zbira kvadrata pojedinačnih nesigurnosti.

4.5.18 Proširena merna nesigurnost

Proširena merna nesigurnost se dobija množenjem ukupne merne nesigurnosti faktorom $k=1.96$, koji odgovara intervalu poverenja od 95%, kao što je predloženo standardima.

4.5.19 Procena ukupne merne nesigurnosti definisana preporukom ITU-T K.83 (2011)

U okviru preporuke ITU-T K.83 (2011), koja daje smernice za sprovođenje dugoročnih merenja za potrebe praćenja (monitoringa) intenziteta elektromagnetnog polja, dat je postupak za procenu ukupne merne nesigurnosti rezultata mernja, U tabeli 4.1, naveden je način procene merne nesigurnosti definisan u okviru preporuke ITU-T K.83 (2011). Na ovom mestu potrebno je istaći da je u okviru ovog projekta predviđeno korišćenje mreže fiksnih EMF senzora za merenje intenziteta električnog polja. Rezultatima ovih merenja neophodno je pridružiti mernu nesigurnost. Procena navedene merne nesigurnosti može biti sprovedena u skladu sa tabelom 4.1, pri čemu, zbog konkretnog načina merenja, mernu nesigurnost koja potiče od prostornog usrednjavanja (*Post-Processing*) i mernu nesigurnost koja potiče od tela ispitivača treba zanemariti. Ipak, preporučuje se da se prilikom određivanja merne nesigurnosti uzme u obzir i metoda za procenu merne nesigurnosti koju dostavi proizvođač mernog sistema, sa obzirom da specifičnosti mernog sistema direktno utiču na mernu nesigurnost.

Error sources	Description	Uncertainty value % uv_i	Probability distribution	Divisor k_i	c_i	Standard uncertainty % $u_i = uv_i/k_i$
Measurement equipment						
Calibration	[EN 50383]		Normal	1 or k	1	
Isotropy	[EN 50383]		Normal	1 or k	1	
Linearity	[EN 50383]		Rectangular	$\sqrt{3}$	1	
Measurement device			Normal	1 or k	1	
Noise			Normal	1	1	
Mismatch	[EN 50383]		U-shape	$\sqrt{2}$	1	
Influence of temperature and humidity on the measurement equipment	[EN 50383]		Rectangular	$\sqrt{3}$	1	
Environmental parameters						
Perturbation by environment			Rectangular	$\sqrt{3}$	1	
Influence of the body	[EN 50492]		Rectangular			
Post-processing						
Spatial averaging	[EN 50492]		Rectangular	$\sqrt{3}$	1	
Combined standard uncertainty			$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^m c_i^2 \cdot u_i^2}$			
Expanded uncertainty (confidence interval of 95%)			Normal			$u_e = 1.96 \cdot u_c$

Tabela 4.1 - Procena merne nesigurnosti u skladu sa preporukom ITU-T K.83 (2011)

4.5.20 Procena ukupne merne nesigurnosti definisana preporukom ITU-T K.113 (2015)

Preporuka ITU-T K.113 (2015), koja daje smernice za generisanje mapa intenziteta radio-frekvencijskih elektromagnetnih polja u velikim geografskim zonama gradova i drugih teritorija države, definiše postupak za procenu ukupne merne nesigurnosti rezultata merenja. U tabeli 4.2, dat je način procene merne nesigurnosti definisan u okviru preporuke ITU-T K.113 (2015). Na ovom mestu je potrebno istaći da je u okviru ovog projekta predviđeno korišćenje mobilnog senzora za generisanje mapa intenziteta električnog polja (po principu *drive test* merenja). Rezultatima ovih merenja neophodno je pridružiti mernu nesigurnost. Procena navedene merne nesigurnosti može biti sprovedena u skladu sa tabelom 4.2. Ipak, preporučuje se da se prilikom određivanja merne nesigurnosti uzme u obzir i metoda za procenu merne nesigurnosti koju dostavi proizvođač mernog sistema, sa obzirom da specifičnosti mernog sistema direktno utiču na mernu nesigurnost.

Error sources	Uncertainty value % uv_i	Probability distribution	Divisor k_i	c_i	Standard uncertainty % $u_i = uv_i/k_i$
Measurement equipment					
Calibration		Normal	2	1	
Isotropy		Rectangular	$\sqrt{3}$	1	
Linearity		Rectangular	$\sqrt{3}$	1	
Frequency response		Rectangular	$\sqrt{3}$	1	
Environmental parameters					
Influence of temperature and humidity in the measuring equipment		Rectangular	$\sqrt{3}$	1	
Influence of the vehicle		Rectangular	$\sqrt{3}$	1	
Post-processing					
Combined standard uncertainty			$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^m c_i^2 \cdot u_i^2}$		
Expanded uncertainty (confidence interval of 95%)		Normal			$u_e = 1.96 \cdot u_c$

Tabela 4.2 - Procena merne nesigurnosti u skladu sa preporukom ITU-T K.113 (2015)

4.5.21 Zaključak

Kao što je već navedeno, u mernoj metrologiji svakom rezultatu merenja mora da bude pridružena odgovarajuća merna nesigurnost. Bez merne nesigurnosti, rezultati merenja se ne mogu upoređivati ni međusobno, a ni sa bilo kakvim referentnim vrednostima propisanim standardima ili drugim važećim dokumentima. Zbog toga je neophodno da postoji procedura za procenu merne nesigurnosti, koja mora da uzme u obzir korišćeni merni sistem, kao i korišćenu metodu merenja. Prilikom poređenja rezultata merenja elektromagnetnog zračenja sa normama kojima se ograničava izlaganje ljudi, potrebno je uzeti u obzir proširenu mernu nesigurnosti sa intervalom poverenja od 95%.

5. PREGLED POSTOJEĆEG STANJA KOMERCIJALNO DOSTUPNIH SENZORA

5.1 VRSTE SENZORA ZA MERENJE ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA

Sa stanovišta mobilnosti senzora, trenutno na tržištu postoje četiri vrste senzora kojima se može meriti elektromagnetno zračenje. To su:

- stacionarni senzori,
- mobilni senzori,
- personalni senzori, i
- portabilni senzori.

Stacionarni senzori se instaliraju na određenu lokaciju i ostaju fiksirani na toj istoj poziciji u veoma dugom vremenskom periodu ili tokom svog celokupnog životnog veka. Ova vrsta senzora je poznata i pod nazivom **fiksni senzori** (u okviru ovog projekta oba naziva će biti ravnopravno korišćena). Fiksni senzori izmerene nivoe šalju na centralnu lokaciju (u centralnu bazu podataka) gde se oni skladište i dalje procesiraju.

Mobilni senzori su uređaji koji omogućavaju merenje nivoa elektromagnetnog zračenja sa vozilom u pokretu. Obično se merenja vrše po unapred predefinisanim rutama.

Personalni senzori su uređaji koje koriste pojedinačni fizički korisnici (građani) u cilju merenja nivoa elektromagnetnog zračenja u svojim kućama i stanovima, ali i na svim drugim mestima gde provode svoje vreme. Za personalne senzore se mogu koristiti i drugi nazivi: **personalni ekspozimetri** ili samo **ekspozimetri**.

Portabilni senzori se takođe nazivaju **nomadskim sensorima** (u okviru ovog projekta ova dva naziva će se koristiti ravnopravno). Portabilni senzori se instaliraju na lokacijama od interesa gde rade određen period vremena (nekoliko dana, nedelja ili meseci) mereći elektromagnetno zračenje. Nakon tog perioda senzori se transportuju i instaliraju na druge lokacije od interesa. Osnovna razlika portabilnih senzora u odnosu na stacionarne senzore jeste u mogućnosti njihove lakše prenosivosti i instalacije. Nekada je teško povući granicu da li je neki senzor fiksni ili nomadski, jer se može koristiti u obe svrhe. U praksi se pokazalo da je isti model senzora korišćen i kao fiksni i kao nomadski, što će se videti u poglavlju 6.

Sa stanovišta vrste merenja koje se sprovodi korišćenjem nekog senzora, trenutno na tržištu postoje dve vrste senzora. To su:

- širokopoljasni
- selektivni

Selektivni senzori mogu biti *band*-selektivni ili selektivni po predajniku (izvoru emisije). U prethodnom poglavlju su detaljno opisana i širokopoljasna i obe vrste selektivnih merenja.

5.2 KOMERCIJALNO DOSTUPNI SENZORI

U okviru ovog poglavlja opisana su EMF senzorska rešenja onih proizvođača koji poseduju značajne reference, tačnije realizovane projekte implementacije mreža senzora za monitoring EMF zračenja. Realizovane mreže senzora koje su analizirane i razmatrane u okviru ovog projekta po zahtevima su slični senzorskoj mreži koju RATEL planira da realizuje na teritoriji Republike Srbije, a koja je predmet ove studije. Dakle, opisana su isključivo proverena rešenja proizvođača koji su realizovali veće ili manje projekte u sledećim zemljama: Italija, Grčka, Rumunija, Slovačka, Nemačka, Španija, Francuska, Austrija, Švajcarska, Brazil, Kina, Kolumbija, Mađarska i Turska. Pregled realizovanih projekata u ovim zemljama dat je u glavi 6.

5.2.1 Senzor NARDA 8059

Na slici 5.1 prikazano je komercijalno dostupno rešenje NARDA 8059. U pitanju je širokopoljasni senzor. Kod ovog senzora, postoji mogućnost izbora tipa sonde na koji način se definiše širina spektra koji se meri. Dimenzije senzora NARDA 8059 su 112 x 112 x 730 mm i težak je između 6.5kg i 7.7kg u zavisnosti od verzije senzora i izabranih sondi. Ovaj senzor ima mogućnost merenja električnog polja u širokom opsegu učestanosti i magnetnog polja na niskim učestanostima. Moguće je senzor konfigurisati sa najviše dve sonde. Na primer, može se izabrati sonda koja meri magnetno polje na učestanostima od 10 Hz do 5 kHz, i sonda koja meri intenzitet električnog polja na učestanostima od 100 kHz do 7 GHz.



Slika 5.1 - NARDA 8059 širokopoljasni senzor

Senzor NARDA 8059 spada u grupu fiksnih senzora, ali tokom svog životnog veka se može demontirati i premeštati sa lokacije na lokaciju (uloga nomadskog senzora). U implementaciji, moguće je izabrati i staviti u senzor maksimalno dve sonde iz grupe raspoloživih senzora prikazanih u tabeli 5.1.

TIP SONDE	OPSEG
E field probe EP-1B-04	10 Hz-5 kHz
E field probe EP-1B-01	100 kHz-3 GHz
E field probe EP-1B-03	100 kHz-7 GHz
Tri-Band EP-3B-01	širokopoljasno: 100 kHz-3 GHz / niži opseg: 100 kHz-862 MHz / viši opseg: 933 MHz-3 GHz
Quad-Band EP-4B-01	širokopoljasno: 100 kHz-3 GHz plus GSM i UMTS opsezi
Quad-Band EP-4B-02	širokopoljasno: 100 kHz-7 GHz plus GSM i UMTS opsezi
Magnetic field probe EP-1B-01	10 Hz-5 kHz

Tabela 5.1 - Tipovi sonde koje može koristiti NARDA 8059 širokopoljasni senzor

Ukoliko se u implementaciji izabere rad sa dve sonde, tada senzor radi u tzv. *dual*-mod režimu. Ovaj senzor ima mogućnost da se nabavi sa solarnim napajanjem i sa baterijskim napajanjem (dopunjiva baterija, punjenje preko USB punjača). Da bi se omogućila potpuna autonomija rada senzora, potrebno je koristiti varijantu senzora sa oba izvora energije. U slučaju samo solarnog napajanja, autonomija rada ovog senzora u lošim vremenskim uslovima je veća od 80 dana. Senzor NARDA 8059 poseduje internu memoriju od 128 MB, kao i 2G modem (GSM/GPRS) koji omogućava transfer izmerenih podataka od senzora do centralnog servera, ali i transfer konfiguracionih podataka od servera do senzora uz pomoć specijalizovanog AMS-8059-SW-02 PC softvera koji dolazi u paketu sa senzorima.

Izmereni podaci se prenose u binarnom ASCII formatu korišćenjem FTP protokola. Zahvaljujući tome, ovaj senzor se lako može integrisati u bilo koji sistem za skladištenje i prezentaciju izmerenih podataka. Senzor 8059 ima ugrađen GPS i poseduje mogućnost alarmiranja kroz sistem slanjem SMS poruka. Alarmi koji postoje su: prekoračenje dozvoljene granice za jačinu elektromagnetnog polja, kapacitet baterije je pao ispod konfigurisanog praga, interna memorija je puna, vrata na senzorskoj jedinici su otvorena, kao i alarm kalibracija je istekla. Uloga GPS-a je značajna u onim situacijama kada se ovaj senzor koristi kao nomadski. Ovaj senzor ima i Ethernet, RS232 i USB interfejs.

5.2.2 Senzor NARDA 8061

Na slici 5.2 je prikazano komercijalno dostupno rešenje NARDA 8061. U pitanju je selektivni senzor. Dimenzije senzora su 660 x 95 x 600 mm i težak je oko 34kg. U operativnom radu može se izabrati do 20 frekvencijskih opsega između 100 kHz i 6 GHz koji se mogu selektivno meriti. Opsezi koji se mere (sa stanovišta centralne učestanosti i širine opsega) mogu se proizvoljno konfigurisati i tokom životnog veka senzora prekonfigurisati proizvoljan broj puta. Ukupna vrednost električnog polja se meri po sve tri ose zasebno za svaki izabrani opseg i snima u lokalnu memoriju NARDA 8061 senzora. Kapacitet lokalne memorije je 1 GB. Kao i u slučaju 8059 senzora, i ovaj senzor spada u stacionarne senzore, mada može biti premeštan sa lokacije na lokaciju tokom svog životnog veka (može se koristiti i u funkciji nomadskog senzora).



Slika 5.2 - NARDA 8061 selektivni senzor

Senzor 8061 se, kao i 8059 varijanta, sa stanovišta napajanja može nabaviti u dve varijante. U prvoj varijanti, senzor 8061 može biti napajan preko solarnog napajanja sa akumulatorskom baterijom u slučaju nepovoljnih vremenskih uslova, a u drugoj varijanti može biti napajan korišćenjem standardnog AC priključka elektromreže. Senzor se može isporučiti sa obe vrste napajanja istovremeno. Senzor poseduje i 2G modem (GSM/GPRS) koji omogućava transfer merenih podataka od senzora do centralnog servera, ali i transfer konfiguracionih podataka od servera do senzora uz pomoć AMS-8061-SW-02 PC softvera. Izmereni podaci se prenose u binarnom ASCII formatu korišćenjem FTP protokola. Zahvaljujući tome, ovaj senzor se lako može integrisati u bilo koji sistem za skladištenje i prezentaciju izmerenih podataka. Senzor NARDA 8061 poseduje funkcionalnost SMS alarmiranja, a ima ugrađen i GPS za pozicioniranje. Alarmi koji postoje su: prekoračenje dozvoljene granice za jačinu elektromagnetnog polja, kapacitet baterije je pao ispod konfigurisanog praga, interna memorija je puna, zaštitna vrata na senzorskoj jedinici su otvorena, kao i alarm kalibracija je istekla. Kao i za 8059 senzor, uloga GPS-a je značajna u onim situacijama kada se senzor koristi kao nomadski. Ovaj senzor ima i Ethernet, RS232 i USB interfejs.

5.2.3 NARDA Drive Test rešenje za mobilni senzor

Verzija prethodno opisanog širokopojasnog senzora NARDA 8059 koja je ITU-T K.113 kompatibilna može se koristiti kao mobilni senzor koji se instalira na krov automobila (pričvršćivanje za krov vozila ostvaruje se korišćenjem jakog stalnog magneta koji je postolje senzora). Ovaj senzor se optičkim kablom povezuje na PC *laptop* računar koji se smešta unutar vozila. Navedenim načinom povezivanja onemogućena je interferencija koja bi dovela u pitanje verodostojnost izmerenih rezultata. Senzor je potpuno autonoman što se tiče napajanja (koriste se akumulatorske baterije) i ne zahteva nikakvo eksterno napajanje, što je takođe dobro sa stanovišta interferencije koju bi moglo da izazove eksterno napajanje. Rezultati merenja se mogu sve vreme pratiti direktno na PC *laptop* računaru unutar vozila.



Slika 5.3 – NARDA širokopojasni senzor na krovu vozila u funkciji mobilnog senzora

5.2.4 NARDA ExpoM ekspozimetar

NARDA ExpoM je personalni RF senzor (ekspozimetar) prikazan na slici 5.4. U pitanju je frekvencijski selektivni senzor koji ima 16 od strane proizvođača unapred definisanih mernih opsega (navednih u tabeli 5.2). U okviru NARDA ExpoM ekspozimetra koristi se izotropna triaksijalna antena, a perioda odabiranja je konfigurabilna u intervalu između 3-6000s.

NARDA ExpoM ekspozimetar ima dimenzije 16 cm x 8 cm x 3-5 cm i težak je 320g. Posедуje GPS i *Bluetooth* modul preko koga se može povezati na *Android* uređaje. Na *Android* uređajima se može instalirati aplikacija koja u realnom vremenu prikazuje izmerene nivoe elektromagnetnog zračenja (intenzitet električnog polja) za sve opsege navedene u tabeli 5.2. Ovaj ekspozimetar ima bateriju koja se može puniti preko USB interfejsa. Autonomija baterije je, u zavisnosti od toga da li su uključeni *Bluetooth* i GPS, od 12h do 7 dana. Ekspozimetar poseduje internu memoriju od 4GB. Izmereni podaci se mogu eksportovati u *.xlsx ili *.csv format. Zahvaljujući GPS prijemniku, izmereni podaci se mogu eksportovati i prikazati korišćenjem popularnog servisa *Google Earth*.

Naziv	Frekvencijski opseg	Dinamički opseg	
FM Radio	87.5 – 108 MHz	0.02 V/m	5 V/m
DVB-T	470 – 790 MHz	0.005 V/m	5 V/m
<i>Mobile 800 MHz downlink</i>	791 – 821 MHz	0.005 V/m	5 V/m
<i>Mobile 800 MHz uplink</i>	832 – 862 MHz	0.005 V/m	5 V/m
<i>Mobile 900 MHz uplink</i>	880 – 915 MHz	0.005 V/m	5 V/m
<i>Mobile 900 MHz downlink</i>	925 – 960 MHz	0.005 V/m	5 V/m
<i>Mobile 1800 MHz uplink</i>	1710 – 1785 MHz	0.005 V/m	5 V/m
<i>Mobile 1800 MHz downlink</i>	1805 – 1880 MHz	0.005 V/m	5 V/m
DECT	1880 – 1900 MHz	0.005 V/m	5 V/m
<i>Mobile 2.1 GHz uplink</i>	1920 – 1980 MHz	0.003 V/m	5 V/m
<i>Mobile 2.1 GHz downlink</i>	2110 – 2170 MHz	0.003 V/m	5 V/m
ISM 2.4 GHz	2400 – 2485 MHz	0.005 V/m	5 V/m
<i>Mobile 2.6 GHz uplink</i>	2500 – 2570 MHz	0.003 V/m	5 V/m
<i>Mobile 2.6 GHz downlink</i>	2620 – 2690 MHz	0.003 V/m	5 V/m
<i>Mobile 3.5 GHz</i>	3400 – 3600 MHz	0.003 V/m	3 V/m
ISM 5.8 GHz / U-NII 1-2e	5150 – 5875 MHz	0.05 V/m	5 V/m

Tabela 5.2 - NARDA ExpoM podržani merni opsezi



Slika 5.4 - NARDA ExpoM RF ekspozimetar

5.2.5 NARDA SRM 3006

Slično kao i u slučaju senzora *Rohde & Schwarz* TS-EMF koji će biti kasnije opisan, NARDA SRM 3006 je napredno rešenje kompanije NARDA i predviđeno je da se koristi kao ručni (*handheld*) senzor. Pri tome, senzor NARDA SRM 3006 nije inicijalno predviđen da bude senzor koji će autonomno funkcionisati u *outdoor* uslovima, pa nije pogodan da se koristi kao senzor koji će biti uključen u centralizovano autonomno rešenje mreže senzora elektromagnetnog zračenja. Ipak, treba napomenuti da je merne rezultate moguće eksportovati i integrisati u centralizovan sistem. Senzor NARDA SRM 3006 omogućava veliki broj standardnih i naprednih merenja vezanih za različite tipove radio sistema koji trenutno egzistiraju u opsegu od 9 kHz do 6GHz. Ovaj senzor ima dimenzije 213 x 297 x 77 mm i težak je bez antene 3.3 kg. Baterija može da traje oko 3h (± 15 min u zavisnosti od konfiguracije). Ovaj senzor osim što je frekvencijski selektivan, može se koristiti i kao senzor selektivan po predajniku (izvoru emisije). Drugim rečima ima podršku za specijalizovana merenja sa mogućnošću dekodovanja za GSM, UMTS, *broadcast* televiziju i LTE sisteme (treba napomenuti da mogućnost dekodovanja UMTS i LTE sistema ne dolazi u osnovnoj, već u naprednoj verziji SRM 3006 senzora). U osnovnoj verziji poseduje i GPS, tako da sva snimljena merenja mogu biti georeferencirana. NARDA SRM 3006 je pogodan kao uređaj za brzu i detaljnu selektivnu analizu emisija elektromagnetnog polja u inicijalnoj fazi selektovanja lokacije stacionarnog ili nomadskog senzora, kao i u fazi određivanja tačne pozicije senzora u okviru pojedinačne lokacije. Ovaj senzor ima mogućnost konfigurisanja periode odabiranja između 480 ms i 30 minuta, a periode usrednjavanja između 960 ms i 30 minuta. Senzor ima veliki dinamički opseg merenja elektromagnetnog polja u granicama između 50 uV/m i 200 V/m.



Slika 5.5 - Senzor NARDA SRM 3006

5.2.6 SATIMO *FlashRed* senzor

SATIMO *FlashRed* senzor formalno se može svrstati i u fiksne i u nomadske senzore. Moguće ga je koristiti na lokacijama gde su instalirani specijalizovani bežični sistemi. Ove lokacije se po pravilu označavaju kritičnim sa stanovišta EMF emisije. To su lokacije poput aerodroma, vojnih i policijskih baza, tržnih centara, kao i svih drugih kompanija i institucija gde je velika koncentracija predajnika.

Senzor je moguće (preporučuje se) konfigurisati tako da alarmira u situacijama kada je EMF emisija iznad neke unapred definisane dozvoljene granice. Pri tome, dozvoljena granica koja je okidač za alarmiranje je konfigurabilna, kao i kod prethodno opisanih NARDA senzora. Senzor se može instalirati i na zemlji i na zidu. Na slici 5.6 prikazana su oba tipa montaže SATIMO *FlashRed* senzora.



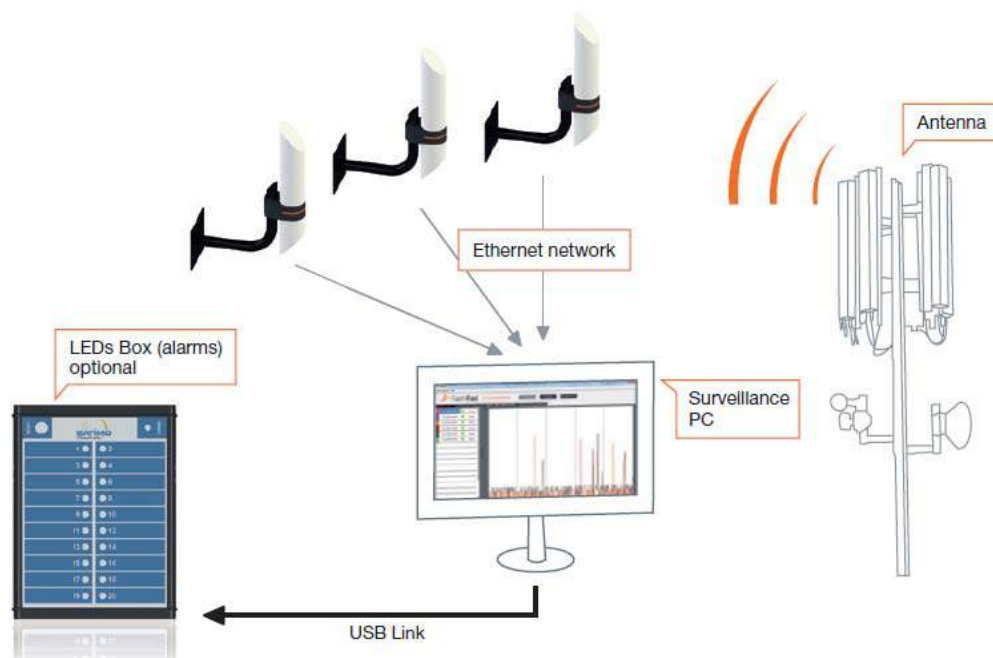
Slika 5.6 - Instalacija *FlashRed* senzora na (a) zemlji i (b) zidu

SATIMO *FlashRed* senzor ima visinu 57 cm, prečnik 10 cm i težak je 3.6 kg. Ovaj senzor može da se naruči u konfiguraciji sa nekom od tri različite sonde koje omogućavaju merenje u sledećim frekvencijskim opsezima:

1. 900 MHz – 11 GHz,
2. 700 MHz – 6 GHz, i
3. 700 MHz – 3 GHz.

FlashRed je širokopolasni senzor koji kontinualno meri vrednost intenziteta električnog polja i dobijene rezultate distribuira preko *Ethernet* lokalne mreže do PC računara koji služi za skladištenje i obradu podataka u realnom vremenu. Dodatno, PC računar ima ulogu da reaguje alarmiranjem u slučajevima kada dođe do prekoračenja nivoa elektromagnetnog zračenja čija se granica može manuelno konfigurisati. Na PC računar je moguće, preko USB interfejsa, kablom dužine do 10m, opciono povezati tablet na kome se instalira namenski SATIMO softver za alarmiranje krajnjih korisnika. Ovo alarmiranje se može realizovati korišćenjem zvučnih i/ili svetlosnih signala. Na kritičnim lokacijama, preporučuje se instaliranje nekoliko *FlashRed* senzora, pri čemu svi oni mogu da se povežu preko LAN mreže na isti PC računar koji služi za skladištenje i obradu podataka. Osnovna

arhitektura ove mreže prikazana je na slici 5.7. Posebno treba napomenuti da *FlashRed* senzor može da detektuje i sve vrste implulsnih elektromagnetskih emisija, uključujući i kratkotrajne radarske signale, pa je zbog toga odličan za instalaciju na veoma kritičnim lokacijama poput aerodroma. Ovaj senzor koristi AC napajanje i zato se prilikom instalacije obavezno se mora priključiti na elektrodistributivnu mrežu. Interval merenja se može konfigurisati između 1-60s i izmereni podatak se odmah preko *Ethernet*-a šalje na prethodno pomenuti PC računar gde se skladište svi podaci.



Slika 5.7 - Arhitektura *FlashRed* mreže za kritične zone

5.2.7 SATIMO EME *Spy* 200

SATIMO EME *Spy* 200 spada u personalne senzore (ekspozimetre). Njegove dimenzije su 168.5 x 79 x 49.7 mm (H x L x W), a težak je 440 g. SATIMO EME *Spy* 200 ispunjava IP55 uslove u pogledu mehaničke zaštite. EME *Spy* 200 senzor prikazan je na slici 5.8.



Slika 5.8 - SATIMO EME *Spy* 200 ekspozimetar

	Frekvencijski opseg	Donja granična učestanost [MHz]	Gornja granična učestanost [MHz]
1.	FM	87	107
2.	TV3	174	223
3.	TETRA I	380	400
4.	TETRA II	410	430
5.	TETRA III	450	470
6.	TV4&5	470	770
7.	LTE 800 (DL)	791	821
8.	LTE 800 (UL)	832	862
9.	GSM + UMTS 900 (UL)	880	915
10.	GSM + UMTS 900 (DL)	925	960
11.	GSM 1800 (UL)	1710	1785
12.	GSM 1800 (DL)	1805	1880
13.	DECT	1880	1900
14.	UMTS 2100 (UL)	1920	1980
15.	UMTS 2100 (DL)	2110	2170
16.	WiFi 2G	2400	2483.5
17.	LTE 2600 (UL)	2500	2570
18.	LTE 2600 (DL)	2620	2690
19.	WiMax	3300	3900
20.	WiFi 5G	5150	5850

Tabela 5.3 - Frekvencijski opsezi koji se mogu meriti sa senzorom SATIMO EME *Spy* 200

SATIMO EME *Spy* 200 ekspozimetar omogućava *band*-selektivno merenje intenziteta električnog polja, pri čemu omogućava merenje do 20 frekvencijskih opsega od 87 MHz do 5850 MHz koji su unapred definisani od strane proizvođača. Pri tome, EMF sonda koristi triaksijalnu izotropnu antenu. Frekvencijski opsezi koji se mogu meriti prikazani su u tabeli 5.3.

EME *Spy* 200 se može direktno povezati na *Android* pametni mobilni telefon korišćenjem *bluetooth* veze, pri čemu se izmereni rezultati mogu prikazivati u realnom vremenu preko specijalizovane *Android* aplikacije. Posebno treba napomenuti da postoji i nezavisan *EME Spy Analysis* softver koji se koristi za postprocesiranje, prikaz i eksport izmerenih podataka. *EME Spy Analysis* softver se može instalirati na Windows PC računaru ili tabletu. Baterija senzora može se dopuniti korišćenjem standardnog elektromrežnog priključka preko punjača koji se dobija uz ovaj senzor. Takođe, senzor ima i USB interfejs koji se može koristiti za eksport izmerenih podataka. Uz senzor se dobija i licenca za EME *SPY Analysis* softver. Memorijski kapacitet ovog personalnog ekspozimetra je 200 MB. Ovaj kapacitet omogućava memorisanje maksimalno 80.000 rezultata merenja. Pri tome, interval merenja se može manuelno konfigurisati. Senzor SATIMO EME *Spy* 200 ima u sebi ugrađen GPS pomoću koga se može sprovesti automatsko geo-lociranje merenih rezultata. Tom prilikom se generišu *.kmz datoteke koje su kompatibilne sa popularnom aplikacijom *Google Earth*. Ako ekspozimetar kontinualno radi u modu merenja i snimanja rezultata onda baterija

traje približno 15h ako je interval snimanja 10s, odnosno približno 6h ako je interval snimanja 4s. U *Bluetooth* modu baterija traje ~10h za interval snimanja 10s. Treba još naglasiti da ovaj senzor ima dinamički opseg (osetljivost) od 0.005 V/m do 6 V/m.

5.2.8 Senzor *Rohde & Schwarz* TS-EMF

Senzor *Rohde & Schwarz* TS-EMF spada u grupu selektivnih senzora (selektivnost po predajniku). Ovaj senzor se mora koristiti u *handheld* modu (kao ručni senzor) i ne može se samostalno koristiti u *outdoor* uslovima (nema dovoljan stepen zaštite od vremenskih uslova). Pokriva frekvencijski opseg od 9KHz do 6GHz. U okviru senzora *Rohde & Schwarz* TS-EMS koriste se tri vrste izotropnih antena:

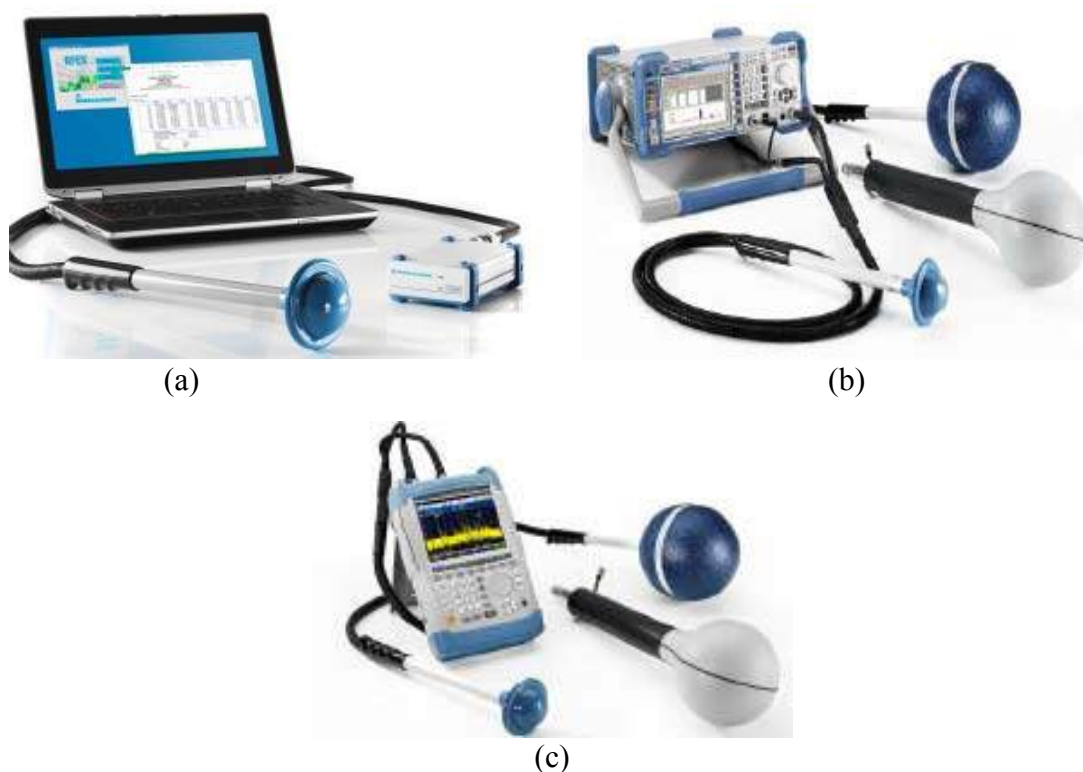
- 1) TS-EMFB1 (30MHz – 3GHz),
- 2) TS-EMFB2 (700MHz – 6GHz), i
- 3) TS-EMFB3 (9kHz – 200MHz).

Prikaz prethodno navedenih antena dat je na slici 5.9.



Slika 5.9 - Tri vrste izotropnih antena koje se koriste u okviru senzora *Rohde & Schwarz* TS-EMF

Rohde & Schwarz TS-EMF senzor realizuje se u tri verzije u zavisnosti od toga koji merni uređaj se koristi u operativnom radu. Prema terminologiji *Rohde&Schwarz*-a, te verzije se označavaju kao PC verzija, analizator spektra i ručni analizator spektra (slika 5.10).



Slika 5.10 - Različite vrste senzora *Rohde & Schwarz* TS-EMF:
(a) PC verzija (b) analizator spektra i (c) FSH ručni analizator spektra



Slika 5.11 - *Rohde & Schwarz* TS-EMF senzor u operativnom radu

Senzor *Rohde & Schwarz* TS-EMF ima veoma veliku osetljivost i veliki broj naprednih funkcija koje omogućavaju merenja signala velikog broja različitih radio sistema koji danas funkcionišu. O tim funkcionalnostima će biti više reči u narednom poglavlju, s obzirom na činjenicu da senzor *Rohde & Schwarz* EMF-Monitor koji je specijalizovan za autonomna merenja poseduje praktično iste funkcionalnosti kao i senzor *Rohde & Schwarz* TS-EMF.

Rohde & Schwarz TS-EMF je pogodan kao uređaj za brzu i detaljnu selektivnu analizu elektromagnetnog polja u inicijalnoj fazi selektovanja lokacije stacionarnog ili nomadskog senzora, kao i u fazi određivanja tačne pozicije senzora u okviru pojedinačne lokacije

5.2.9 Senzor *Rohde & Schwarz* EMF-Monitor

Senzor *Rohde & Schwarz* EMF-Monitor je selektivni senzor (selektivnost po predajniku) koji pokriva opseg od 9kHz do 6GHz. Izgled ovog senzorskog uređaja prikazan je na slici 5.12. Ovaj senzorski uređaj je relativno velikih dimenzija 665 mm x 1210 mm x 735 mm, težak je 80 kg i moraju ga transportovati najmanje dva čoveka.



Slika 5.12 - Senzor *Rohde & Schwarz* EMF-Monitor

Senzor *Rohde & Schwarz* EMF-Monitor ima veoma dobru mehaničku zaštitu za funkcionisanje u *outdoor* uslovima i moguće ga je relativno lako čvrsto fiksirati na mernom mestu. I pored svojih relativno velikih dimenzija, ovaj senzor se ubraja u portabilne (nomadske) senzore. Senzor se prilikom instalacije mora povezati na elektrodistributivnu mrežu, jer koristi isključivo AC napajanje. U standardnom načinu rada, predviđeno je da jedno izvesno vreme radi na nekoj lokaciji od interesa, a da se zatim transportuje i ponovo fiksira da autonomno radi na drugoj lokaciji. Senzor *Rohde & Schwarz* EMF-Monitor se može napajati isključivo sa standardne elektrodistributivne mreže. Kao što se na osnovu prethodno navedenog može zaključiti, za razliku od senzora TS-EMF ovaj senzor je predviđen da radi autonomno kao portabilni (nomadski) senzor koji je privremeno fiksiran na nekoj od lokacija od interesa. Ima veoma visoku osetljivost, kao i veliki dinamički opseg (napomena: proizvođač je naveo da je ovaj parameter znatno bolji od standardnih EMF senzora, ali nije naveo tačne vrednosti) u pogledu vrednosti intenziteta električnog polja koji se mogu meriti. Važna karakteristika ovog senzora jeste da omogućava automatski transfer podataka u tekstualnom ASCII formatu do centralnog servera korišćenjem 2G modema (GPRS) koji je njegov integralni deo. Takođe, korišćenjem javne mobilne GSM mreže moguće je vršiti konfigurisanje senzora daljinski sa udaljene lokacije. Senzor *Rohde & Schwarz* EMF-Monitor

omogućava dugoročno merenje sa standardno definisanim intervalom od 6 minuta koji je predviđen ICNIRP preporukom. Ovaj senzor omogućava da se analiza sprovedi po ukupnoj elektromagnetnoj emisiji u širokom opsegu, po servisu i/ili po nosiocu radio-sistema. *Rohde & Schwarz* EMF-Monitor senzorsko rešenje omogućava veliki broj naprednih opcija koje standardni senzori ne poseduju. To podrazumeva različita merenja specifična za određene servise (na primer, senzor može da poseduje LTE i WCDMA demodulatore i dekodere).

U slučaju merenja nivoa elektromagnetnog zračenja koje generišu savremeni bežični sistemi, frekvencijski selektivna merenja se često kombinuju sa specijalizovanim postupcima proračuna specifičnim za određene sisteme i servise. Naime, ove metode mogu da obezbede dosta preciznu estimaciju nivoa EMF emisija za slučaj maksimalnog opterećenja sistema (najčešće uzrokovanih promenama u saobraćajnom opterećenju). Takođe, u složenim situacijama, kada na jednoj lokaciji istovremeno radi veći broj radio-predajnika korišćenjem senzora *Rohde & Schwarz* EMF-Monitor može da se odredi udeo svakog pojedinačnog predajnika u ukupnom nivou elektromagnetne emisije. Primera radi, za WCDMA bazne stanice radi se demodulacija na kontrolnom CPICH kanalu na kojem se podaci šalju sa konstantnom snagom i fiksnim odnosom vršne i srednje snage. Sličan postupak se koristi za LTE sistem, tj. sprovodi se dekodiranje i merenje snage referentnih simbola, kao i na S-SCH i P-SCH sinhronizacionim kanalima. Posebno je dekodiranje referentnih simbola veoma popularno, jer omogućava da se različiti MIMO kanali mere nezavisno. Korišćenjem senzora *Rohde & Schwarz* EMF-Monitor, pored dva prethodno navedena javna mobilna sistema, moguće je dekodovati i druge radio i TV sisteme u opsegu od 30 MHz – 6 GHz. Preciznije, senzor *Rohde & Schwarz* EMF-monitor može da sprovodi sledeće funkcije:

- automatsku detekciju i dekodiranje signala različitih radio tehnologija;
- identifikaciju bazne stanice i sektora pomoću dekodiranih ID kodova ćelija;
- sprovodi merenja velikom brzinom (do 5 merenja u sekundi);
- vrši procenu karakteristika signala u okruženjima sa mnogo refleksija zahvaljujući *rake* prijemniku sa velikim brojem paralelnih grana.

Rohde & Schwarz EMF-Monitor ima opcije koje omogućavaju automatsko dekodiranje elektromagnetnih emisija svih značajnih baznih stanica (predajnika) koji se detektuju na jednoj lokaciji i automatizovano generisanje izveštaja za svaku od njih. Senzor poseduje i veoma veliki broj drugih opcija specifičnih za najznačajnije radio sisteme poput GSM, DVB-T/T2, WCDMA, LTE, WLAN, radara, itd.

5.2.10 Wavecontrol MonitEM

Na slici 5.13 je prikazan senzor *Wavecontrol MonitEM* širokopoljasni senzor. Senzor poseduje veoma visok IP66 nivo zaštite tako da bez problema može operativno da funkcioniše na otvorenom. Njegove dimenzije su 253 mm x 292 mm x 385 mm i težak je 3.6 kg zajedno sa solarnim panelom koji može opciono da se doda. Inače, senzor standardno podržava AC napajanje sa elektromreže, a solarno napajanje sa *backup* baterijom se može opciono dodati. Ako se koristi samo solarno napajanje, ova baterija može da obezbedi autonomiju u trajanju od 10 dana u lošim vremenskim uslovima za proizvodnju solarne energije. Zahvaljujući malim dimenzijama, senzor se veoma lako se instalira na bilo koju lokaciju.



Slika 5.13 - Wavecontrol MonitEM senzor u operativnim uslovima

Senzor *Wavecontrol* MonitEM poseduje izotropne triaksijalne antene kojima se mogu sprovesti širokopoljaska merenja u frekvencijskom opsegu od 10Hz do 8GHz, mada postoje i sonde sa užim (do 3 GHz) i širim (do 18 GHz) opsegom. Frekvencija odabiranja je 500ms sa standardno podešenim prozorom za usrednjavanje na 6 minuta. Senzor sadrži lokalnu memoriju koja se može proširivati do željene vrednosti pomoću MicroSD kartice. Poseduje i 2G modem (opciono se može dodati i 3G modem) za prenos podataka ka centralnom serveru. Ova veza se može iskoristiti i za daljinsko konfigurisanje senzora sa udaljene lokacije uz pomoć *Control Centre* softvera. Takođe, senzor *Wavecontrol* MonitEM poseduje i GPS prijemnik za lokalizaciju. Ovaj senzor poseduje i USB interfejs.

5.2.11 Wavecontrol MapEM rešenje za mobilni senzor

Verzija *Wavecontrol* MonitEM senzora adaptiranog za mobilna merenja sa vozilom prikazana je na slici 5.14.



Slika 5.14 - Wavecontrol MapEM rešenje za mobilni senzor koje se lako instalira na vozilo uz pomoć magnetskog dodatka

Ovo rešenje poseduje specijalan magnetski dodatak za laku instalaciju na vozilu. Drugim rečima, nije potrebno specijalizovano merno vozilo da bi se implementiralo ovo rešenje za

mobilni senzor. Koristi se neka od sonde sa opsegima koji su isti kao i u MonitEM fiksnom širokopojasnom rešenju. Preporučuje se da se vozilo kreće brzinom do 60 km/h i da distanca između dva merenja bude najmanje 10m. Inače, interval između merenja je moguće konfigurisati od 1s do 999s. Zahvaljujući GPS prijemniku podaci se pamte u formatu: vreme, koordinate, vrednost intenziteta električnog polja. Interna memorija se sastoji od microSD kartice i Eeprom memorije. Najmanje preporučena vrednost je 1 GB, mada može biti i veća. Dinamički opseg senzora podrazumeva merenje intenziteta električnog polja od 0.2 do 100 V/m. Podaci se sa senzora relativno lako mogu preuzeti korišćenjem USB interfejsa i to u georeferenciranom Access ili CSV formatu. Težina *Wavecontrol* MapEM senzora koji se instalira na krov vozila je 8 kg, dimenzije su mu 70 x 40 x 8cm i poseduje IP 66 zaštitu za funkcionisanje u *outdoor* uslovima.

5.3 UPOREDNA ANALIZA KOMERCIJALNO DOSTUPNIH SENZORA

U okviru poglavlja 5.2 opisana su EMF senzorska rešenja proizvođača opreme čiji su senzori korišćeni u već implementiranim mrežama senzora za monitoring EMF zračenja. Dakle, opisana su isključivo proverena rešenja renomiranih proizvođača, a to su italijanska NARDA, francuski SATIMO, nemački *Rohde&Schwarz* i španski *Wavecontrol*.

NARDA je proizvođač koji ima najkompletniju paletu senzora i sa stanovišta mobilnosti senzora, i sa stanovišta vrste merenja koje se sprovodi. Ona u svojoj ponudi ima širokopojasni, *band*-selektivni, mobilni širokopojasni, personalni, ali i ručni (*handheld*) senzor koji je selektivan po predajniku (može da utvrdi izvor emisije i uradi dekodovanje signala GSM, UMTS, DVB i LTE sistema). SATIMO u svojoj ponudi ima širokopojasni i personalni senzor, dok *Wavecontrol* pored svog širokopojasnog senzora koji je u praksi korišćen u implementacijama u nekoliko zemalja nudi i mobilno širokopojasno rešenje. *Rohde&Schwarz* u svojoj ponudi ima ručni senzor TS-EMF koji se može dobiti u tri verzije (PC verzija, analizator spektra i FSH ručni analizator spektra). On pored osnovnih funkcija, poseduje i veoma složene funkcije analize spektra, poput detektovanja emisija i dekodovanja. Ove napredne funkcije poseduje i *Rohde&Schwarz* rešenje za nomadski senzor koje se zove EMF-monitor, i one su detaljno opisane u poglavlju 5.2.9.

Širokopojasni senzor poseduju NARDA i *Wavecontrol* (poglavlja 5.2.1 i 5.2.10). I jedno i drugo rešenje može da dođe sa različitim verzijama mernih sonde koje podržavaju različite merne opsege. Takođe, pored osnovnog (AC i/ili baterijskog) napajanja, oba rešenja imaju mogućnost solarnog napajanja, što znatno pojednostavljuje instalaciju senzora i omogućava mnogo veću fleksibilnost prilikom izbora lokacije gde će senzor biti instaliran. Oba rešenja imaju i 2G (*Wavecontrol* može opciono dodati i 3G) modem za slanje podataka ka centralnom serveru, kao i softver koji služi za konfiguraciju senzora sa udaljene lokacije. Takođe, poseduju i mehaničku zaštitu za autonomno funkcionisanje u *outdoor* uslovima. Oba rešenja su već zaživela u praksi i mogu se koristiti i kao stacionarni i kao nomadski senzor. Pored njih svoje rešenje za širokopojasni senzor poseduje i SATIMO (5.2.6). Međutim, SATIMO merne sonde podržavaju opsege preko 700 MHz (700 MHz – 3 GHz, 700 MHz – 6 GHz, 900 MHz – 11 GHz). Ovi senzori nemaju ni 2G modem ni solarno napajanje, već koriste *Ethernet* interfejs i standardno AC napajanje sa elektrodistributivne mreže. Drugim rečima, ovo je senzor predviđen da monitoriše nivo zračenja na lokacijama poput aerodroma, tržnih centara i drugih sličnih lokacija gde se očekuju velike vrednosti EMF emisija.

NARDA poseduje klasični *band*-selektivni senzor kojim se može meriti do 20 frekvencijskih opsega proizvoljne širine (poglavlje 5.2.2). Ovi merni opsezi se mogu se proizvoljno konfigurisati i tokom životnog veka senzora prekonfigurisati proizvoljan broj

puta. Ovo rešenje takođe ima mogućnost solarnog napajanja, poseduje mehaničku zaštitu i u praksi je implementirano u više zemalja (korišćeno je i kao stacionarni i kao nomadski senzor).

Što se mobilnih rešenja tiče, NARDA mobilno rešenje (poglavlje 5.2.3) je implementirano u 13 regiona u Grčkoj i za svaki od 13 mobilnih senzora je nabavljeno po jedno merno vozilo. U trenutku pisanja studije NARDA nije dostavila specifikaciju za svoje novo mobilno rešenje koje je u finalnoj fazi razvoja. Slično rešenje komercijalno nudi i *Wavecontrol* (poglavlje 5.2.11). I jedno i drugo rešenje ne zahtevaju specijalizovano merno vozilo i instaliraju se na krov standardnog vozila.

Personalne senzore u svojoj ponudi imaju NARDA i SATIMO (poglavlja 5.2.4 i 5.2.7). Oba rešenja za personalne senzore imaju, od strane proizvođača definisane, merne opsege u kojima rade najznačajniji bežični sistemi današnjice. Senzori imaju veoma dobre donje granice za osetljivost, poseduju GPS i mogućnost izvoza podataka u georeferenciranom formatu.

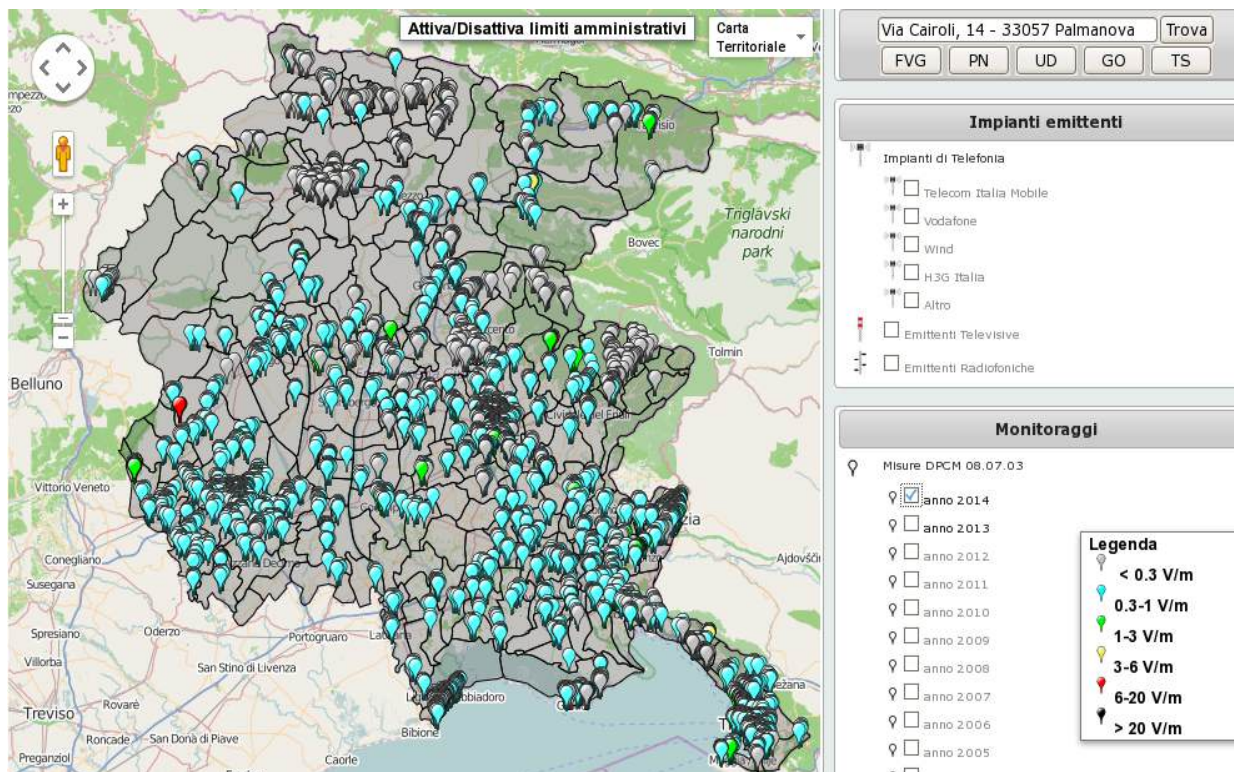
U poglavlju 5.2 su opisana i napredna rešenja koja imaju NARDA i *Rohde&Schwarz* (5.2.5, 5.2.8 i 5.2.9). Od ovih rešenja jedino *Rohde&Schwarz* EMF-monitor ima mehaničku zaštitu za autonomno funkcionisanje u *outdoor* uslovima. Sva tri rešenja su selektivna po predajniku (izvoru emisije) i podržavaju napredne funkcije za demodulaciju i dekodovanje signala. Pri tome, jedino EMF-monitor ima 2G modem za automatizovano slanje podataka na centralni server. Druga dva senzora su dobra za inicijalno ispitivanje lokacije pre puštanja u rad nekog stacionarnog ili nomadskog senzora koji može autonomno funkcionisati u *outdoor* uslovima.

6. PREGLED IMPLEMENTIRANIH SISTEMA U DRUGIM DRŽAVAMA

6.1 MREŽA ZA MONITORING ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA U ITALIJI

U Italiji je realizovana, po obimu najveća, mreža senzora za monitoring elektromagnetnog zračenja (u daljem tekstu mreža senzora za EMF monitoring). Projekat realizacije nacionalne mreže za EMF monitoring zajednički su realizovali Ministarstvo za Telekomunikacije Italije i Inovacioni Fond Ugo Bordoni. Cilj projekta bio je da se dobije što šira slika nivoa elektromagnetnog zračenja na celokupnoj teritoriji Italije. Obuhvaćeni su svi regioni tako što su partneri na projektu bile sve regionalne agencije za zaštitu životne sredine. Mreža je implementirana u tri faze. U prvoj fazi su postavljani širokopojasni senzori, dok su u sledeće dve faze postavljani selektivni senzori. Oba tipa merenja su vršena u opsegu od 100 kHz - 3GHz. Da bi se dobila što šira slika o elektromagnetnim emisijama na teritoriji Italije, stacionarni senzori su nakon određenog perioda premeštani na drugu lokaciju. Ovaj period je bio tipično dve do četiri nedelje, mada su društveno-ostetljive lokacije poput škola, obdaništa, bolnica, itd., merene i u dužem vremenskom periodu. Odluku o periodu merenja za konkretnu lokaciju su donosile regionalne agencije. U okviru ovog rešenja, izmereni rezultati se preko mobilne GSM mreže prenose do centralne lokacije, gde se nakon validacije od strane tehničkog osoblja Ministarstva za Telekomunikacije Italije, elektronskom poštom prosleđuju tehničkom osoblju Fonda Ugo Bardoni, koji su zaduženi za postavljanje podataka na sajt i održavanje sajta. Na serveru na centralnoj lokaciji se nalazi softver koji se koristi za konfigurisanje senzora na svim lokacijama. U pomenute tri faze je instalirano 1200 stacionarnih NARDA senzora. Senzori su proporcionalno podeljeni po regionima u Italiji uz kriterijum jedan senzor na 50.000 građana. Na slici 6.1 data je ilustracija izgleda interaktivne mape na veb sajtu, preko koje građani mogu da pristupe izmerenim rezultatima na svakoj lokaciji. Za svaku lokaciju se prikazuju 6-minutna usrednjena i maksimalna vrednost električne komponente elektromagnetnog polja. Treba naglasiti da veb sajt italijanske mreže senzora za EMF monitoring <http://www.monitoraggio.fub.it/> u trenutku izrade studije nije iz nekog razloga dostupan na internetu.

U izveštaju nakon merne kampanje tokom 2005. i 2006. godine, tvrdi se da su veliki broj merenja i velika heterogenost lokacija (regionalno odlična pokrivenost i različitost u tipovima lokacije (škole, obdaništa, bolnice, poslovne zgrade sa dosta kancelarija, javna mesta) dali prilično dobar uvid u izloženost italijanske populacije elektromagnetnom zračenju.



Slika 6.1 - Presentacija izmerenih rezultata korišćenjem interaktivne mape (mreža EMF senzora u Italiji)

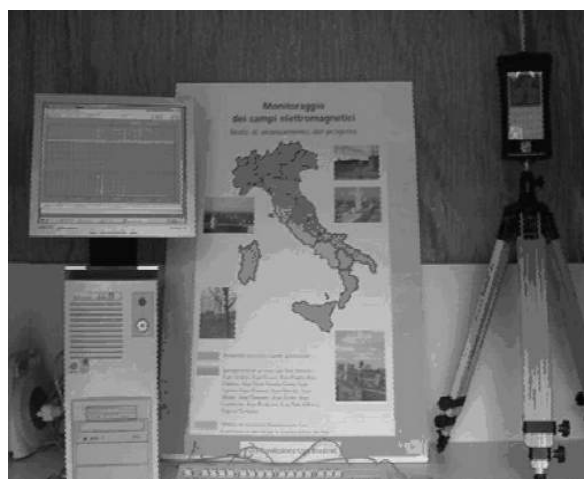
Još jedan veoma važan aspekt realizovanog projekta u Italiji jeste direktan rad sa građanima na terenu. Za ove svrhe su korišćena dva vozila, merni autobus *Blu Bus* i malo merno vozilo *BluShuttle* (slika 6.2). Rute koje su prešla ova dva merna vozila na teritoriji Italije prikazane su na slici 6.3.

Blu Bus može da primi do 50 ljudi. Građani su se, prateći rad *Blu Bus* pokretne laboratorije, mogli upoznati sa radom i mogućnostima instrumentacije sa stanovišta broja merenja koja su izvršena i koja se vrše, kao i o tome šta znače brojke na displejima instrumenata. Kada se nije moglo stići do određenih lokacija *Blu Bus*-om, onda se koristio *BluShuttle* mini-automobil.

Svaki od senzora u italijanskoj mreži fiksnih senzora ima GPRS modem preko koga se povezuje na mobilnu mrežu i tako vrši prenos izmerenih podataka do centralnog servera sa bazom podataka. Podaci se građanstvu prezentuju korišćenjem veb aplikacije. Rezultati merenja za svaku fiksnu lokaciju i za sve merne putanje kuda su voženi mobilni senzori prezentuju se i tabelarno i grafički uz poređenje sa graničnim nivoima. Na ovaj način se zadovoljavaju i potrebe običnih građana, ali i potrebe naučne zajednice kojima ovi rezultati mogu biti interesantni za rad na naprednim istraživanjima u ovoj oblasti.



(a)



(b)



(c)

Slika 6.2 - (a) *Blu Bus* merno vozilo (b) unutrašnjost *Blu Bus*-a (c) *Blu Shuttle* merno vozilo



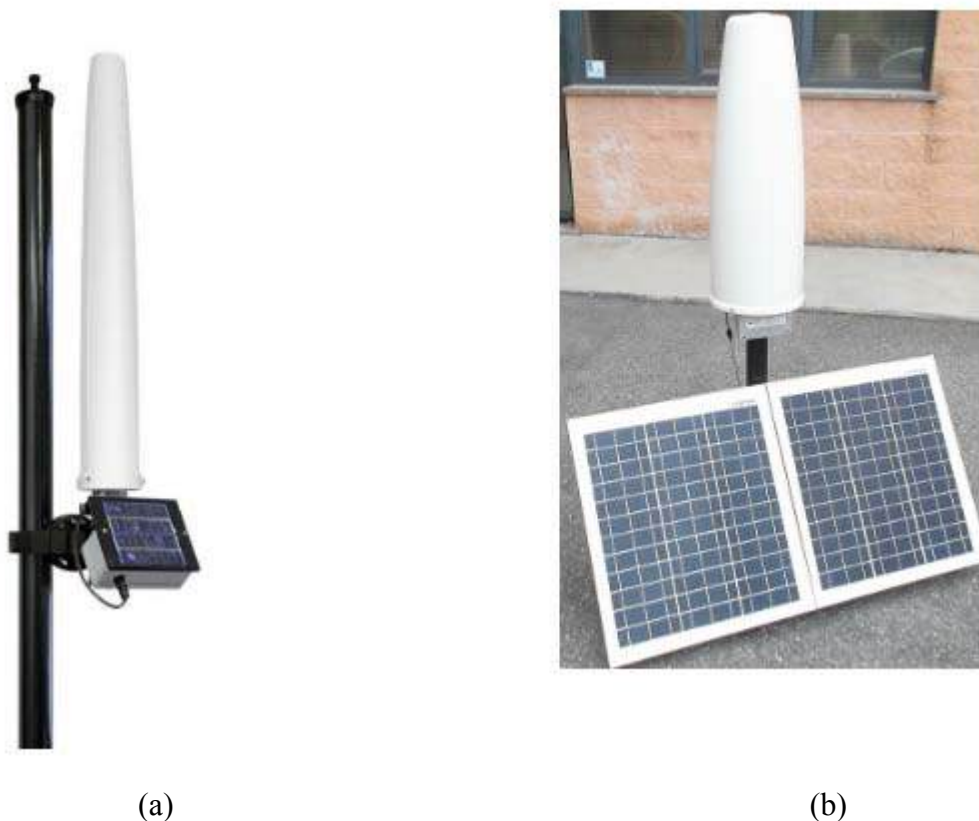
Slika 6.3 - Rute kretanja *Blu Bus* i *Blu Shuttle* vozila na teritoriji Italije

6.2 MREŽE SENZORA ZA EMF MERENJA – GRČKA

U Grčkoj su implementirane čak dve velike mreže senzora za EMF monitoring. Uz mrežu stacionarnih senzora u Italiji, ove dve mreže su najveće po obimu (tj. broju senzora). Monitoring se obavlja konstantno i pri tome su već formirane dve veoma velike baze sa izmerenim nivoima električnog polja. Prvu mrežu je implementirala Nacionalna komisija za atomsku energiju (EEAE - *Greek Atomic Energy Commission*, regulatorno telo u Grčkoj, između ostalog, i za EMF monitoring) kroz tkz. Nacionalnu observatoriju za elektromagnetna polja (*National Observatory for Electromagnetic Fields*). Drugu mrežu za kontinualno merenje elektromagnetnog zračenja implementirala je grupa laboratorija tehničkih fakulteta u Grčkoj (*Mobile Radiocommunications Laboratory of National Technical University of Athens*, *Radiocommunications Lab of Aristotle University of Thessaloniki* i *Computer and Communication Systems Laboratory of University of the Aegean*), u daljem tekstu Mreža senzora za merenje elektromagnetnog zračenja tehničkih fakulteta Grčke.

6.2.1 Nacionalna observatorija za elektromagnetna polja (u okviru Nacionalne komisije za atomsku energiju, regulatornog tela u Grčkoj)

Mreža Nacionalne observatorije za za elektromagnetna polja sastoji se od 480 širokopoljnih NARDA AMB-8057-03 / G i 20 selektivnih NARDA AMS-8061 / G stacionarnih (fiksni) senzora. Širokopoljni i selektivni senzori koji su postavljeni na lokacijama u Grčkoj prikazani su na slici 6.4.

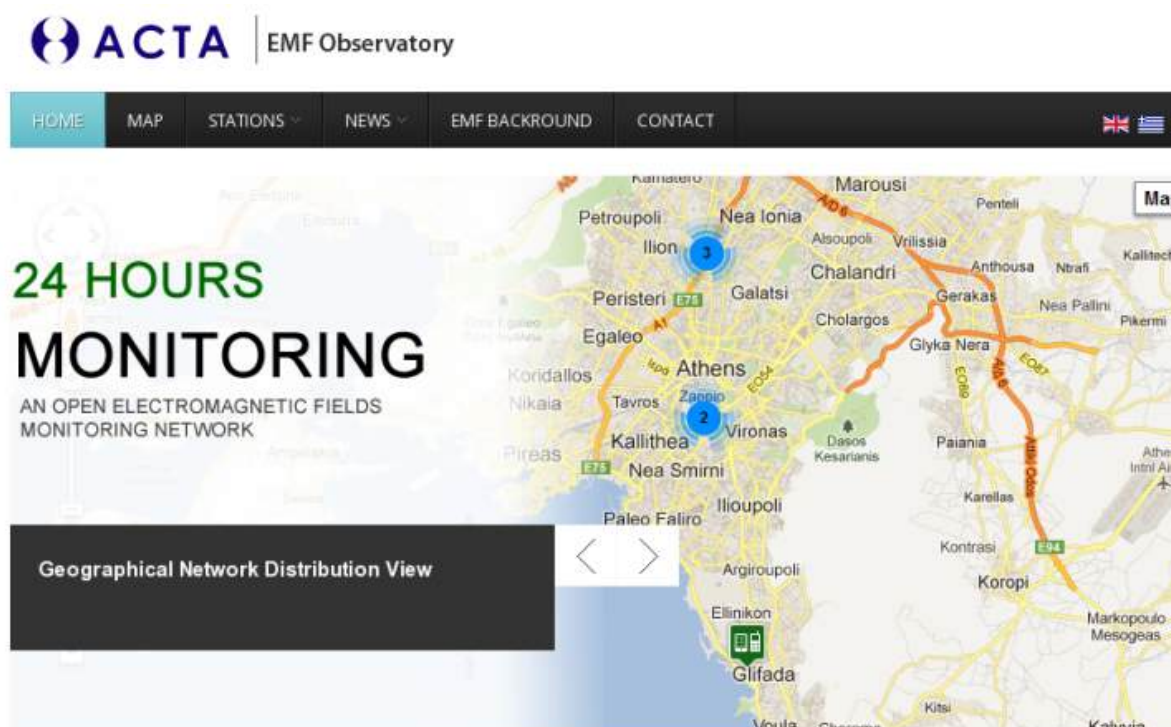


Slika 6.4 – Stacionarni senzori primenjeni u Grčkoj mreži:
(a) širokopoljni i (b) selektivni

Za potrebe EMF monitoringa na teritoriji Grčke koristi se i 13 NARDA *drive test* mobilnih senzora, u svakom grčkom regionu po jedan. Za svaki od ovih mobilnih senzora nabavljeno je zasebno vozilo. Ideja Nacionalne observatorije jeste da ova mreža pomogne građanima da steknu uvid u nivoe elektromagnetnog zračenja na velikom broju lokacija širom zemlje, ali i da pomogne operatorima i zvaničnim nadležnim organima da otkriju eventualne probleme na terenu i po potrebi preduzmu određene akcije.

Na osnovu uvida u prezentaciju ove mreže senzora elektromagnetnog zračenja na Internetu (<https://paratiritirioemf.eeae.gr/>, ilustrovano na slici 6.5), može se videti arhitektura mreže senzora, kao i opis svakog pojedinačnog elementa. Treba naglasiti da ovaj veb sajt ima podršku za internacionalizaciju i da su trenutno podržani grčki i engleski jezik. Merenja električne komponente elektromagnetnog polja vrše se u opsegu 100kHz - 7GHz. Fiksni senzori su instalirani na lokacijama koje su birane na taj način da što reprezentativnije pokažu uticaj što većeg broja instaliranih bežičnih sistema koji rade u različitim opsezima i u različite svrhe (javni mobilni sistemi, bežični sistemi u nelicenciranim opsezima, impulsni radarski sistemi, digitalna televizija, itd). Preciznije, lokacije su birane po osnovu kriterijuma velikog

broja predajnika, ali i velike koncentracije ljudi. Instalirani su na krovovima zgrada koje su u državnom vlasništvu. Svi senzori imaju sertifikovanu IP55 zaštitu i mogu da rade na otvorenom prostoru zaštićeni od vremenskog, a delimično i od antropogenog faktora. Širokopolasni senzori su konfigurisani na taj način da rade u tzv. *dual* modu, koji delimično uključuje i *band*-selektivni način rada. Naime, u okviru ovog senzora vrši se merenje RMS (*root-mean -square*) vrednosti električnog polja u opsegu 100kHz – 7 GHz (širokopolasno merenje). Dodatno, u okviru domena *band*-selektivnih merenja, zasebno se mere tri, sa stanovišta zračenja, u ovom trenutku, najkritičnija opsega (GSM900 opseg: 925 MHz - 960 MHz, GSM1800 opseg: 1805 MHz - 1880 MHz i UMTS opseg: 2110 MHz - 2170 MHz). Zbog prethodno navedenog načina rada, ovaj senzor pored standardne širokopolasne sonde, ima i selektivni triaksijalni sistem za potrebe izotropnih merenja za svaki od prethodno navedenih opsega. Minimalna vrednost jačine električne komponente elektromagnetnog polja za oba tipa merenja koje se može grafički prikazati je setovana na donju granicu dinamičkog opsega (osetljivost) senzora, i to 0.2 V/m za širokopolasno, i 0.03 V/m za selektivno.



Slika 6.5 - Prezantacioni veb sajt mreže za EMF monitoring Nacionalne opservatorije za elektromagnetna polja u Grčkoj

Opsezi koji se mere selektivnim sensorima su konfigurabilni. U Grčkoj su svi selektivni senzori (bilo da su fiksni ili mobilni) konfigurisani na identičan način. Definisani opsezi u kojima se meri električna komponenta elektromagnetnog polja selektivnim tipom NARDA senzora dati su u Tabeli 6.1.

Izmereni podaci sa svih senzora šalju se preko javne mobilne mreže (korišćenjem FTP protokola) u centralizovani monitoring centar koji uključuje podsisteme za prikupljanje (perzistenciju) podataka u bazu, njihovu obradu i analizu. Izmereni podaci se prezentuju svim zainteresovanim stranama (građani, nadležni državni organi, operatori) korišćenjem internet portala razvijenog nezavisno od senzorskog sistema. Može se reći da je na ovaj način praktično napravljen Geografski Informacioni Sistem za monitoring elektromagnetnog zračenja na teritoriji Grčke. U okviru ovog rešenja, u prezentacionom sloju veb aplikacije

nalazi se interaktivna mapa sa svim mernim lokacijama i rutama kretanja mernog vozila. Klikom na određenu lokaciju može se dobiti njen opis, kao i izmereni rezultati u tabelarnom i grafičkom obliku uz istovremeno poređenje sa postavljenim graničnim nivoima. Na svim sensorima je konfigurisano i SMS alarmiranje prilikom prekoračenje dozvoljenih nivoa elektromagnetnog zračenja, kao i SMS alarmiranje za slučaj ispražnjenosti baterija ispod nekog unapred definisanog nivoa. Treba napomenuti da se u okviru svih stacionarnih senzora koristi solarno napajanje koje može da obezbedi veliku autonomiju, čak i u izrazito nepovoljnim vremenskim uslovima. Senzori se konfigurisu iz monitoring centra korišćenjem javne mobilne mreže uz upotrebu FTP protokola. Neki od konfigurabilnih parametara su perioda odabiranja, perioda usrednjavanja, perioda slanja u centralnu bazu, konfiguracija sms alarmiranja usled prekoračenja definisane granice EMF, itd.

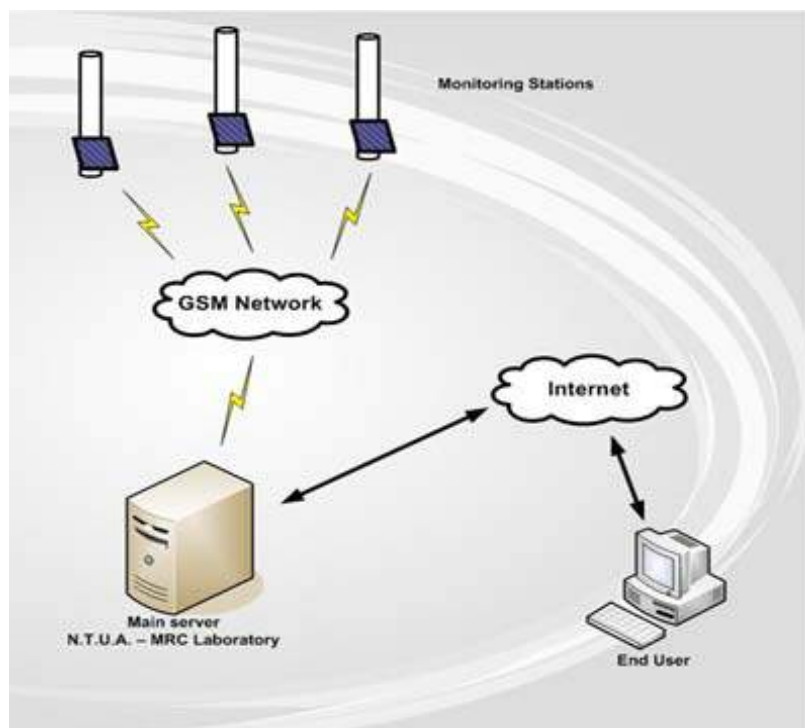
Frekvencijski opseg	Donja granična učestanost (MHz)	Gornja granična učestanost (MHz)
1	0,1	2
2	2	87,5
3	87,5	108
4	108	174
5	174	369
6	369	470
7	470	790
8	790	876
9	876	960
10	960	1.436
11	1.436	1.710
12	1.710	1.920
13	1.920	2.170
14	2.170	2.500
15	2.500	2.690
16	2.690	3.400
17	3.400	3.770
18	3.770	5.470
19	5.470	5.725
20	5.725	6.000

Tabela 6.1 - Frekvencijski opsezi koje mere selektivni fiksni i mobilni senzori u Grčkoj nacionalnoj mreži (Nacionalna opservatorija za elektromagnetna polja)

6.2.2 Mreža senzora za merenje elektromagnetnog zračenja tehničkih fakulteta Grčke

Druga mreža senzora za monitoring elektromagnetnog zračenja u Grčkoj razvijena je u saradnji Laboratorije za mobilne radio-komunikacije Tehničkog Univerziteta u Atini, Laboratorije za radio-komunikacije Aristotel Univerziteta u Solunu i Laboratorije za komunikacije Univerziteta u *Aegean*-u kroz projekat PEDION24. Svaka 24h (jednom dnevno), senzorske stanice šalju izmerene i lokalno snimljene podatke u centralizovanu bazu

preko GSM mreže. Podaci se zatim procesiraju i publikuju javnosti preko veb interfejsa. Arhitektura mreže, prikazana na slici 6.6, praktično je ista kao i arhitektura prethodno opisane mreže koja takođe funkcioniše na teritoriji u Grčke.




Slika 6.6 - Arhitektura mreže implementirane kroz projekat PEDION24

Kako je navedeno u projektu PEDION24, lokacije na kojima su postavljeni senzori birane su tako da se vodilo računa o društvenoj odgovornosti. Zbog toga su birane lokacije kao što su: škole, obdaništa i bolnice, ali i lokacije gde je velika koncentracija ljudi. Drugi kriterijum bio je regionalna zastupljenost sa ciljem da bude pokrivena celokupna teritorija Grčke. Izmereni podaci, kao i celokupna merna kampanja, validirani su od strane eksperata Laboratorije za mobilne radio-komunikacije sa Tehničkog Univerziteta u Atini. Na teritoriji Grčke je kroz projekat PEDION24 postavljeno 234 NARDA širokopojasna senzora za merenje električnog polja. Merenje je konfigurisano u tzv. *low-power* modu (mod niske potrošnje senzora), tako da se meri po principu 24h x 10 merenja/satu = 240 merenja dnevno. To praktično znači da se svakih 6 minuta snima jedna vrednost električnog polja u lokalnu memoriju senzorske jedinice. Senzorska jedinica se konfigurise daljinski sa centralne lokacije preko GSM mreže.


Kao što je već navedeno, podaci se šalju samo jednom u roku od 24 sata i zapisuju u centralizovanu bazu. Korisnici preko veb strane <http://www.pedion24.gr/index.jsp> mogu videti opis svake merne lokacije, kao i izmerene podatke u vidu grafičkog prikaza. Primer opisa jedne merne lokacije dat je na slici 6.7. Kao i veb sajt nacionalne observatorije za njihovu mrežu senzora u Grčkoj, i ovaj grčki sajt ima podršku za internacionalizaciju i podržani su grčki i engleski jezik.

StationS110301 - Mesologi

Monitoring station photos



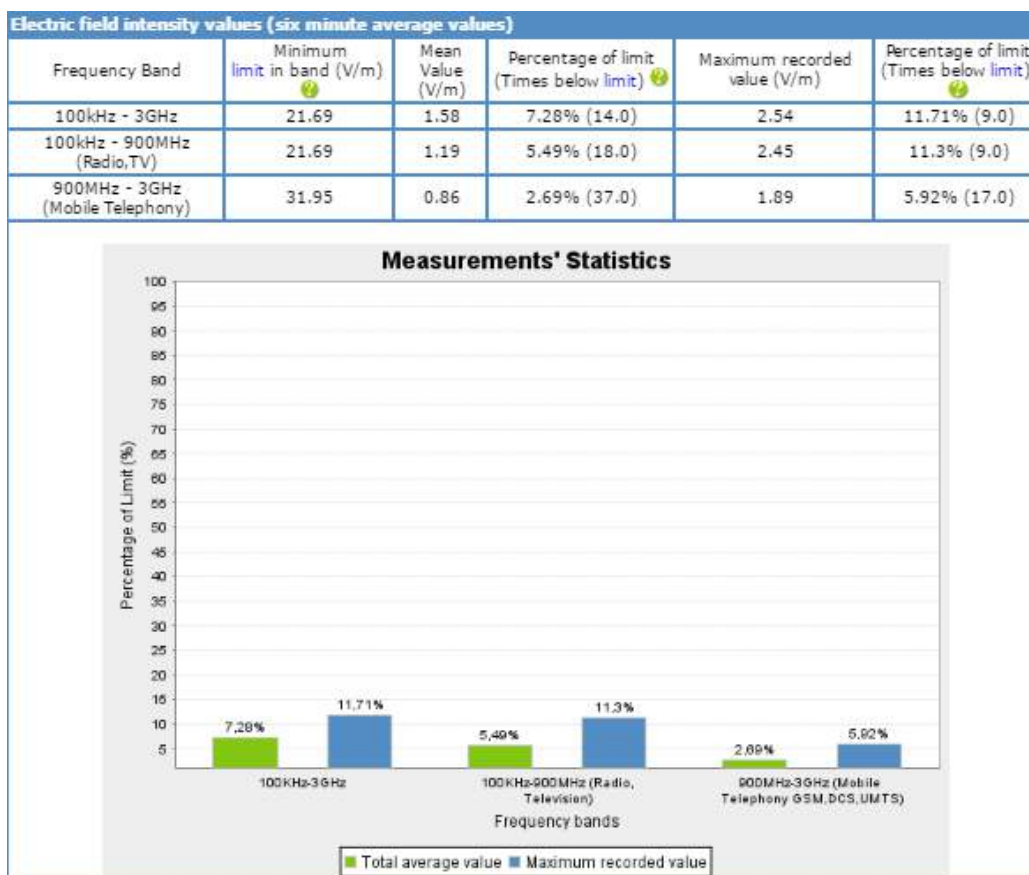
Monitoring site location



Site data

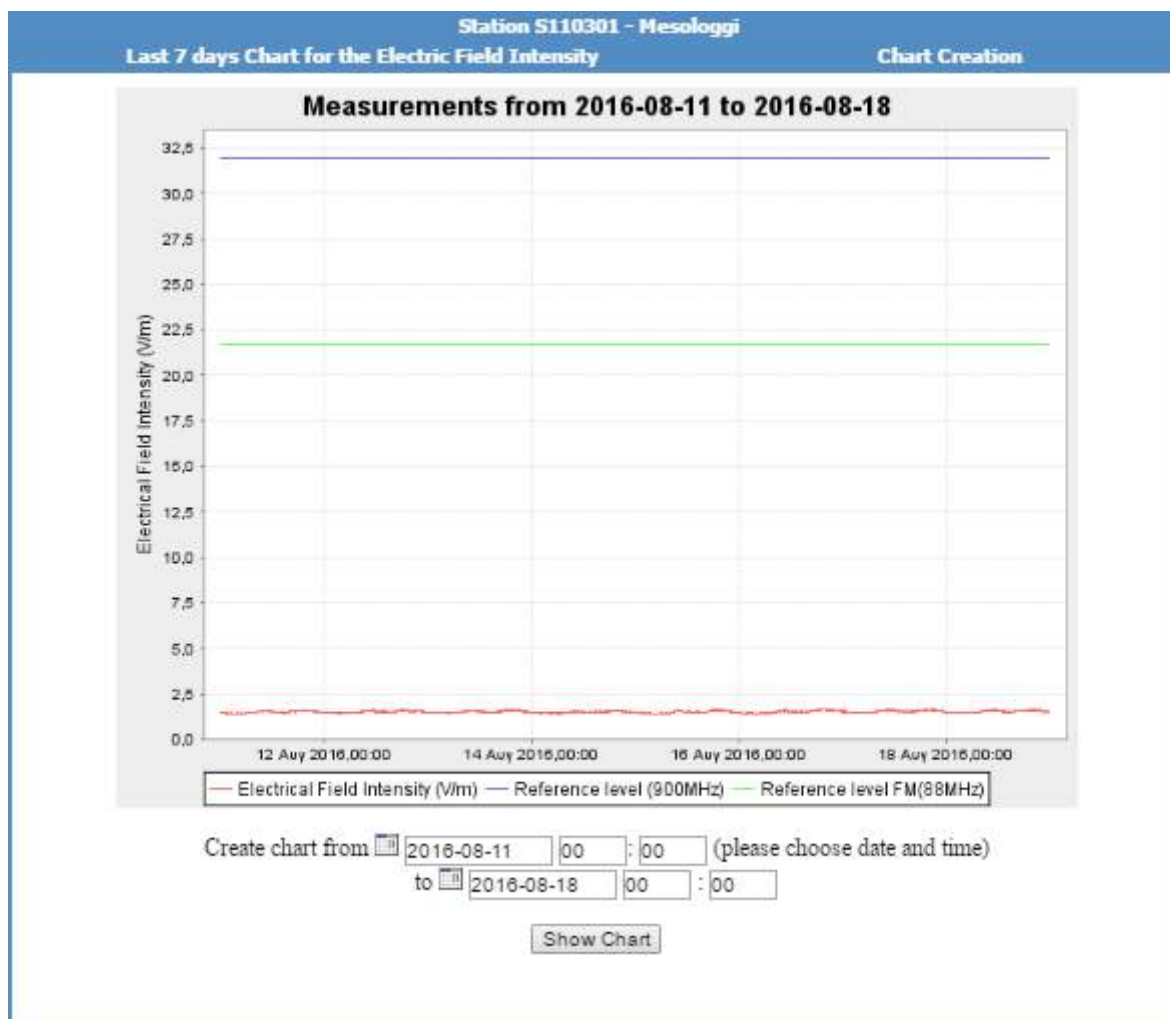
Address	Museum of History and Art
Longitude, Latitude/Altitude	21.4306 , 38.3691 / null
Activation date	2010-10-13 08:54:00.0
Temperature (last update*)	23.0°C
Last Update	2016-08-18 23:54:00.0

Slika 6.7 - Prezentacija na Internetu jedne od mernih lokacija mreže senzora za merenje elektromagnetnog zračenja tehničkih fakulteta u Grčkoj



Slika 6.8 - Numerički rezultati i histogram izmerenih vrednosti

Na grafikonu koji se nalazi iza opisa merne lokacije (slika 6.8) daje se prikaz numeričkih rezultata sa histogramom izmerenih vrednosti. Na istoj veb stranici postoji i grafički prikaz rezultata merenja (slika 6.9) gde se mogu videti propisane (nacionalnom zakonskom regulativom) gornje granice nivoa elektromagnetnog zračenja u V/m za opseg 100kHz – 3GHz, kao i za FM, GSM900, GSM1800 i UMTS frekvencijske opsege. Nakon inicijalnog učitavanja veb stranice, prikazuju se rezultati izraženi u V/m za poslednjih 7 dana (podrazumevani prikaz). Pri tome, treba navesti da korisnik može slobodno konfigurisati vremenski period za koji želi videti rezultate merenja.

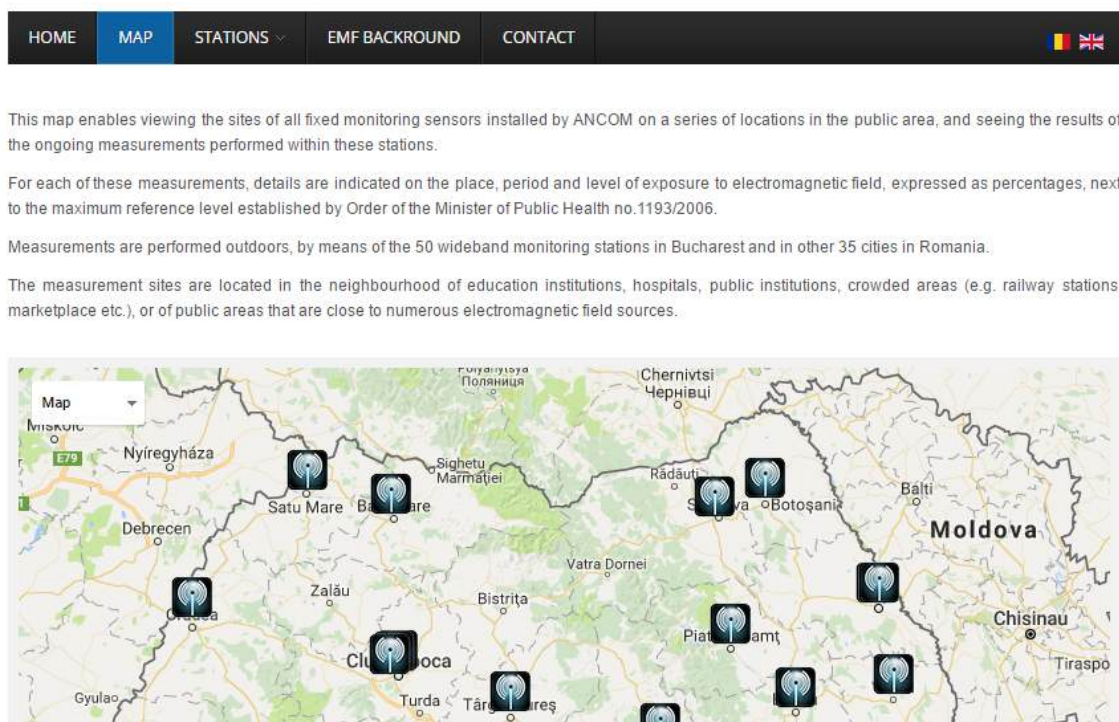


Slika 6.9 - Izmereni rezultati za poslednjih sedam dana uz poređenje sa maksimalno dozvoljenim (zakonski propisanim) nivoima električnog polja

U okviru mreža za merenje elektromagnetnog zračenja tehničkih fakulteta Grčke, senzori poseduju sonde za merenje RMS nivoa električnog polja. Perioda odabiranja je konfigurisana na 3s, a perioda usrednjavanja i snimanja, kao što je prethodno navedeno, iznosi 6 minuta. Od početka rada mreže do sada u bazu je snimljeno preko 65 miliona mernih zapisa.

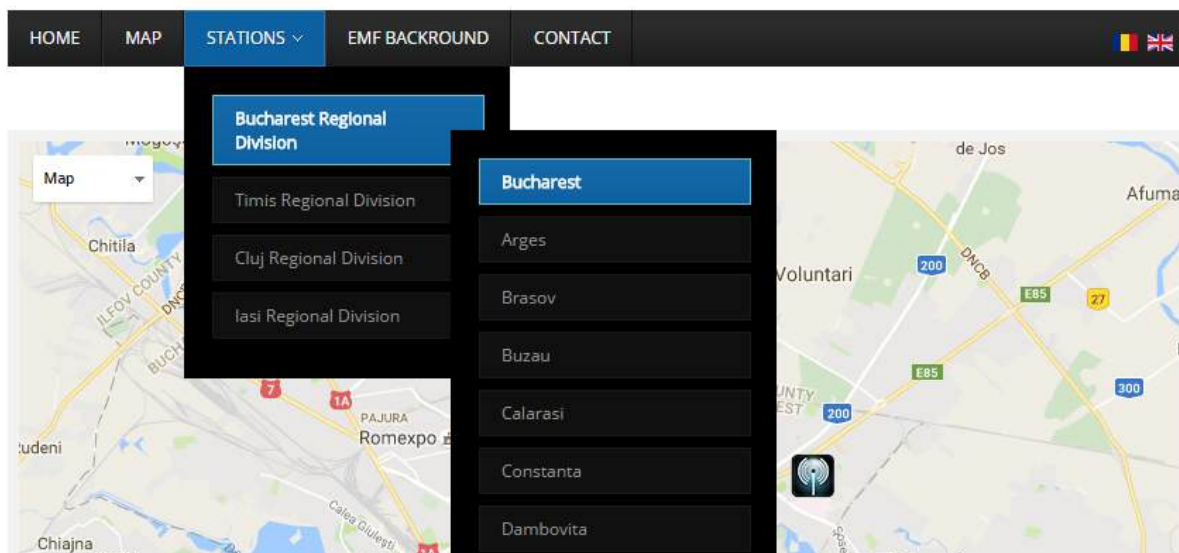
6.3 MREŽE SENZORA ZA EMF MONITORING IMPLEMENTIRANE U DRUGIM ZEMLJAMA

Projekat sličan po arhitekturi, ali daleko manji po obimu u odnosu na projekte u Grčkoj i Italiji implementiran je u Rumuniji. Ovaj projekat je realizovalo rumunsko nacionalno regulatorno telo u oblasti telekomunikacija. Do kraja 2015. instalirano je 50 NARDA širokopoljnih senzora sa dodatkom sonde koja meri tri najznačajnija opsega za javne mobilne sisteme (GSM900 opseg: 925 MHz - 960 MHz, GSM1800 opseg: 1805 MHz - 1880 MHz, UMTS opseg: 2110 MHz - 2170 MHz). Presentacija rezultata merenja obavlja se preko veb aplikacije <http://www.monitor-emf.ro/index.php/en/> koja je dosta slična veb aplikaciji realizovanoj u projektu PEDION24 u Grčkoj koji je već razmotren u prethodnom tekstu. Na slikama 6.10 i 6.11 ilustrovani su prikaz interaktivne mape i navigacioni meni za pristup svakoj senzorskoj jedinici instaliranoj na teritoriji Rumuniji. Kao i oba grčka veb sajta, i rumunski veb sajt mreže senzora za monitoring EMF ima podršku za internacionalizaciju, i trenutno su podržani rumunski i engleski jezik.



Slika 6.10 – Interaktivna mapa sa prikazom načina izbora stacionarne senzorske jedinice čijim mernim rezultatima se želi pristupiti (Rumunija)

Postoje i drugi realizovani projekti koji su znatno manji po obimu. Na primer, u Švajcarskoj je postavljeno i umreženo u centralizovan sistem 5 NARDA širokopoljnih senzora. Na osnovu dobijenih rezultata merenja, sprovedene su opsežne simulacije, pri čemu je generisana tzv. *hot*-mapa (prikaz rezultata proračuna na geografskoj georeferenciranoj podlozi) za nejonižujuće elektromagnetno zračenje na teritoriji čitave Švajcarske. Građanstvu su prezentovani rezultati merenja i *hot*-mapa elektromagnetnog zračenja dobijena simulacijom (veb adresa: <http://e-smogmessung.ch>).



Slika 6.11 – Ilustracija navigacionog menija za izbor stacionarne senzorske jedinice (definisanjem regiona i grada) čijim se mernim rezultatima želi pristupiti (Rumunija)

U **Austriji** su instalirana 4 NARDA širokopojasna senzora, od kojih dva rade u *dual* modu. Jedan je instaliran u dvorištu poslovne zgrade gde postoji velika koncentracija ljudi tokom radnog dana (zbog velikog broja firmi i kancelarija). Drugi senzor instaliran je u jednoj tipičnoj kući i to u dnevnoj sobi. Treći senzor instaliran je u neposrednoj blizini visokonaponskih vodova i u okviru njega se koristi sonda za merenje magnetnog (H) polja na niskim učestanostima. Četvrti senzor instaliran je na otvorenom prostoru (*outdoor*) na mestu gde se nalazi parking u jednoj velikoj industrijskoj zoni. Veb adresa prezentacije merenja sa prethodno opisana četiri senzora u Austriji je <http://emvu-monitoring.at/>. Ovaj veb sajt ima podršku za internacionalizaciju sa trenutno podržanim nemačkim i engleskim jezikom.

U **Slovačkoj** su merenja vršena na celoj teritoriji zemlje mobilnim senzorima. Korišćen je NARDA senzor koji je premeštan sa lokacije na lokaciju i na osnovu toga su korišćenjem simulatora pravljene *hot-mape* EMF zračenja koje se mogu videti na njihovom prezentacionom sajtu <http://www.emp.vuje.sk/>. I ova veb prezentacija ima podršku za internacionalizaciju sa podržanim slovačkim i engleskim jezikom. Projekat je podržan od strane EU fonda za regionalni razvoj. Realizovan je od strane Tehničkog Univerziteta u Košicama u četvorogodišnjem periodu (jan. 2011 – sep. 2015). Obuhvaćena su naseljena mesta veća od 10.000 stanovnika.

U **Mađarskoj** je realizovan projekat sa selektivnim NARDA senzorima. Instalirano je 15 fiksnih senzora. Dodatno, korišćen je i mobilni senzor pri čemu su merenja vršena po predefinisanim rutama. Rezultati su prezentovani na veb sajtu <http://emirpub-prod.nmhh.hu/pubrendszer-web/eszmog/meresiAdatok.jhtml>.

U **Nemačkoj** se dugi niz godina (od 2007.) puni baza sa rezultatima EMF merenja. Ova baza je pod ingerencijom nemačke nacionalne federalne regulatorne agencije za energetiku i telekomunikacije (BnetzA) koja radi merenja u saradnji sa vladama svake od pokrajina. Koriste se mobilni i nomadski senzori za EMF monitoring. *Rohde Schwarz EMF-*

monitor nomadski senzor i NARDA mobilni senzor su integrisani u ovu mrežu. Na geografskoj karti mogu se videti trenutno aktivni senzori. Veb sajt nacionalne nemačke agencije BnetzA preko koga se prezentuju izmereni rezultati jeste <http://emf2.bundesnetzagentur.de>. Ovaj sajt takođe ima podršku za internacionalizaciju sa podržanim nemačkim i engleskim jezikom.

Mreža sa oko 300 *Wavecontrol* MonitEM fiksnih senzora je implementirana u **Španiji**, tačnije u španskoj pokrajini Kataloniji u 184 opštinske jedinice. U **Kolumbiji** su instalirana 43 *Wavecontrol* MonitEM fiksna senzora u devet gradova. U **Brazilu** je za vreme svetskog prvenstva u fudbalu na svim stadionima bilo privremeno instalirano 66 *Wavecontrol* MonitEM senzora. Mreže sa istim tipom *Wavecontrol* EMF senzora, ali znatno manjeg obima su instalirane i u Izraelu, Kini i Turskoj. U Izraelu su korišćeni i NARDA senzori, a merenja se obavljaju pod ingerencijom Nacionalne agencije za problematiku u oblasti monitoringa životne sredine <http://www.malraz.org.il>.

6.4 UPOREDNA ANALIZA IMPLEMENTIRANIH SISTEMA U DRUGIM DRŽAVAMA

Realizovane mreže senzora koje su razmatrane u okviru ovog projekta po zahtevima su slične senzorskoj mreži koju RATEL planira da realizuje na teritoriji Republike Srbije, a koja je predmet ove studije.

Najveće mreže prema brojnosti senzora su implementirane u Italiji i Grčkoj. Mreža u Italiji je najveća po broju senzora i sastoji se od NARDA širokopojasnih i *band*-selektivnih senzora (poglavlje 6.1). Implementacija je rađena u tri faze i u svakoj od faza je znatno povećana brojnost senzora u mreži. Takođe, treba naglasiti da su NARDA širokopojasni i selektivni senzori korišćeni u funkciji nomadskih senzora. Oni bi bili instalirani na nekoj lokaciji, tu bi radili aproksimativno dva meseca i onda bi se demontirali i premestili na drugu lokaciju. Ovo je rađeno sa ciljem da bi se pokrio što je moguće veći deo teritorije Italije i omogućila što je moguće šira slika o nivoima elektromagnetnog zračenja. Dodatno, u svim regionima, tokom mernih kampanja paralelno se sprovodila i marketinška kampanja, kao i edukacija građanstva. Pri tome, poštovao se kriterijum ravnomerne regionalne raspodeljenosti. Treba naglasiti da su softverski podsistemi za prikupljanje i prezentaciju rezultata potpuno odvojeni, pri čemu se, u međukoraku, validacija izmerenih rezultata sprovodi manuelno. Naime, tek nakon validacije, osoblje koje sprovodi merenja rezultate šalje *email*-om drugoj instituciji na projektu koja je zadužena za prezentovanje rezultata.

U Grčkoj su implementirane čak dve velike mreže koje rade potpuno nezavisno jedna od druge (poglavlja 6.2.1 i 6.2.2). U prvoj je instalirano 480 širokopojasnih i 20 *band*-selektivnih senzora. Rade se i mobilna *drive-test* merenja sa 13 senzora (za svaki od grčkih regiona po jedan). U drugoj grčkoj mreži je instalirano 234 NARDA širokopojasnih senzora. U Rumuniji je instalirana mreža od 50 širokopojasnih senzora, a projekat je po arhitekturi sličan projektima u Grčkoj. I širokopojasni i selektivni senzori su instalirani na lokacijama gde rade, za razliku od onih u italijanskoj mreži, kao fiksni (stacionarni) senzori. Velika mreža od 300 fiksnih senzora koji mere elektromagnetno zračenje u RF opsegu je implementirana u španskoj pokrajini Katalonija, sa razlikom što oni umesto NARDA senzora koriste *Wavecontrol* širokopojasni senzor. Ove četiri mreže (kao i austrijska mreža od samo 4 NARDA senzora i nemačka mreža nomadskih NARDA i *Rohde&Schwarz* senzora) jedine imaju potpuno automatizovanu arhitekturu sa stanovišta snimanja podataka u centralizovanu bazu (prikupljanje podataka) i njihove prezentacije.

U Nemačkoj su korišćeni NARDA *band*-selektivni senzori u funkciji nomadskih senzora, kao i EMF-monitor koji je napredno rešenje *Rohde&Schwarz*-a za nomadski senzor selektivan po predajniku (izvoru emisije). Trenutno su aktivna četiri nomadska senzora.

U Švajcarskoj i Slovačkoj su na osnovu terenskih merenja kroz simulacije pravljene *hot*-mape zračenja elektromagnetnog polja na celoj teritoriji zemlje. Pri tome, Slovački projekat je delimično finansiran iz fondova EU.

Mobilni senzori koji mere polje kroz *drive-test*-ove po predefinisanim rutama se koriste u italijanskoj, jednoj grčkoj i mađarskoj mreži. Treba napomenuti da je u Mađarskoj pored jednog mobilnog senzora koji meri polje po predefinisanim rutama instalirano i 15 fiksnih NARDA senzora.

Jedino je u Austriji na jednom senzoru, koji je instaliran blizu elektroenergetskog postrojenja, stavljena sonda koja meri H polje na niskim učestanostima. Svi ostali senzori (u Austriji, ali i u svim drugim mrežama) koriste sonde koje mere isključivo jačinu električne komponente elektromagnetnog polja u RF opsegu.

Realizovane softverske platforme u svim zemljama za prezentacioni sloj koriste veb aplikaciju od kojih samo grčka <https://paratiritirioemf.eeae.gr/> podržava *responsive* dizajn koji je prilagodljiv različitim rezolucijama ekrana. Na oba grčka sajta, rumunskom, austrijskom, slovačkom i nemačkom postoji podrška za internalizaciju, tj. pored maternjeg jezika u toj zemlji podržan je i engleski jezik. Početna stranica na izraelskom sajtu ima izuzetno interesantan i intuitivan dizajn i izbor slika, tj. sajt vrlo lako mogu koristiti široke narodne mase. Nemački sajt je integrativni deo sajta njihove agencije, što znatno otežava pronalazak potrebnih informacija o monitoringu elektromagnetnog zračenja kroz mrežu nomadskih senzora. Svi sajtovi podržavaju pristup podacima kroz interaktivnu mapu, s tim što je navigacioni meni najbolje urađen kod rumunskog sajta.

7. TEHNIČKO REŠENJE SENZORSKIH JEDINICA

Sa obzirom da se u okviru mreže senzora za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja, koja je predmet ovog projekta, planira korišćenje stacionarnih mernih senzora, nomadskih mernih senzora, mobilnih mernih senzora i personalnih mernih senzora, u ovom poglavlju su navedene karakteristike koje svaki tip senzorske jedinice treba da zadovoljava ponaosob.

7.1 TEHNIČKO REŠENJE STACIONARNE SENZORSKE JEDINICE

Predlaže se da se stacionarna senzorska jedinica, koja se postavlja na fiksnoj lokaciji u dužem vremenskom intervalu, implementira u dve varijante:

1. širokopolasna senzorska jedinica, i
2. *band*-selektivna senzorska jedinica.

7.1.1 Tehničko rešenje za stacionarnu širokopolasnu senzorsku jedinicu

Predlaže se da širokopolasna senzorska jedinica ima sledeće karakteristike:

- ▶ Ova jedinica treba da omogući izotropna merenja RF elektromagnetnog zračenja (intenziteta električnog polja) korišćenjem RMS detektora u frekvencijskom opsegu **najmanje od 80 MHz do 6 GHz**. Na ovom mestu treba napomenuti da je ovo minimalni zahtev i da se širokopolasna merenja mogu obavljati i u širem radio-frekvencijskom opsegu ako senzorska jedinica to podržava.
- ▶ Treba da podrži konfiguraciju **periode odabiranja na 1s, a periode usrednjavanja na 6 minuta**.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica ima osetljivost (dinamički opseg detekcije intenziteta električnog polja) **od najmanje 0.3 V/m – 100 V/m**.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica bude kompatibilna sa preporukom **ITU-T K.83**.

- ▶ Potrebno je da ima **2G ili 3G ili 4G modem** za prenos izmerenih podataka ka centralnom serveru korišćenjem javne mobilne mreže jednom u toku 24h.
- ▶ Potrebno je da, pored prethodno navedenog modema koji omogućava bežičnu komunikaciju, senzor poseduje **USB i/ili Ethernet interfejs, odnosno interfejs za lokalni pristup senzorskoj jedinici** korišćenjem *laptop* računara.
- ▶ Potrebno je da se izmerenim podacima može pristupiti iz bilo koje eksterne aplikacije (aplikacije namenski razvijene od kompanije nezavisne od proizvođača senzora). Drugim rečima, rešenje treba da bude **potpuno otvoreno sa stanovišta očitavanja izmerenih podataka**.
- ▶ Potrebno je da postoji **moгуćnost konfigurisanja senzorske jedinica sa udaljene lokacije** preko javne mobilne mreže. Potrebno je da proizvođač senzora zajedno sa senzorom dostavi i softver za konfiguraciju uz uputstvo za konfiguraciju.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica poseduje **najmanje dva načina napajanja (solarno napajanje je obavezno, a drugi izvor energije može biti standardno AC napajanje sa elektromreže ili dopunjiva baterija koja se može dopuniti pomoću punjača)**. Solarno napajanje treba da omogući autonomiju od najmanje 2 meseca u lošim vremenskim uslovima bez sunca. U **standardnim vremenskim uslovima** senzor treba da ima **potpunu autonomiju tokom cele godine (365/24 autonomija)**.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica ima **najmanje IP55 vid zaštite** (prema IEC - *International Electrotechnical Commission* standardu) za funkcionisanje u *outdoor* uslovima.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica poseduje lokalnu memoriju od **najmanje 100 MB** (interna memorija + podržani eksterni medijumi poput MicroSD kartice).
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica podržava alarmiranje u slučaju da je nivo izmerenog električnog polja iznad definisane granice, kao i da je nivo baterije ispod predefinisane praga. Takođe, potrebno je da postoji i sigurnosni alarm.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica ima najmanje **2+2 godine garancije**.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica ima **sertifikat o etaloniranju**.
- ▶ Potrebno je da postoji mogućnost da se **senzorska jedinica instalira na stubu, zidu ili ravnom krovu**. Ukoliko su potrebni dodaci za montažu senzora, potrebno ih je isporučiti uz senzorsku jedinicu i dostaviti uputstvo za montažu.
- ▶ Potrebno je da od strane proizvođača uz senzor bude isporučena **procedura za izračunavanje merne nesigurnosti senzora** da bi se pre puštanja u rad senzora odredila njegova merna nesigurnost.

7.1.2 Tehničko rešenje za stacionarnu *band*-selektivnu senzorsku jedinicu

Predlaže se da *band*-selektivna senzorska jedinica ima sledeće karakteristike:

- ▶ Senzor treba da omogući izotropno *band*-selektivno merenje intenziteta električnog polja korišćenjem RMS detektora u najmanje 16 predefinisanih (konfigurabilnih od strane korisnika) frekvencijskih opsega od 80 MHz do 6 GHz (najmanje), kao i merenje ukupne vrednosti u celom frekvencijskom opsegu. Predlog inicijalne konfiguracije frekvencijskih opsega koje treba meriti sa ovom vrstom senzora dat je u tabeli 7.1.

	Frekvencijski opseg	Donja granična učestanost [MHz]	Gornja granična učestanost [MHz]
1.	UKUPAN INTENZITET ELEKTRIČNOG POLJA	80	6000 (ili više zavisno od senzora)
2.	FM	87.5	108
3.	PMR/PAMR/FWA	380	470
4.	DVB-T2 (UHF)	470	790
5.	Mobile 800 MHz downlink	791	821
6.	Mobile 800 MHz uplink	832	862
7.	Mobile 900 MHz uplink	880	915
8.	Mobile 900 MHz downlink	925	960
9.	Mobile 1800 MHz uplink	1710	1785
10.	Mobile 1800 MHz downlink	1805	1880
11.	Mobile 2.1 GHz uplink	1920	1980
12.	Mobile 2.1 GHz downlink	2110	2170
13.	ISM 2.4 GHz (WiFi 2G)	2400	2485
14.	Mobile 2.6 GHz uplink	2500	2570
15.	Mobile 2.6 GHz downlink	2620	2690
16.	ISM 5.8 GHz / U-NII 1-2e	5150	5875

Tabela 7.1 - Predlog frekvencijskih opseg koje bi trebalo meriti u okviru *band*-selektivnih merenja

Na ovom mestu treba napomenuti da su frekvencijski opsezi navedeni u tabeli 7.1 definisani uzimajući u obzir postavljeni zahtev od minimalno 16 raspoloživih konfigurabilnih frekvencijskih opsega, kao i stepen korišćenja pojedinih frekvencijskih opsega u suburbanim i urbanim sredinama u praksi. U slučaju da senzor može da podrži merenja u više od 16 frekvencijskih opsega, potrebno je i definisati i te opsege (npr., za potrebe merenja *Mobile 3.5 GHz* sistema → 3400-3800MHz, DECT sistema → 1880-1900 itd.). Još jednom treba naglasiti da je obavezno meriti ukupni frekvencijski opseg od minimalno 80 MHz - 6 GHz. U slučaju da senzor podržava širi opseg, potrebno je konfigurisati opseg koji je maksimalno podržan.

- ▶ Sensorska jedinica treba da podrži konfigurisanje **periode odabiranja na 1s (ili manje)**, a **periode usrednjavanja na 6 minuta za svaki definisani merni opseg**.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica ima osetljivost (dinamički opseg detekcije intenziteta električnog polja) **od najmanje 0.3 V/m – 100 V/m**.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica bude kompatibilna sa preporukom **ITU-T K.83**.
- ▶ Potrebno je da ima **2G ili 3G ili 4G modem** za prenos izmerenih podataka ka centralnom serveru korišćenjem javne mobilne mreže jednom u toku 24h.
- ▶ Potrebno je da pored ovog modema koji omogućava bežičnu komunikaciju senzor poseduje **USB i/ili Ethernet interfejs, odnosno interfejs za lokalni pristup senzorskoj jedinici** korišćenjem *laptop* računara.
- ▶ Potrebno je da se izmerenim podacima može pristupiti iz bilo koje eksterne aplikacije (aplikacije namenski razvijene od kompanije nezavisne od proizvođača senzora). Drugim rečima, rešenje treba da bude **potpuno otvoreno sa stanovišta očitavanja izmerenih podataka**.
- ▶ Potrebno je da postoji **moгуćnost konfigurisanja senzorske jedinica sa udaljene lokacije** preko javne mobilne mreže. Potrebno je da proizvođač senzora zajedno sa senzorom dostavi i softver za konfiguraciju uz uputstvo za konfiguraciju.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica poseduje **najmanje dva načina napajanja (solarno napajanje je obavezno, a drugi izvor energije može biti standardno AC napajanje sa elektromreže ili dopunjiva baterija koja se može dopuniti pomoću punjača)**. Solarno napajanje treba da omogući autonomiju od najmanje 2 meseca u lošim vremenskim uslovima bez sunca. U **standardnim vremenskim uslovima** senzor treba da ima **potpunu autonomiju tokom cele godine (365/24 autonomija)**.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica ima **najmanje IP55 vid zaštite** (prema IEC - *International Electrotechnical Commission* standardu) za funkcionisanje u *outdoor* uslovima.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica poseduje lokalnu memoriju od **najmanje 500 MB** (interna memorija + podržani eksterni medijumi poput MicroSD kartice).
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica podržava alarmiranje u slučaju da je nivo izmerenog električnog polja iznad definisane granice, kao i da je nivo baterije ispod predefinisane praga. Takođe, potrebno je da postoji i sigurnosni alarm.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica ima najmanje **2+2 godine garancije**.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica ima **sertifikat o etaloniranju**.
- ▶ Potrebno je da postoji mogućnost da se **senzorska jedinica instalira na ravnu podlogu**. Ukoliko su potrebni dodaci za montažu senzora, potrebno ih je isporučiti uz senzorsku jedinicu i dostaviti uputstvo za montažu.
- ▶ Potrebno je da od strane proizvođača uz senzor bude isporučena **procedura za izračunavanje merne nesigurnosti senzora** da bi se pre puštanja u rad senzora odredila njegova merna nesigurnost.

7.2 TEHNIČKO REŠENJE NOMADSKJE SELEKTIVNE SENZORSKE JEDINICE

Predlaže se da nomadska senzorska jedinica ima sledeće karakteristike:

- ▶ Treba omogućiti da se nomadska senzorska jedinica može **lako montirati na zahtevanu lokaciju**, nakon određenog vremena **demontirati i premestiti na drugu lokaciju**. Ova senzorska jedinica treba da bude **band-selektivnog tipa**. Treba da može da meri izotropni RMS intenzitet električnog polja u najmanje **16, od strane korisnika konfigurabilnih, frekvencijskih opsega proizvodnje širine (tabela 7.1)** uz dodatne napomene ispod tabele.
- ▶ Treba da podrži konfigurisanje **periode odabiranja na 1s (ili manje)**, a **periode usrednjavanja na 6 minuta za svaki merni opseg**.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica ima osetljivost (dinamički opseg detekcije intenziteta električnog polja) **od najmanje 0.3 V/m – 100 V/m**.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica bude kompatibilna sa preporukom **ITU-T K.83**.
- ▶ Potrebno je da ima **2G ili 3G ili 4G modem** za prenos izmerenih podataka ka centralnom serveru korišćenjem javne mobilne mreže jednom u toku 24h.
- ▶ Potrebno je da pored ovog modema koji omogućava bežičnu komunikaciju senzor poseduje **USB ili Ethernet interfejs, odnosno interfejs za lokalni pristup senzorskoj jedinici** korišćenjem *laptop* računara.
- ▶ Potrebno je da se izmerenim podacima može pristupiti iz bilo koje eksterne aplikacije (aplikacije namenski razvijene od kompanije nezavisne od proizvođača senzora). Drugim rečima, rešenje treba da bude **potpuno otvoreno sa stanovišta očitavanja izmerenih podataka**.
- ▶ Potrebno je da postoji **moгуćnost konfigurisanja senzorske jedinica sa udaljene lokacije** preko javne mobilne mreže. Potrebno je da proizvođač senzora zajedno sa senzorom dostavi i softver za konfiguraciju uz uputstvo za konfiguraciju.
- ▶ Nomadska senzorska jedinica **mora da poseduje GPS lokalizaciju**.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica poseduje **najmanje dva izvora energije (solarno napajanje je obavezno, a drugi izvor energije može biti standardno AC napajanje sa elektromreže ili dopunjiva baterija koja se može dopuniti pomoću punjača)**. Solarno napajanje treba da omogući autonomiju od najmanje 2 meseca u lošim vremenskim uslovima bez sunca. U **standardnim vremenskim uslovima** senzor treba da ima **potpunu autonomiju tokom cele godine (365/24 autonomija)**.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica ima **najmanje IP55 vid zaštite** (prema IEC - *International Electrotechnical Commission* standardu) za funkcionisanje u *outdoor* uslovima.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica poseduje lokalnu memoriju od **najmanje 500 MB** (interna memorija + podržani eksterni medijumi poput MicroSD kartice).
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica podržava alarmiranje u slučaju da je nivo izmerenog električnog polja iznad dozvoljene granice, kao i da je nivo baterije ispod predefinisiranog praga. Takođe, potrebno je da postoji i sigurnosni alarm.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica ima najmanje **2+2 godine garancije**.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica ima **sertifikat o etaloniranju**.

- ▶ Potrebno je da može da se omogući **instalacija senzorske jedinice na ravnu podlogu**. Ukoliko su potrebni dodaci potrebni za montažu senzora, potrebno ih je isporučiti uz senzorsku jedinicu i dostaviti uputstvo za montažu.
- ▶ Potrebno je da od strane proizvođača uz senzor bude isporučena **procedura za izračunavanje merne nesigurnosti senzora** da bi se pre puštanja u rad senzora odredila njegova merna nesigurnost.

7.3 TEHNIČKO REŠENJE MOBILNE SENZORSKE JEDINICE

Predlaže se da mobilna senzorska jedinica ima sledeće karakteristike:

- ▶ Mobilni senzor treba da omogući širokopojasna izotropna merenja intenziteta električnog polja korišćenjem RMS detektora u frekvencijskom opsegu od **80MHz – 6GHz**. Na ovom mestu treba napomenuti da je ovo minimalni zahtev i da se širokopojasna mobilna merenja mogu obavljati i u širem frekvencijskom opsegu ako to senzorska jedinica podržava.
- ▶ Treba da podrži konfigurisanje **periode odabiranja na 1s ili manje**.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica ima osetljivost (dinamički opseg detekcije intenziteta električnog polja) **od najmanje 0.3 V/m – 100 V/m**.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica bude kompatibilna sa preporukom **ITU-T K.113**.
- ▶ Mobilni senzor mora da poseduje **mogućnost instaliranja na krov standardnog vozila**. Drugim rečima, da bi se sprovedila merna kampanja sa mobilnim senzorom nije potrebno namensko merno vozilo.
- ▶ Mobilni senzor **mora da poseduje automatsku GPS lokalizaciju**.
- ▶ Mobilni senzor treba da ima lokalnu memoriju od najmanje **1 GB (interna memorija + podržani eksterni medijumi poput MicroSD kartce)**.
- ▶ Mobilni senzor treba da ima **mogućnost nezavisnog baterijskog napajanja ili napajanja iz vozila ili sa PC-ja koji se nalazi unutar vozila**.
- ▶ Mobilni senzor treba da ima **mogućnost izvoza podataka u nekom od čitljivih otvorenih formata pogodih za georeferenciranje na geografskoj mapi**.
- ▶ Potrebno je da proizvođač mobilnog senzora dostavi **kompletno rešenje zajedno sa softverom za asistenciju prilikom drive test merenja elektromagnetnog polja**.
- ▶ Potrebno je da proizvođač mobilnog senzora zajedno sa senzorom dostavi i softver za konfiguraciju uz uputstvo za konfiguraciju.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica ima **najmanje IP55 vid zaštite** (prema IEC - *International Electrotechnical Commission* standardu) za funkcionisanje u *outdoor* uslovima.
- ▶ Potrebno je da mobilna senzorska jedinica ima najmanje **2+2 godine garancije**.
- ▶ Potrebno je da mobilna senzorska jedinica ima **sertifikat o etaloniranju**.
- ▶ Potrebno je da od strane proizvođača uz senzor bude isporučena **procedura za izračunavanje merne nesigurnosti senzora** da bi se pre puštanja u rad senzora odredila njegova merna nesigurnost.

7.4 TEHNIČKO REŠENJE PERSONALNE SENZORSKE JEDINICE

Predlaže se da personalna senzorska jedinica ima sledeće karakteristike:

- ▶ Personalni senzor treba da omogući izotropna merenja intenziteta električnog polja u najmanje 16 frekvencijskih opsega, najkritičnijih sa stanovišta elektromagnetnog zračenja. Predlog konfiguracije frekvencijskih opsega koje treba meriti sa ovom vrstom senzora dat je u tabeli 7.2.

	Frekvencijski opseg	Donja granična učestanost [MHz]	Gornja granična učestanost [MHz]
1.	FM*	87.5	108
2.	PMR/PAMR/FWA	410	430
3.	DVB-T2 (UHF)*	470	770 (poželjno do 790)
4.	<i>Mobile 800 MHz downlink*</i>	791	821
5.	<i>Mobile 800 MHz uplink*</i>	832	862
6.	<i>Mobile 900 MHz uplink*</i>	880	915
7.	<i>Mobile 900 MHz downlink*</i>	925	960
8.	<i>Mobile 1800 MHz uplink*</i>	1710	1785
9.	<i>Mobile 1800 MHz downlink*</i>	1805	1880
10.	<i>Mobile 2.1 GHz uplink*</i>	1920	1980
11.	<i>Mobile 2.1 GHz downlink*</i>	2110	2170
12.	ISM 2.4 GHz (WiFi 2G)	2400	2483,5 (poželjno do 2485)
13.	<i>Mobile 2.6 GHz uplink*</i>	2500	2570
14.	<i>Mobile 2.6 GHz downlink*</i>	2620	2690
15.	<i>Mobile 3.5 GHz</i>	3400 (eventualno od 3300)	3600 (eventualno do 3900)
16.	ISM 5.8 GHz / U-NII 1-2e*	5150	5858 (poželjno do 5875)

* - obavezni frekvencijski opsezi

Tabela 7.2 - Predlog frekvencijskih opseg koje bi trebalo meriti u okviru *band*-selektivnih merenja personalne senzorske jedinice

Slično, kao i u slučaju tabele 7.1, na ovom mestu treba napomenuti da su frekvencijski opsezi navedeni u tabeli 7.2 definisani uzimajući u obzir postavljeni zahtev od minimalno 16 raspoloživih konfigurabilnih frekvencijskih opsega, kao i stepen korišćenja pojedinih frekvencijskih opsega u suburbanim i urbanim sredinama u praksi. U slučaju da senzor može da podrži merenja u više od 16 frekvencijskih opsega, potrebno je koristiti i te opsege.

- ▶ Personalna senzorska jedinica mora da poseduje **GPS lokalizaciju**.
- ▶ Potrebno je da se na personalnom senzoru konfigurira **perioda odabiranja** u trajanju **od 10s ili manje**.
- ▶ Potrebno je da senzorska jedinica ima osetljivost (dinamički opseg detekcije elektromagnetnog polja) **od najmanje 0.05 V/m – 5 V/m**.
- ▶ Potrebno je da se između dva punjenja baterije obezbedi **autonomija od najmanje 10h** (kada se koristi GPS lokalizacija).
- ▶ Potrebno je da senzor poseduje internu memoriju od najmanje **200 MB**.
- ▶ Potrebno je da senzor poseduje **Bluetooth i/ili USB** interfejs za povezivanje sa *laptop/notebook* računarom (za potrebe konfigurisanja senzora, kao i za potrebe prenosa izmerenih vrednosti).
- ▶ Potrebno je da proizvođač dostavi **softver za konfiguraciju** senzora zajedno sa uputstvom za njegovu konfiguraciju.
- ▶ Potrebno je da se nakon završene merne kampanje podaci mogu eksportovati i *upload*-ovati na centralni server. **Pri tome, format u kome se izvoze podaci** treba da bude **potpuno otvoren (čitljiv od strane eksternih aplikacija razvijenih od kompanija koje nisu povezane sa proizvođačem opreme) i pogodan za georeferenciranje na geografskoj mapi**. To praktično znači da opis formata podataka u kome se podaci izvoze treba da bude dostavljen naručiocu.
- ▶ Potrebno je da senzor ima **sertifikat o etaloniranju**.
- ▶ Potrebno je da senzor ima **najmanje 2+2 godine garancije**.
- ▶ Zbog konstantnog nošenja od strane korisnika, personalni senzor mora da bude **lakši od 0.5 kg**.

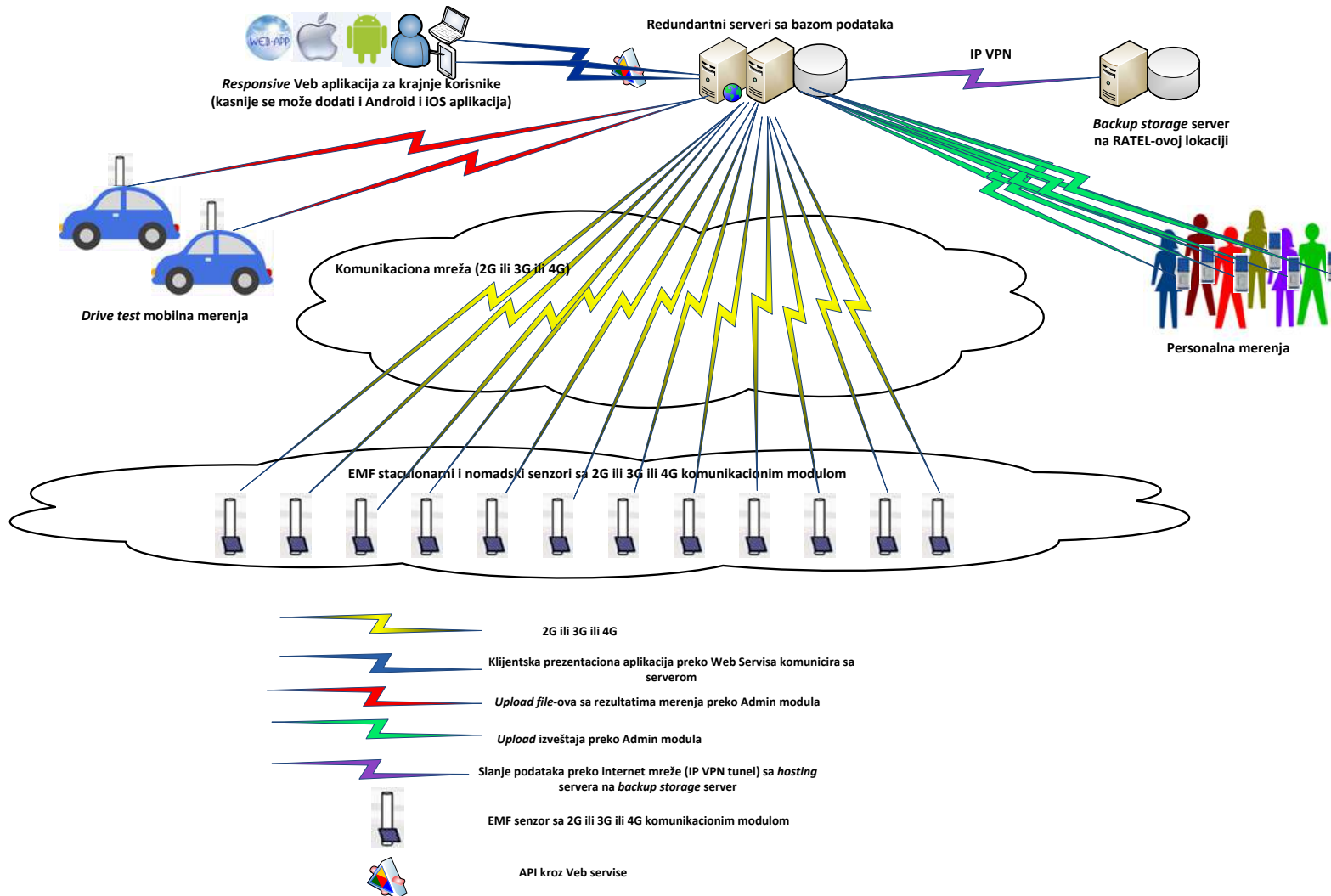
8. TEHNIČKO REŠENJE MREŽE SENZORSKIH JEDINICA

U ovom poglavlju daje se predlog tehničkog rešenja mreže senzora za merenje nivoa elektromagnetnog zračenja na teritoriji Republike Srbije. Predloženo rešenje koje se od strane RATEL-a implementira na teritoriji Republike Srbije treba da obuhvati sledeće segmente:

- mrežu stacionarnih senzora,
- podsistem nomadskih senzora,
- podsistem za mobilne senzore (*drive test* merenja), i
- podsistem za personalne senzorske jedinice.

Predložena arhitektura kompletnog sistema za mrežu senzora je data na slici 8.1. Treba naglasiti da je sa stanovišta predložene arhitekture kompletnog sistema izabrano otvoreno rešenje u koje je moguće lako integrisati i senzore drugih zainteresovanih strana (o čemu će biti više reči u potpoglavlju 8.5). Može se videti da se svi rezultati upisuju u bazu na *Cloud* serveru i da se automatski *backup*-uju jednom dnevno slanjem preko interneta (standardna IP VPN konekcija) na *storage* server u RATEL-ovom *data* centru.

U nastavku poglavlja 8 daje se detaljan opis za sve pojedinačne segmente mreže senzorskih jedinica uz potrebne proračune, kriterijume za odabir lokacija, vrste lokacija od interesa gde treba da se instaliraju fiksni i nomadski senzori, kao i predložena regionalna raspodela stacionarnih senzora. O predloženoj softverskoj platformi za prikupljanje i prikazivanje podataka će biti više reči u glavi 9.



Slika 8.1 – Predložena arhitektura za RATEL-ovu mrežu senzora sa svim podsistemima

8.1 TEHNIČKO REŠENJE MREŽE FIKSNIH (STACIONARNIH) SENZORA

Predlaže se da u RATEL-ovoj mreži stacionarnih senzora bude 92 širokopojasna i 8 *band*-selektivnih senzora. Mreža treba se graditi u više faza, što će biti detaljnije opisano u poglavlju 12.

Kao što se navodi u poglavlju 7, širokopojasni senzori treba da omoguće merenja elektromagnetnog zračenja u definisanom RF opsegu od najmanje 80 MHz do 6 GHz. Treba napomenuti da je ovo minimalan zahtev. Drugim rečima, širokopojasna merenja se mogu obavljati i u širem opsegu ako to senzorska jedinica podržava.

Selektivni senzori moraju da omoguće *band*-selektivno merenje najmanje 16 predefinisanih (konfigurabilnih od strane korisnika) podopsega iz opsega frekvencija od 80MHz do 6GHz (minimalan zahtev), od kojih jedan može da se konfigurira za merenje ukupne vrednosti intenziteta električnog polja u celom frekvencijskom opsegu. I širokopojasni i selektivni senzori moraju biti umreženi u centralizovan sistem i automatski (jednom dnevno) slati rezultate merenja ka centralnom serveru. To slanje po pravilu treba da bude posle ponoći između 2h i 4h. Kao što će detaljno biti opisano u poglavlju 9, grafički i tabelarni prikaz izmerenih rezultata sa svih lokacija senzora mora biti omogućen putem *responsive* veb aplikacije (rezultati merenja, kao i svi ostali podaci koji su pridruženi senzoru i koji se budu nalazili na sajtu, treba da se prikazuju na različite načine i to prilagođeno karakteristikama terminala sa koga se pristupa - *desktop* računar, *laptop*, *tablet*, *phablet* ili mobilni pametni telefon). Dodatno, potrebno je na sajtu dati osnovne podatke o svakoj mernoj lokaciji (naziv lokacije, GPS pozicija, opis i fotografije) i senzoru (redni broj senzora, proizvođač, model).

8.1.1 Kriterijumi za odabir lokacija

Prilikom izbora lokacija za postavljanje fiksnih senzora potrebno je koristiti sledeće međusobno nezavisne kriterijume:

- **Kriterijum baziran na vrednosti intenziteta električnog polja** - Uzimajući u obzir ovaj kriterijum, prilikom odabira pozicije senzora potrebno je voditi računa o očekivanom nivou elektromagnetnog zračenja (odnosno o očekivanim vrednostima intenziteta električnog polja). Naime, pozicioniranje senzora treba izvršiti u zonama gde se očekuju relativno viši nivoi elektromagnetnog zračenja (npr. neposredna okolina grupe radio-predajnika), da bi se uzeli u obzir najkritičniji slučajevi izloženosti ljudi. Pored toga, na ovaj način se istovremeno prevazilazi prag osetljivosti mernih uređaja koji se koriste. Naime, s obzirom na njihovu namenu, uređaji za merenje elektromagnetnog zračenja imaju relativno visok prag osetljivosti, pa nisu pogodni za merenje niskih intenziteta električnog polja. Primenom kriterijuma baziranog na vrednosti intenziteta električnog polja ostvaruje se cilj, da je intenzitet električnog polja koji se meri dovoljno iznad praga osetljivosti mernog uređaja. Za potrebe određivanja kriterijuma odlučivanja o tome gde treba postaviti senzor može se koristiti princip relevantnosti definisan standardima ($TER > 0.05$) ili princip koji se koristi za određivanje izvora nejonizujućih zračenja od posebnog interesa (10% vrednosti referentnog graničnog nivoa) definisan Pravilnikom o granicama izlaganja

nejonizujućim zračenjima („Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 104/2009). Za potrebe realizacije buduće RATEL-ove mreže EMF senzora predlaže se korišćenje kriterijuma da ukupni širokopojasni intenzitet električnog polja, na mestu gde se postavlja senzor, mora biti veći od 10% vrednosti referentnog graničnog nivoa definisanog Pravilnikom o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima. To praktično znači da na mestu postavljanja senzora izmerena širokopojasna vrednost intenziteta električnog polja dobijena 6-minutnim usrednjavanjem treba da bude veća od 1.1 V/m. Do ove vrednosti se dolazi kada se uzme u obzir frekvencijski opseg rada senzora 80 MHz - 6GHz i najmanja vrednost referentnog graničnog nivoa intenziteta električnog polja definisana Pravilnikom u celom opsegu, koja iznosi 11.2 V/m. U pojedinim slučajevima, na lokacijama od posebnog interesa (npr., zbog velikog interesa građana), vrednosti intenziteta električnog polja koje se očekuju neće prevazilaziti vrednost prethodno određenog kriterijuma od 1.1V/m ni u jednoj tački lokacije. To se prvenstveno odnosi na *indoor* okruženja gde postoje i dodatna slabljenja izazvana propagacijom u unutrašnjost objekata. U tim slučajevima, dozvoljava se odstupanje od navedenog kriterijuma na pozicijama senzora (1.1V/m). Preciznije, u slučaju da u praksi ne može da se pronađe pozicija koja zadovoljava uslove osnovnog kriterijuma (širokopojasna 6-minutna srednja vrednost veća od 1.1 V/m), onda na mestu postavljanja senzora izmerena širokopojasna vrednost intenziteta električnog polja dobijena 6-minutnim usrednjavanjem treba da bude veća od 0.6 V/m (50% vrednosti predviđene osnovnim kriterijumom).

- **Kriterijum baziran na mogućnosti izlaganja ljudi elektromagnetnom zračenju** - Po ovom kriterijumu, prilikom odabira pozicije senzora potrebno je voditi računa o tome da li čovek može da se nađe u zoni koja se razmatra. Pozicioniranje senzora treba izvršiti u zonama gde se očekuje da bi ljudi mogli da se nađu, a samim tim i da budu izloženi elektromagnetnom zračenju (stambene zone, poslovne zone, tržni centri....). Na ovaj način bi se izbegle zone sa velikim nivoima elektromagnetnog zračenja u kojima ljudi ne mogu da se nađu (npr. kosi ili stakleni krovovi), jer te zone nisu od interesa za sistem koji je predmet ovog projekta.
- **Kriterijum baziran na efektu društvene prepoznatljivosti** - Prema ovom kriterijumu, prilikom odabira pozicije senzora potrebno je voditi računa o tome koliko je lokacija značajna za društvenu zajednicu, odnosno koliko je javnost zainteresovana za sprovođenje merenja nivoa elektromagnetnog zračenja na razmatranoj lokaciji. Pozicioniranje senzora treba izvršiti u zonama za koje se očekuje najveći uticaj na svest ljudi (vidljive i interesantne lokacije kao što su obdaništa, škole, javni trgovi,).
- **Kriterijum ravnomerne regionalne raspodeljenosti** - Po ovom kriterijumu, prilikom odabira pozicije senzora potrebno je voditi računa o tome da mreža EMF senzora bude što je moguće ravnomernije regionalno raspodeljena (uzimajući u obzir i regionalnu gustinu stanovništva). Predlaže se da raspodela fiksnih širokopojasnih senzora bude sprovedena po principu jedan senzor na 50.000 stanovnika u širem gradskom jezgru. Sa druge strane, predlaže se da raspodela fiksnih *band*-selektivnih senzora bude sprovedena po principu jedan senzor na 200.000 stanovnika u užem gradskom jezgru. Izuzeci treba da budu jedino grad Beograd (umanjeno na 3 *band*-selektivna senzora) i Novi Pazar (uvećano na jedan *band*-selektivni senzor) iz razloga ravnomerne regionalne zastupljenosti.

- **Kriterijum vezan za način instalacije senzora** - Po ovom kriterijumu treba voditi računa o tehničkim uslovima realizacije senzorske pozicije, kao što su: jednostavnost pristupa lokaciji, jednostavnost instalacije EMF senzora, obezbeđivanje napajanja (u slučaju solarnog napajanja izloženosti suncu), obezbeđivanje zaštite od oštećenja i krađe itd.
- **Kriterijum vezan za dostupnost signala javne mobilne telefonije** - S obzirom na činjenicu da se predloženim tehničkim rešenjem planira povezivanje EMF senzora sa centralnom bazom korišćenjem neke od postojećih javnih mobilnih mreža u Republici Srbiji, jasno je da lokacije EMF senzora treba birati na taj način da na lokaciji senzora bude obezbeđen kvalitetan signal najmanje dva mobilna radio sistema (GSM/GPRS obavezno, a po mogućnosti i UMTS i LTE).
- **Kriterijum vezan za dominantni tip radio-predajnika na lokaciji (izvora elektromagnetnog zračenja)** - Prema ovom kriterijumu lokacije EMF senzora treba birati na taj način da različiti tipovi radio-predajnika (bazne stanice mobilne telefonije, DVB-T2 predajnici, FM radio predajnici, radari, i sl.) budu zastupljeni ravnomerno u celokupnoj mreži EMF senzora uzimajući u obzir njihovu brojnost na teritoriji Republike Srbije.
- **Kriterijum vezan za tip okruženja** - Lokacije EMF senzora po pravilu treba birati u naseljenim sredinama, s obzirom na činjenicu da je u takvim sredinama izloženost ljudi generalno najveća, a posledično u takvim sredinama ima najviše zainteresovanih građana. Kriterijum vezan za tip okruženja predviđa da u celokupnoj mreži EMF senzora treba proporcionalno obuhvatiti različite tipove okruženja: urbano, suburbano i ruralno.

8.1.2 Vrste lokacija od interesa

Vrste lokacija od interesa za postavljanje fiksnih senzora mogu se klasifikovati na sledeći način:

- Ravan krov ili krovna terasa objekta (*outdoor* lokacija) - podrazumeva instalaciju senzora na ravnom krovu ili krovnoj terasi objekta. Ovaj tip je posebno pogodan zbog jednostavnosti instalacije senzora, kao i zbog solarnog napajanja jer je na krovu izloženost suncu najveća. Takođe, ovakve lokacije u praksi obezbeđuju najpogodnije uslove po pitanju narušavanje izotropije antene senzora. Po pitanju izlaganja ljudi elektromagnetnom zračenju ovaj tip lokacije se odnosi na lokacije gde ljudi teže pristupaju i ređe borave, ali ukazuje na zone sa najvećim nivoima gde se čovek ipak može naći. Iako ukazuje na veće nivoe (odnosno na nivoe na krovu objekta), ovaj tip lokacije predstavlja dobar pokazatelj nivoa elektromagnetnog zračenja kojem su ljudi izloženi (npr. u stambenim zonama). Ovaj tip lokacije se preporučuje za *outdoor* okruženje.
- Krov prizemnog objekta (*outdoor* lokacija) - podrazumeva instalaciju senzora na krovu prizemnog objekta (npr. na kiosku). Iako se za ovakav tip lokacije očekuje teža instalacija u odnosu na tip ravan krov ili krovna terasa objekta, sve druge karakteristike su dosta slične. Prednost instalacije senzora na krovu prizemnog objekta je što bolje oslikava izloženost ljudi na otvorenim prostorima, zbog blizine senzora zoni u kojoj se ljudi kreću na otvorenom. Ovaj tip lokacije se takođe preporučuje za *outdoor* okruženje.
- Pod u unutrašnjosti objekta (*indoor* lokacija) - podrazumeva instalaciju senzora na ravnom podu unutar objekta. Ovakav tip lokacije najbolje odražava izloženost ljudi elektromagnetnom zračenju, uzimajući u obzir da ljudi većinu vremena provode u zatvorenom prostoru. Prilikom instalacije senzora treba

voditi računa o zidovima i predmetima koji se nalaze u blizini pozicije senzora, da bi se što manje narušila izotropija antene senzora. Ovaj tip lokacije se preporučuje za *indoor* okruženje.

- Bočno na zidu objekta (*outdoor* lokacija) - podrazumeva instalaciju senzora na plastičnom nosaču koji se fiksira bočno na zid objekta. Kod ovakvog tipa lokacije treba voditi računa o reflektujućim karakteristikama zida na koji se postavlja senzor, da bi što manje narušavao izotropiju antene senzora. Treba izbegavati zidove sa metalnim površinama i metalnim unutrašnjim konstrukcijama (npr., armirano-betonski zidovi), odnosno treba birati zidove od materijala koji imaju šta manji uticaj na prostiranje elektromagnetnih talasa (npr. drveni zid, zid od rigipsa, zid od cigle...).
- Bočno na zidu objekta (*indoor* lokacija) - podrazumeva instalaciju senzora na plastičnom nosaču koji se fiksira bočno na zid unutar objekta. Kao i kod tipa instalacije bočno na spoljašnjem zidu objekta, potrebno je voditi računa o reflektujućim karakteristikama zida na koji se postavlja senzor, da bi se što manje narušavala izotropiju antene senzora.
- Antenski stub (*outdoor* lokacija) - podrazumeva instalaciju senzora bočno na postojećem antenskom stubu. Sa obzirom na činjenicu da su antenski stubovi realizovani kao cevaste ili rešetkaste metalne konstrukcije, sam antenski stub znatno narušava izotropiju antene senzora, pa ovaj tip lokacije treba izbegavati.
- Stub za različite namene (*outdoor* lokacija), - podrazumeva instalaciju senzora bočno na postojećem stubu koji može da se koristi za različite namene (npr. stubovi javne rasvete). I ovi stubovi su najčešće metalni ili imaju metalnu konstrukciju, pa sam stub znatno narušava izotropiju antene senzora. Iz tog razloga i ovaj tip lokacije treba izbegavati.

8.1.3 Regionalna raspodela stacionarnih senzora

Raspodelu fiksnih širokopoljnih senzora potrebno je sprovesti po principu jedan senzor na 50.000 stanovnika u širem gradskom jezgru.

Raspodelu fiksnih *band*-selektivnih senzora potrebno je sprovesti po principu jedan senzor na 200.000 stanovnika u užem gradskom jezgru. Izuzetak jedino predstavljaju grad Beograd gde je predviđeno 3 *band*-selektivna senzora i Novi Pazar gde je previđen jedan *band*-selektivni senzor iz razloga ravnomerne regionalne zastupljenosti.

Na osnovu prethodno navedenog, u tabeli 8.1 data je raspodela za svih 100 planiranih stacionarnih senzora.

Grad	Uže gradsko jezgro	Šire gradsko jezgro	Broj širokopojasnih senzora	Broj band-selective senzora
1. Beograd	1,344,844	1,659,440	33	3
2. Novi Sad	277,522	341,625	7	1
3. Niš	187,544	260,237	5	1
4. Kragujevac	150,835	179,417	4	1
5. Subotica	105,681	141,554	3	1
6. Pančevo	90,776	123,414	2	0
7. Zrenjanin	76,511	123,362	2	0
8. Čačak	73,331	115,337	2	0
9. Kraljevo	68,749	125,488	3	0
10. Novi Pazar	66,527	100,140	2	1
11. Leskovac	65,289	144,206	3	0
12. Smederevo	64,175	108,209	2	0
13. Vranje	60,485	83,524	2	0
14. Užice	59,747	78,040	2	0
15. Valjevo	59,073	90,312	2	0
16. Kruševac	58,745	128,752	3	0
17. Šabac	53,919	115,884	2	0
18. Požarevac	53,752	75,334	2	0
19. Sombor	47,623	85,903	2	0
20. Pirot	38,785	57,928	1	0
21. Zaječar	38,165	59,461	1	0
22. Kikinda	38,065	59,453	1	0
23.S. Mitrovica	37,751	79,940	2	0
24. Jagodina	37,282	71,852	1	0
25. Vršac	36,045	52,026	1	0
26. Loznica	24,363	79,327	2	0
UKUPNO:			<u>92</u>	<u>8</u>

Tabela 8.1 – Predložena raspodela stacionarnih senzora na teritoriji Republike Srbije

8.1.4 Metoda za merenje elektromagnetnog polja primenjena u okviru mreže fiksnih senzora

U okviru mreže fiksnih senzora treba da se primenjuje metoda za merenje elektromagnetnog polja (odnosno zračenja) koja je u potpunosti u skladu sa preporukom ITU-T K.83 (2011). Ova preporuka daje smernice kako sprovoditi dugoročna (*long-term*) merenja za potrebe praćenja (monitoringa) intenziteta elektromagnetnog polja u izabranim oblastima koje su od javnog značaja, kako bi se pokazalo da je elektromagnetno polje pod

kontrolom, kao i da se nalazi u okviru dozvoljenih granica. Svrha ove preporuke je da za širu javnost obezbedi jasne i lako dostupne podatke koji se odnose na elektromagnetno zračenje, i to u formi rezultata kontinualnih merenja. Preporuka ITU-T K.83 (2011) definiše metode i karakteristike sistema za monitoring elektromagnetnih polja koje emituju radio-predajnici, kako bi se procenila dugoročna izloženost ljudi elektromagnetnim poljima u opsegu od 9kHz-300GHz. Predviđene metode podrazumevaju korišćenje širokopoljnih i selektivnih merenja za određivanje ukupnog faktora izloženosti *TER* u određenom vremenskom periodu, da bi mogla da se sprovede analiza vremenske zavisnosti izloženosti elektromagnetnom zračenju.

Metoda za merenje koja treba da se primenjuje u okviru buduće RATEL-ve mreže fiksnih senzora (i koja je u skladu sa preporukom ITU-T K.83 (2011)) podrazumeva kontinualno i automatsko sprovođenje dugoročnih merenja intenziteta električnog polja u frekvencijskom opsegu od 80 MHz do 6 GHz (ili više, zavisno do tipa senzora). S obzirom da se meri samo intenzitet električnog polja, pozicije mernih sonde fiksnih senzora treba da budu izvan bliske reaktivne zone radio-predajnika, odnosno u zoni dalekog polja ili u bliskoj radijacijskoj zoni. U praksi, to se postiže udaljavanjem pozicije mernih sonde fiksnih senzora od radio-predajnika na udaljenosti veće od 10m. U slučaju potrebe za postavljanjem fiksnih senzora na udaljenosti manjoj od 10m, granica bliske reaktivne zone izvan koje treba postaviti senzor, određuje se kao maksimum od 3 vrednosti: talasne dužine λ , maksimalne dimenzije antene D i odnosa $D^2/(4\lambda)$, za svaki radio-predajnik (relevantni izvor nejonizujućeg zračenja) ponaosob.

Postavljanje mernog senzora treba izvršiti tako da se merna sonda nalazi na visini od 1.5m u odnosu na nivo poda. Merne pozicije treba izabrati tako da pokazuju najveći nivo izlaganja kojem čovek može biti izložen u lokalnoj zoni. Potrebno je izbegavati postavljanje senzora u blizini reflektujućih površina (prvenstveno metalnih površina), da bi se izbegao efekat *coupling*-a sa mernom sondom, kao i narušavanje njene izotropije. Potrebno je svesti na minimum uticaj načina instalacije i elemenata za montažu, na polje koje se meri. U tom smislu, potrebno je koristiti neprovodne materijale sa malom permitivnošću za instalaciju mernog senzora i obezbediti da su metalni delovi dovoljno udaljeni od merne sonde. Takođe, potrebno je preduzeti sve moguće mere da se onemogući pristup ljudima ili pokretnim elementima mernoj sondi, dok se sprovede merenje.

Za poređenje dobijenih rezultata merenja sa propisanim normama, odnosno za određivanje ukupnog faktora izloženosti *TER*, potrebno je koristiti referentne granične intenzitete za električno polje definisane Pravilnikom o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima („Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 104/2009).

Fiksni senzori za monitoring elektromagnetnih polja moraju da obezbede automatsko sprovođenje dugoročnih merenja na lokaciji, kao i da budu opremljeni dodatnom zaštitom za dugoročni rad na otvorenom prostoru (odnosno da ispoštuju uslove vezane za parametre okruženja: temperatura, vlažnost, vetar, kiša, vibracije...). Senzor mora da funkcioniše samostalno kad se jednom pusti u rad, kao i da ima mogućnost slanja podataka u centralnu bazu korišćenjem 2G ili 3G ili 4G modema. Pored toga, potrebno je da senzorska jedinica poseduje lokalnu memoriju za smeštanje rezultata merenja bar za period od jedne nedelje, kao i da ima mogućnost nadziranja sistema i generisanja alarma u slučaju pojave bilo kakvih anomalija. Kao što je već rečeno, u okviru ovog projekta planira se korišćenje širokopoljnih mernih senzora i *band*-selektivnih mernih senzora.

Širokopoljasi merni senzori treba da mere ukupni intenzitet električnog polja u definisanom frekvencijskom opsegu rada merne sonde i to korišćenjem RMS detektora. Ukupni faktor izloženosti *TER* određuje se korišćenjem izmerene vrednosti i najmanje vrednosti referentnog graničnog nivoa u celom opsegu rada merne sonde. Kada se uzme u obzir frekvencijski opseg rada senzora 80 MHz - 6 GHz, najmanja vrednost referentnog graničnog nivoa intenziteta električnog polja definisana Pravilnikom, iznosi 11.2 V/m.

Širokopojasni merni senzori treba da budu kalibrisani (etalonirani) kao celina, i da poseduju sertifikat o etaloniranju. Merni širokopojasni senzori imaju tri osnovna dela: širokopojasna merna sonda, merni uređaj i zaštita (zaštitno kućište).

Širokopojasna merna sonda treba da obuhvati frekvencijski opseg 80 MHz - 6 GHz (ili više, zavisno od proizvođača). Merna sonda treba da bude izotropna, sa odstupanjima manjim od 2.5dB za deo opsega do 3GHz i manjim od 3.5dB za deo opsega iznad 3GHz. Poželjno je da senzor meri sve tri prostorne komponente električnog polja istovremeno. Odsupanje rezultata merenja usled frekvencijskog odziva merne sonde treba da bude u granicama $\pm 3\text{dB}$, za frekvencijski opseg rada senzora.

Merni uređaj obrađuje signal sa sonde i izračunava RMS vrednost ukupnog intenziteta električnog polja u opsegu rada merne sonde. Potrebno je da osetljivost i dinamički opseg mernog uređaja budu usklađeni sa potrebama merenja, a u okviru ovog projekta zahteva se dinamički opseg detekcije intenziteta električnog polja bude najmanje od 0.3 V/m – 100 V/m. Pored toga, merni uređaj treba da ima periodu odabiranja od 1s (ili manje), a period usrednjavanja od 6 minuta, kako je zahtevano standardima.

Zaštitom (kućište) treba da se obezbedi dugoročni rad na otvorenom prostoru (a posledično i u unutrašnjosti objekata), odnosno da se obezbedi da merni senzor može da radi u očekivanim uslovima definisanim preko parametara okruženja: temperatura, vlažnost, vetar, kiša, vibracije...

Selektivni merni senzori treba da obezbede sprovođenje *band*-selektivnih merenja u frekvencijskom opsegu 80 MHz - 6 GHz (ili više, zavisno od proizvođača). Dakle, kod ovog tipa merenja celokupni frekvencijski opseg 80 MHz - 6 GHz, podeljen je u podopsege (*sub-band*-ove, u tekstu nadalje *band*-ove). Merenje se obavlja u mernim ciklusima, pri čemu se u jednom ciklusu sprovedu merenja svih *band*-ova. U okviru ovog projekta, zahteva se da selektivni merni senzori omoguće merenje u najmanje 16 predefinisanih (konfigurabilnih od strane korisnika) frekvencijskih podopsega (*band*-ova), od kojih jedan treba da se konfigurise za merenje ukupne vrednosti u celom frekvencijskom opsegu 80 MHz - 6 GHz (predlog konfigurisanja *band*-ova dat je u tabeli 7.1). Merni senzori ovog tipa treba da mere ukupni intenzitet električnog polja u svakom definisanom *band*-u i to korišćenjem RMS detektora. Faktor izloženosti za *i*-ti *band* ER_i određuje se korišćenjem izmerene vrednosti i najmanje vrednosti referentnog graničnog nivoa u celom *i*-tom *band*-u. Ekstrapolacija na maksimalnu emitovanu snagu ne treba da se vrši. Za potrebe validacije rezultata merenja i detekciju neuobičajenih transmisija, potrebno je da selektivni merni senzori imaju mogućnost definisanja granica intenziteta električnog polja za svaki od *band*-ova. Ako je izmerena vrednost izvan definisanih granica, treba da se šalje upozorenje operateru.

Merni *band*-selektivnih senzori imaju četiri osnovna dela: merna sonda, selektivni merni uređaj, modul za automatizaciju postupka merenja i zaštita. Selektivni merni senzori treba da budu kalibrisani (etalonirani) kao celina, i da poseduju sertifikat o etaloniranju.

Merna sonda treba da obuhvati frekvencijski 80 MHz - 6 GHz (ili više, zavisno od proizvođača). Pored toga, treba da bude izotropna, sa odstupanjima manjim od 2.5dB za deo opsega do 3 GHz i manjim od 3.5dB za deo opsega 3 GHz - 6 GHz.

Selektivni merni uređaj treba da meri RMS vrednost ukupnog intenziteta električnog polja u *band*-u, za svaki od definisanih *band*-ova. Potrebno je da osetljivost i dinamički opseg mernog uređaja budu usklađeni sa potrebama merenja, a u okviru ovog projekta zahteva se dinamički opseg detekcije intenziteta električnog polja bude najmanje od 0.3 V/m – 100 V/m.

Modul za automatizaciju mernog postupka treba da obezbedi praćenje statusa sistema (senzora). U slučaju nastanka problema u sprovođenju merne procedure, sistem treba da ima mogućnost da se samostalno oporavi, da startuje merni ciklus ponovo i da generiše alarm.

Zaštitom treba da se obezbedi dugoročni rad na otvorenom prostoru (a posledično i u zatvorenom), odnosno da se obezbedi da merni senzor može da radi u očekivanim uslovima definisanim preko parametara okruženja: temperatura, vlažnost, vetar, kiša, vibracije...

Merna nesigurnost rezultata merenja treba da bude uzeta u obzir za oba tipa mernih senzora. Svakom rezultatu merenja treba da bude pridružena proširena merna nesigurnost sa intervalom poverenja od 95%. Za poređenje sa referentnim graničnim intenzitetom za električno polje, treba da se koristi izmerena vrednost intenziteta uvećana za proširenu mernu nesigurnost. Proširena merna nesigurnost sa intervalom poverenja od 95% treba da bude manja od 4dB. Procena navedene merne nesigurnosti može biti sprovedena u skladu sa tabelom 4.1, pri čemu, zbog konkretnog načina merenja, mernu nesigurnost koja potiče od prostornog usrednjavanja (*Post-Processing*) i mernu nesigurnost koja potiče od tela ispitivača treba zanemariti. Ipak, preporučuje se da se prilikom određivanja merne nesigurnosti uzme u obzir i metoda za procenu merne nesigurnosti koju dostavi proizvođač mernog sistema, sa obzirom da specifičnosti mernog sistema direktno utiču na mernu nesigurnost.

Prilikom izdavanja izveštaja o rezultatima merenja potrebno je uzeti u obzir sledeće aspekte: razumljivost, dostupnost i detaljnost. Rezultati moraju biti jasni i razumljivi za širu javnost, bez preteranih tehničkih detalja. Važno je prikazati rezultate u poređenju sa definisanim referentnim graničnim vrednostima definisanim normama. Rezultati treba da budu javno objavljeni (dostupni) na Internetu, a pristup rezultatima treba da bude jednostavan za širu javnost. U izveštaju bi trebalo da budu navedene sve relevantne informacije (detalji) o tome kako se merenja vrše: merna pozicija (geografske koordinate i prikaz na mapi), opis merne lokacije, vreme i datum, opis merne metode: širokopojasna, selektivna, interval usrednjavanja, pozicija merne sonde, identifikacija merne opreme, uverenje o etaloniranju (kalibraciji) mernog sistema itd...

8.1.5 Proračun – zahtevani kapaciteti – mreža fiksnih senzora

Prema dokumentaciji dostavljenoj od strane više proizvođača senzora, za stacionarni širokopojasni senzor veličina jednog mernog zapisa je aproksimativno 200 B (*bytes*). Ukoliko je senzor konfigurisan na takav način da se srednja vrednost beleži svakih 6 minuta (kako je propisano u standardima), to znači da u toku 24h (jednog dana merenja) treba snimiti količinu podataka od približno:

$$10 \times 24 \times 200 \text{ B} = \mathbf{48 \text{ kB}}$$

Za mesec dana trebati da se pošalje i snimi u bazu:

$$48 \text{ kB} \times 31 = 1488 \text{ kB} \sim \mathbf{1.5 \text{ MB}}$$

Ako se uzme da je moguća veličina alarmnih i drugih sistemskih podataka (alarmni podaci i drugi log-ovi preko kojih se može pratiti operativni rad senzora) za mesec dana još trećina uz dodavanje sigurnosne margine od 50% potrebno je od mobilnih operatora zakupiti paket koji zadovoljava minimalan mesečni protok od:

$$(1.5 \text{ MB} + 0.5 \text{ MB}) \times 1.5 = \mathbf{3 \text{ MB}}$$
 podataka koji se šalju ka centralnom serveru.

Kada se koristi *band*-selektivni senzor, zbog velikog broja opsega za koje treba da radi merenja, šalje se aproksimativno 20 puta više podataka u odnosu na širokopojasni senzor. To znači da se tokom mesec dana snimi približno 30 MB podataka. Radi provere, u slučaju *band*-selektivnog senzora količina podataka koja se snimi nakon jednog dana merenja iznosi:

$$20 \times 48 \text{ kB} = 960 \text{ kB} \sim \mathbf{1 \text{ MB}}.$$

Za mesec dana treba da se preko javne mobilne mreže pošalje i u bazu snimi:

$$31 \times 960 \text{ kB} = 29\,760 \text{ kB} \sim \mathbf{30 \text{ MB}}$$
 podataka koji predstavljaju merne rezultate.

Ako se uzme da je moguća veličina alarmnih i drugih sistemskih podataka (alarmni podaci i drugi *log*-ovi preko kojih se može pratiti operativni rad senzora) za mesec dana još trećina uz uzimanje margine od 50% potrebno je od mobilnih operatora zakupiti paket koji zadovoljava minimalan mesečni protok od:

$$(30 \text{ MB} + 10 \text{ MB}) \times 1.5 = \mathbf{60 \text{ MB}}$$
 koji se šalju ka centralnom serveru.

Pošto je predloženo da u mreži budu 92 širokopolasna i 8 *band*-selektivnih senzora, u bazu za godinu dana treba da se snimi sledeća maksimalna količina podataka:

$$(92 \times 3 \text{ MB} + 8 \times 60 \text{ MB}) \times 12 = 9\,072 \text{ MB} \sim \mathbf{9 \text{ GB}}.$$

Prethodno određena količina podataka od 9 GB predstavlja ukupan kapacitet memorijskog prostora na serveru (*storage*-u) koji treba predvideti na godišnjem nivou kao rezultat operativnog rada stacionarnih senzora nakon instalacije kompletne mreže stacionarnih senzorskih jedinica.

8.2 TEHNIČKO REŠENJE ZA PODSISTEM NOMADSKIH SENZORA

Planirano je da u budućoj RATEL-ovoj mreži senzora za merenje elektromagnetnog zračenja budu dva nomadska senzora koji omogućavaju *band*-selektivna merenja u bilo kom podopsegu u definisanom RF opsegu od najmanje 80 MHz do 6 GHz, u kom se planira mreža EMF senzora. Potrebno je da jedan od selektivnih opsega bude celokupan opseg koji senzor može da meri. Ovi senzori treba da budu korišćeni za sprovođenje namenskih mernih kampanja i postavljani na određene lokacije u skladu sa potrebama ili posebnim zahtevima od strane građana, pravnih lica, javnih tela ili organa lokalne samouprave u cilju sprovođenja detaljne analize elektromagnetnog polja. Predviđeno je da senzor na jednoj lokaciji radi neko određeno vreme i onda se premeša na drugu lokaciju od interesa. Rezultati merenja koje sprovodi nomadski senzor šalju se na centralnu lokaciju preko javne mobilne mreže (2G ili 3G ili 4G) i snimaju u bazu u predefinisanim formatu. Kao je navedeno u glavi 7, sistem mora da bude otvoren u smislu pristupa rezultatima merenja iz eksterne aplikacije nezavisne od senzorskog podsistema. Konačno, potrebno je omogućiti grafički prikaz rezultata merenja dobijenih nomadskim senzorom i prezentovati informacije o lokaciji na kojoj je merenje urađeno. Prilikom izbora lokacije koja nije namenski zahtevana, treba koristiti kriterijume za izbor koji su opisani u 8.1.1.

8.2.1 Metoda za merenje elektromagnetnog polja primenjena u okviru podsistema nomadskih senzora

Sa obzirom na namenu podsistema nomadskih senzora, kao i njegov način realizacije, metoda za merenje inteziteta električnog polja koja se primenjuje u okviru podsistema nomadskih senzora je u potpunosti identična sa metodom opisanom u poglavlju 8.1.4 za slučaj *band*-selektivnih fiksnih senzora.

8.2.2 Proračun – zahtevani kapaciteti– podsistem nomadskih senzora

Pošto su nomadski senzori *band*-selektivni, na osnovu proračuna iz 8.1.5 za jedan nomadski senzor je potrebno zakupiti najmanje 60 MB mesečnog data protoka kod operatora. Količina podataka koja se snima u bazu, za dva nomadska senzora koji su predloženi da se koriste u ovom rešenju, iznosi

$$2 \times 60 \text{ MB} \times 12 = 1440 \text{ MB godišnje.}$$

8.3 TEHNIČKO REŠENJE ZA PODSISTEM MOBILNIH SENZORA

Predlaže se da se za mobilna (tzv., *drive test*) merenja koriste dva mobilna širokopojasna senzora (od kojih je jedan rezervni) sa mogućnošću instaliranja na vozilo. Merenja bi se sprovodila sa vozilom u pokretu (nije potrebno kupovati namensko merno vozilo, potrebno je da ovo rešenje omogućava privremenu instalaciju senzora na obično vozilo). Rezultate ovih merenja je nakon sprovedene merne kampanje potrebno eksportovati u predefinisani format i *upload*-ovati preko admin panela u bazu. Sa stanovišta mobilnih širokopojasnih merenja na sajtu je potrebno omogućiti grafički prikaz:

- a) rute kretanja mernog vozila na geografskoj mapi,
- b) izmerenih podataka u svim mernim tačkama na geografskoj mapi,
- c) izmerenih podataka u zavisnosti od vremena kretanja, i
- d) rezultata statističke analize za svaku mernu putanju.

O ovome će biti više reči u glavi 9 gde se govori o prezentaciji rezultata na veb sajtu.

8.3.1 Metoda za merenje elektromagnetnog polja primenjena u okviru podsistema mobilnih senzora

U okviru podsistema mobilnih senzora treba da se primenjuje metoda za merenje elektromagnetnog polja (odnosno zračenja) koja je u potpunosti u skladu sa preporukom ITU-T K.113 (2015). Preporuka ITU-T K.113 (2015) daje smernice o tome kako generisati mape intenziteta radio-frekvencijskih elektromagnetnih polja za procenu nivoa izloženosti u velikim geografskim zonama gradova i drugih teritorija države, kao i za odgovarajuće javno objavljivanje rezultata na jednostavan i razumljiv način. Ova preporuka opisuje metode i karakteristike sistema koji se koriste za generisanje mapa radio-frekvencijskih

elektromagnetnih polja. Metode obuhvaćene preporukom ITU-T K.113 (2015) mogu se razvrstati na sledeći način:

- *drive test* merenja,
- teoretski proračuni,
- *grid* metoda i
- kombinovana metoda.

Imajući u vidu frekvencijski opseg koji je od interesa (80 MHz - 6 GHz), u okviru ovog projekta predviđeno je korišćenje širokopojasnog mobilnog senzora za generisanje mapa intenziteta električnog polja po principu metode *drive test* merenja.

Drive test metoda podrazumeva sprovođenje kontinualnih merenja korišćenjem vozila u pokretu. Ova metoda zahteva instalaciju mobilnog senzora u okviru vozila. Mobilni senzor mora da obezbedi lokalizaciju rezultata merenja korišćenjem GPS prijemnika.

Uzimajući u obzir da je reč o širokopojasnom mobilnom senzoru, koji merenjem obuhvata i *uplink* smer veze javnih mobilnih sistema i eventualno neke druge radio-predajnike, potrebno je voditi računa da se mobilnim telefonima i sličnim uređajima ne utiče na rezultate merenja. Iz tog razloga, zabranjuje se korišćenje mobilnih telefona i drugih radio-predajnika timu koji sprovodi merenja.

Prilikom merenja, merni mobilni senzor mora da beleži vrednost inteziteta električnog polja, datum i vreme, i GPS koordinate. Uzimanje odbirka mobilnim senzorom mora se izvršiti bar jednom na 5 m metara putanje za urbana okruženja, i bar jednom na 10 m metara putanje van urbanih okruženja. U skladu sa tim, maksimalna brzina kretanja vozila treba da bude usklađena sa periodom odabiranja. Na primer, za periodu odabiranja od 1 s, maksimalna brzina kretanja vozila u urbanom okruženju je 18 km/h, dok je van urbanih okruženja 36 km/h. Pored toga, brzina kretanja vozila treba da bude prilagođena stanju na putu, pošto može doći do pogrešnih očitavanja (merenja) sa senzora usled naglih pokreta merne sonde u statičkom polju.

S obzirom na to da se merni sistem kreće, ne treba vršiti bilo kakva usrednjavanja rezultata merenja u vremenu. Iako se na ovakav način odstupa od onoga što propisuju norme, ovaj pristup omogućava merenje intenziteta električnog polja u velikim geografskim zonama, što bi inače bilo nemoguće pokriti na drugi način. Da bi se na neki način prevazišao ovaj problem, potrebno je da se barem na svaki sat vremena vozilo zaustavi, i da se sprovede merenje srednje 6-minutne vrednosti. Na ovaj način dobija se referentna vrednost sa kojom mogu da se porede rezultati merenja sprovedenih u pokretu. Zahteva se da svi odbirci uzeti prilikom kretanja mobilnog senzora budu minimalno za 6 dB manji od najstrožije granice referentnog intenziteta električnog polja. U tačkama gde ovaj uslov nije ispoštovan, mora da se sprovede standardno merenje RMS srednje vrednosti u intervalu od 6 min.

Mobilni merni senzor za *drive test* merenja ima četiri osnovna dela: izotropnu mernu sondu, elektronski sklop za prikupljanje podataka, GPS prijemnik i zaštitu.

Širokopojasna merna sonda treba da obuhvati frekvencijski opseg 80 MHz - 6 GHz (ili više, u zavisnosti od proizvođača opreme), i da omogući merenje ukupnog intenziteta električnog polja korišćenjem RMS detektora. Sa obzirom da se merenja vrše u pokretu, svaki put kad se uzima odbirak, neophodno je da se izmeri celokupna vrednost intenziteta električnog polja odjednom. Iz tog razloga, zahteva se merenje sve tri prostorne komponente električnog polja istovremeno. Karakteristike koje treba da ima merna sonda su:

- dinamički opseg detekcije CW (*continuous wave*) intenziteta električnog polja treba da bude najmanje 0.3 V/m – 100 V/m,
- dinamički opseg detekcije RMS intenziteta električnog polja treba da bude minimalno 0.3 V/m – 20 V/m,

- osetljivost treba da bude bolja od 0.3 V/m,
- odsupanje rezultata merenja usled frekvencijskog odziva treba da bude u granicama $\pm 3\text{dB}$ za frekvencijski opseg rada senzora,
- odstupanje usled anizotropije treba da bude manje od 2.5dB za deo opsega do 3 GHz, i manje od 3.5dB za deo opsega 3 GHz - 6 GHz,
- odstupanje usled nelinearnosti manje od $\pm 1\text{dB}$, i
- temperaturni opseg rada -10°C - 45°C .

Pozicija merne sonde koja se postavlja na vozilo treba da bude na visini od 1.5 m do 3 m u odnosu na nivo tla.

Elektronski sklop za prikupljanje podataka treba da omogući prikupljanje svih mernih podataka sa sonde i njihovo smeštanje u memoriju, zajedno sa podacima o datumu i vremenu, kao i GPS koordinatama.

GPS sistem omogućava određivanje koordinata merne pozicije i može biti integrisan u merni sensor ili realizovan kao eksterni uređaj.

Potrebno je da senzorska jedinica ima najmanje IP55 vid zaštite (prema IEC - standardu) za funkcionisanje u *outdoor* uslovima.

Selektivni merni senzori treba da budu kalibrisani (etalonirani) kao celina, i da poseduju sertifikat o etaloniranju.

Sva merna oprema treba da bude zasebno etalonirana od strane laboratorije za etaloniranje, akreditovane po standardu ISO/IEC 17025, kao i da poseduje uverenje o etaloniranju.

Merna neignost rezultata merenja treba da bude uzeta u obzir kod mobilnog mernog senzora. Svakom rezultatu merenja treba da bude pridružena proširena merna nesigurnost sa intervalom poverenja od 95%. Za poređenje sa referentnim graničnim intenzitetom za električno polje, treba da se koristi izmerena vrednost intenziteta uvećana za proširenu mernu nesigurnost. Proširena merna nesigurnost sa intervalom poverenja od 95% treba da bude manja od 4dB. Procena navedene merne nesigurnosti može biti sprovedena u skladu sa tabelom 4.2. Ipak, preporučuje se da se prilikom određivanja merne nesigurnosti uzme u obzir i metoda za procenu merne nesigurnosti koju dostavi proizvođač mernog sistema, sa obzirom da specifičnosti mernog sistema direktno utiču na mernu nesigurnost.

Izveštaj sa merenja mobilnog senzora treba da bude prikazan u vidu mape intenziteta i električnog polja. Mape treba da koriste paletu boja da bi se jasnije prikazala raspodela intenziteta električnog polja. U okviru mape treba da su dostupne i sledeće informacije: merna pozicija, datum i vreme, opis merne opreme, uverenje o etaloniranju mernog sistema, merna nesigurnost, podaci o pravnom licu koje je generisalo mapu, razmera i granične vrednosti.

8.3.2 Merne kampanje koje se sprovode kroz *drive* testove

Minimalan zahtev je da merna kampanja koja se sprovodi uz korišćenje mobilnog senzora obuhvati na godišnjem nivou gradske zone dva od četiri najveća grada u Srbiji (Beograd, Novi Sad, Kragujevac i Niš), kao i centralne zone za druga dva grada ili mesta, za koje građani iskažu zainteresovanost. Naredne godine merna kampanja treba da obuhvati preostala dva od četiri najveća grada i nova dva grada ili mesta, za koje građani iskažu zainteresovanost. Takođe, u skladu sa mogućnostima, u okviru analize mogu se uključiti i putevi u Srbiji, prvenstveno ako postoji opravdana zainteresovanost građana. Ove kampanje bi se radile za putne pravce za koje je ova zainteresovanost najveća. Kad je reč o gradskim zonama, merenja bi trebalo da obuhvate ulice u užem (eventualno širem) delu grada sa

stepenom pokrivenosti od najmanje 30%. Kad su u pitanju putevi, merenja bi trebalo da obuhvate puteve od interesa sa stepenom pokrivenosti od najmanje 60%. Merna kampanja treba da se sprovodi po fazama (objavljivanje rezultata treba da se uradi neposredno posle svake faze). Sve faze merne kampanje treba da se završe u vremenskom periodu od godinu dana, a merne kampanje treba ponavljati svake godine. Procenjeni obim merenja za gradsku zonu jednog od predloženih gradova je 4 dana merenja (po 8 sati), dok je za Beograd procenjeni obim 8 dana merenja (po 8 sati). Za manje gradove ili mesta procenjeni obim je 2 dana merenja (po 8 sati). Procenjeni obim merenja za jedan putni pravac od interesa je 2 dana merenja (po 8 sati).

8.3.3 Proračun – zahtevani kapaciteti– podsistem mobilnih senzora

Pošto je predlog da se mobilnim mernim kampanjama u toku godine pokrije oko 3000 km teritorije, a da se snima jedan merni zapis na svakih 1 m, što je veoma strog zahtev, potreban kapacitet *storage*-a koji treba predvideti za *upload* mobilnih mernih rezultata na veb server je:

$$300.000 \times 200 \text{ B} = \mathbf{60 \text{ MB}}.$$

Uzeta je identična veličina jednog mernog zapisa, kao i za veličinu zapisa koji se šalje sa stacionarnog širokopojasnog senzora.

8.4 TEHNIČKO REŠENJE ZA PODSISTEM PERSONALNIH SENZORA

Predlaže se da se za personalna merenja koristi pet personalnih senzora (ekspozimetara) koji daju pojedinačnim izvršiocima koji sprovode merenje (npr., u periodu od 1 dan, 7 dana i slično). Razlikuju se dva slučaja korišćenja ovih senzora:

- U prvom slučaju korišćenja ovih senzora merenje je direktno vezano za čoveka i njegov tipični svakodnevni život. Merenja se mogu opisati okvirno kroz opis kako je korisnik provodio dan, u kojim uslovima se kretao i boravio. U okviru izveštaja sa merenja potrebno je prikazati:
 - a) podatke o korisniku i njegovom kretanju,
 - b) vremeski period sprovođenja merenja,
 - c) opis merne metode i opreme, i
 - d) rezultate statističke analize rezultata merenja za svakog korisnika.
- Drugi slučaj podrazumeva da se definiše zona u kojoj se krajnji korisnik kreće (na primer, TC Ušće od 12-20h, Studentski grad 24h, Stadion Marakana za vreme utakmice, pešačka zona u najurbanijem delu grada itd). Na ovaj način se dobija slika izloženosti ljudi elektromagnetnom zračenju u zonama od interesa. Izveštaj sa merenja treba da sadrži:
 - a) podatke o zoni u kojoj su sprovedena merenja,
 - b) vremeski period sprovođenja merenja,
 - c) opis merne metode i opreme,
 - d) rezultate statističke analize rezultata merenja za svaku zonu, i
 - e) za slučaj *outdoor* merenja geografske koordinate za svaku mernu poziciju.

8.4.1 Merne kampanje koje se sprovode korišćenjem personalnog senzora

Pošto se razlikuju prethodno navedena dva slučaja korišćenja personalnih senzora (ekspozimetara), merne kampanje je potrebno sprovoditi na sledeći način:

- Merne kampanje u kojima je merenje direktno vezano za životnu aktivnost ljudi i njihov tipični svakodnevni život treba da se sprovode u periodu od 7 dana. Ove merne kampanje bi trebalo da obuhvate bar 4 grada ili opštine u Srbiji. Merna kampanja u jednom mestu bi trebalo da traje 7 dana (i da se sprovodi sa bar 3 ekspozimetra), a rezultati bi trebalo da se objavljuju neposredno nakon završetka merne kampanje i pripreme izveštaja. Kompletna kampanja treba da se ponavlja svake kalendarske godine po jednom, i to po principu ravnomerne regionalne raspodeljenosti - svake godine je potrebno obuhvatiti druge gradove ili opštine.
- Merne kampanje u pojedinim značajnijim zonama kretanja ljudi mogu se podeliti u dve grupe: *outdoor* i *indoor*. *Outdoor* merenja bi trebalo sprovesti u pešačkim zonama u najurbanijem delu grada. Na godišnjem nivou treba obuhvatiti najmanje dva od četiri najveća grada u Srbiji (Beograd, Novi Sad, Kragujevac i Niš), kao i dva grada ili mesta, za koje građani iskažu zainteresovanost. Naredne godine merna kampanja treba da obuhvati najmanje preostala dva od četiri najveća grada i dva nova grada ili mesta, za koje građani iskažu zainteresovanost. Ove rezultate bi trebalo pridružiti rezultatima sa mobilnih senzora. *Indoor* merenja bi trebalo sprovesti u zonama sa većom gustinom ljudi (npr. tržni centri), i to izborom dve zone u okviru svakog grada/mesta koji obuhvati merna kampanja. Izbor grada/mesta koji će da obuhvati merna kampanja treba izvršiti na isti način kao za *outdoor* merenja. Kompletna kampanja, koja se odnosi na merenja u pojedinim značajnijim zonama kretanja ljudi, treba da se ponavlja svake kalendarske godine po jednom.

Rezultate oba tipa merenja potrebno je obraditi nakon sprovedene merne kampanje, eksportovati u predefinisanim formatu, *upload*-ovati na sajt, dati njihov opis i omogućiti tabelarni i grafički prikaz rezultata (uključujući i rezultate statističke analize) na veb sajtu. U bazu se unose izveštaji koje je potrebno uraditi nakon završenih mernih kampanja u vidu file-ova koje treba *upload*-ovati, kao i izmerene georeferencirane rezultate *outdoor* merenja koja se odnose na merne kampanje za pojedinačne značajne zone kretanja ljudi. Ove rezultate je na prezentacionom sajtu potrebno grafički prikazati na mapi, dok je za rezultate koji se *upload*-uju na sajt u vidu izveštaja (od strane eksperta agencije RATEL) potrebno omogućiti da se mogu *download*-ovati od strane korisnika.

8.3.2 Proračun – zahtevani kapaciteti– podsistem personalnih senzora

Personalni senzori generišu rezultate koje je potrebno dodatno obraditi u većini slučajeva i pripremiti izveštaj o urađenoj svakoj mernoj kampanji. Procena je da će biti maksimalno oko 50 ovakvih izveštaja godišnje. Ako se uzme da je prosečna veličina izveštaja (fajla) 5 MB, za *storage* na serveru treba predvideti dodatnih

$$50 \times 5 \text{ MB} = 250 \text{ MB} = \mathbf{0.25 \text{ GB}}.$$

Ovome treba dodati i rezultate *outdoor* merenja iz značajnih zona koje je potrebno *upload*-ovati na sajt da bi se mogli grafički prikazati na mapi. Ako se uzme u obzir da će se personalni senzor za ove *outdoor* kampanje koristiti oko 300h godišnje, da se jedan zapis pamti svakih 10s i da ima 16 frekvencijskih opsega koji se mere, onda je to ukupno:

$$(300 \times 3600 : 10) \times 16 = 1\,728\,000 \text{ mernih zapisa.}$$

Veličina mernog zapisa je znatno veća nego za mobilna merenja, jer se merenja sprovode u više definisanih opsega. Ako senzor podržava 20 mernih opsega, a za jedan opseg je jedan zapis veličine 200 B, to znači da je svaki merni zapis veličine

$$20 \times 200 \text{ B} = 4 \text{ kB}.$$

Da bi se ovi podaci snimili na server, za njih nam je potreban je kapacitet od

$$1\,728\,000 \times 4 \text{ kB} = \mathbf{6\,192 \text{ MB} \sim 6.2 \text{ GB}}.$$

8.5 MERNI REZULTATI DRUGIH ZAINTERESOVANIH STRANA

Predviđeno je da se svima koji su zainteresovani za monitoring elektromagnetnog zračenja (pojedinci, kompanije, lokalne samouprave itd.) omogući da samostalno nabave senzore i da integrišu svoje senzore u RATEL-ovu mrežu, i to uz prethodnu saglasnost RATEL-a i uz striktno poštovanje procedura i karakteristika mernih uređaja propisanih od strane RATEL-a.

Predlaže se da finansiranje instalacije senzora u kritičnim zonama (aerodromi, oblasti oko predajnika velike snage, tržni centri itd.) finansiraju imaoći sistema od koji potiče elektromagnetno zračenje, a kojima je u interesu da se monitoriše nivo zračenja i razbijaju predrasude.

Takođe, predlaže se da se omogući *upload*-ovanje na sajt rezultata akreditovanih merenja, koje treba da dostavljaju vlasnici radio-predajnika (baznih stanica), odnosno akreditovane laboratorije. Na prezentacionom sajtu je potrebno omogućiti prikaz na mapi merne lokacije, kao i *download* izveštaja sastavljenog od strane akreditovane laboratorije koja je sprovela merenja na toj lokaciji.

8.5.1 Proračun zahtevanih kapaciteta – merni rezultati drugih zainteresovanih strana

Izmereni rezultati koji bi se potencijalno mogli dobijati od senzorskih sistema integrisanih u RATEL-ovu mrežu senzora neće biti uračunati prilikom proračuna potrebnog kapaciteta *storage*-a na serveru. Prvi razlog je to što će takvih sistema verovatno biti vrlo malo, a drugi je to što je prilikom estimacije kapaciteta *storage*-a za prethodno navedene potrebe već uzeta relativno velika margina, pa se sa stanovišta kapaciteta senzori drugih imaoca mogu zanemariti.

Očekuje se da bi se u prvoj fazi puštanja u rad RATEL-ovog sajta moglo RATEL-u dostavi i nakon toga *upload*-uje najviše oko 1000 urađenih izveštaja akreditovanih merenja. Ako uzmemo da je prosečna veličina jednog file-a 5 MB, to znači da će na sajt biti *upload*-ovano:

$$1000 \times 5 \text{ MB} = \mathbf{5 \text{ GB}}$$
 podataka.

Svake naredne godine očekuje se dodatnih 300 izveštaja akreditovanih merenja, a to predstavlja

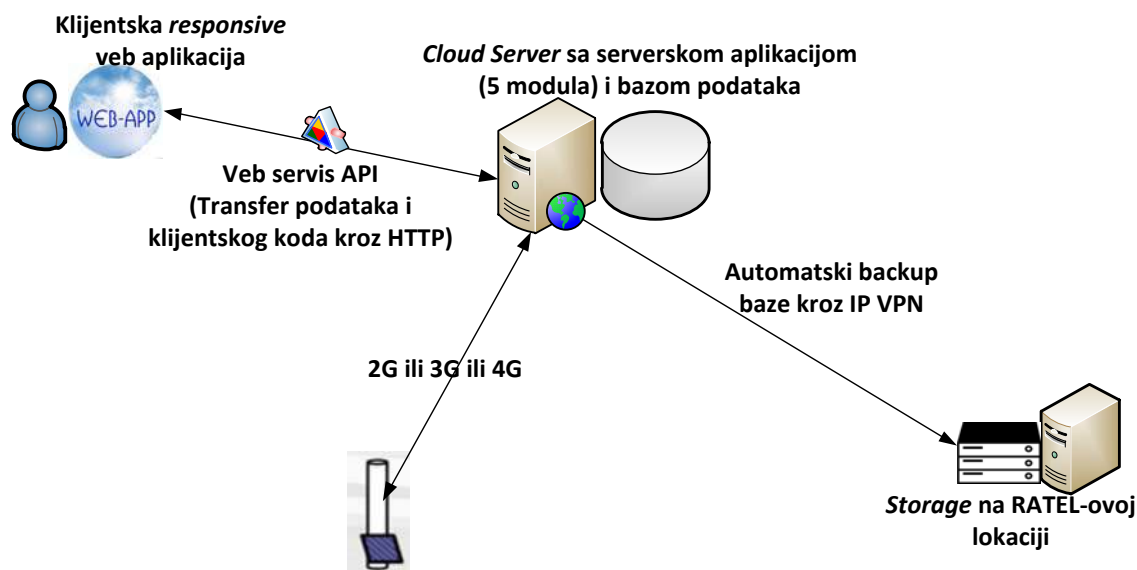
$$300 \times 5 \text{ MB} = \mathbf{1.5 \text{ GB}}$$
 dodatnih podataka svake godine.

9. TEHNIČKO REŠENJE SOFTVERSKOG SISTEMA ZA PRIKUPLJANJE I PRIKAZIVANJE PODATAKA SA SENZORSKIH JEDINICA

U ovoj glavi će biti opisano predloženo tehničko rešenje za softversku platformu koja će se koristiti za prikupljanje izmerenih podataka sa EMF senzora, kao i za prezentaciju mernih rezultata.

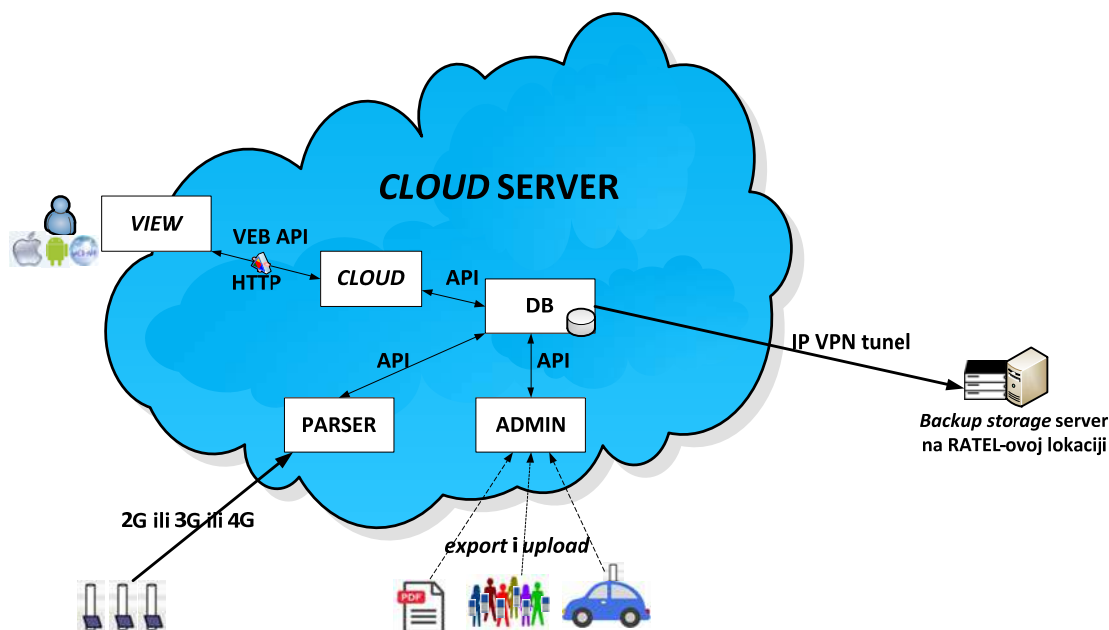
Arhitektura distribuiranog softverskog sistema je prikazana na slici 9.1.

Predloženo rešenje treba da bude smešteno na *Cloud* serveru, sa tim da na RATEL-ovoj lokaciji postoji *backup storage* server u koji se šalju svi novi merni rezultati preko internet mreže jednom dnevno kroz IP VPN tunel.



Slika 9.1 – Arhitektura predloženog distribuiranog softverskog sistema za prikupljanje i prezentovanje podataka vezanih za RATEL-ovu mrežu EMF senzora

Serverska platforma se sastoji iz 5 softverskih modula prikazanih na slici 9.2.



Slika 9.2 – Logička struktura softverske platforme za prikupljanje i prezentovanje izmerenih rezultata merenja nivoa elektromagnetnog zračenja

Svaki od 5 navedenih modul obavlja po jednu važnu funkcionalnost:

1. PARSER - modul koji predstavlja parser tekstualnih ili binarnih podataka koji se dostavljaju sa senzora preko javne mobilne mreže. Ovaj modul prihvata izmerene rezultate u tekstualnom ili binarnom obliku koji se sa senzora šalju jednom u 24h, prolazi kroz njih i izvlači željene informacije o vrednostima izmerenog intenziteta električnog polja i prosleđuje ih modulu koji radi snimanje u bazu podataka (modul DB). Za ovaj modul će se u ostatku teksta koristiti termin **PARSER**.

2. ADMIN - modul za kompletnu administraciju serverske aplikacije (unos (upload) mernih rezultata i izveštaja nakon urađenih merenja sa mobilnim i personalnim sensorima, unos izveštaja akreditovanih merenja, unos podataka o mernoj lokaciji, validacija, editovanje i brisanje svih vrsta podataka). Pored toga što se obaveštenje o alarmu šalje preko SMS poruka sa senzora i *email*-ova koje inicira DB modul odmah po prijemu alarma, kroz ADMIN modul će administratori RATEL-a biti obavešteni o alarmima kroz notifikacione poruke. Jednom rečju, ovo je modul koji koriste administratori za nadzor i upravljanje kompletne softverske platforme za prikupljanje i prikazivanje podataka. Administrator treba da bude ulogovan na sistem da bi koristio ADMIN modul. Svi detalji o ovom modulu će biti dati u poglavlju 9.1.2.

3. DB - modul koji prihvata podatke od PARSER modula i snima ih u bazu. Ovaj modul čini podsistem za smeštanje podataka i u nastavku će se za njega koristiti termin DB. Preko ovog modula se vrše svi upisi u bazu. Drugim rečima, upis bilo koje vrste podatka u bazu mora ići preko ovog modula, tako da PARSER i ADMIN moduli uvek komuniciraju sa

DB modulom koji finalno validira podatke prilikom upisa u bazu. Ovaj modul treba da implementira i "inteligentnu" logiku, tj. da obavesti administrator preko ADMIN modula da je došlo do greške ili neočekivanih rezultata prilikom merenja (ne pristižu podaci sa nekog senzora, stižu podaci koji su nekonzistentni, detektovao je singularitete u izmerenoj vremenskoj seriji nivoa elektromagnetnog polja). Takođe, u slučaju prijema alarmne poruke, DB modul treba da podatak o alarmu snimi u bazi i da odmah inicira slanje notifikacionih *email*-ova na predefinisani skup *email* adresa, kao i da pošalje notifikaciju ka ADMIN modulu koju administrator odmah treba da pročita pošto je čuo zvučni signal generisan od strane ADMIN modula.

4. CLOUD VEB modul - modul koji je posrednik između prezentacije i baze. Ovaj modul priprema podatke koje je zahtevao klijentski uređaj i šalje ih kako bi bili prezentovani krajnjem korisniku. Za ovaj modul će se u skladu sa programerskom terminologijom koristiti termin CLOUD VEB modul (nekada se u engleskoj terminologiji za ovaj modul koriste i termini *presenter* ili *controller*).

5. VIEW - modul koji je klijentska responsive veb aplikacije. To znači da se isti sadržaj prikazuje različito na različitim rezolucijama ekrana. Ovaj modul će se skraćeno zvati VIEW, i on zajedno sa CLOUD VEB modulom čini softverski podsistem za prezentaciju rezultata.

Predlaže se da se softverski moduli realizuju kao nezavisne celine i da među sobom komuniciraju preko API (eng. *Application Programming Interface*) poziva. Ovakva arhitektura predložene serverske aplikacije je poznata u programerskoj tehnologiji kao mikroarhitektura. U slučaju otkazivanja nekog od modula ostatak sistema će ostati funkcionalan, pa se iz tog razloga i predlaže ovakvo rešenje. Na primer, ako otkáže PARSEER modul, veb prezentacija će da radi nesmetano i obrnuto. Takođe, u slučaju otkaza PARSEER modula DB modul će nastaviti da radi i moći će da se koristi u svrhu *upload*-a izmerenih rezultata i izveštaja.

Ovako postavljenom arhitekturom se omogućava lako proširenje predložene serverske aplikacije novim funkcionalnostima nezavisnim od RATEL-ove mreže senzora ukoliko RATEL odluči da implementira nove sisteme i aplikacije.

9.1 TEHNIČKO REŠENJE TELEKOMUNIKACIONO/AKVIZICIONOG SISTEMA ZA KONTROLU RADA SENZORA I PRIKUPLJANJE PODATAKA

Predlaže se da se slanje izmerenih rezultata sa stacionarne širokopojasne i *band*-selektivne senzorske jedinice, kao i sa nomadske *band*-selektivne senzorske jedinice obavlja jednom u 24h preko javne mobilne mreže (2G ili 3G ili 4G) noću u interval između 2h-4h. Sa aspekta softvera koji se nalazi na serveru, za kontrolu rada i prikupljanje podataka se koriste PARSEER modul za automatsko parsiranje izmerenih i alarmnih podataka, ADMIN modul za administriranje cele aplikacije koja se nalazu na nekom *Cloud* serveru, kao i DB modul za prihvatanje svih ovih podataka i njihovo snimanje u bazu. Dakle, PARSEER modul i ADMIN modul su direktno povezani na DB modul. Na istom serveru se pored prethodno pomenuta tri modula, nalaze i CLOUD VEB i VIEW moduli koji čine prezentacioni deo u ovoj softverskoj arhitekturi.

9.1.1 PARSER modul

Ovaj modul se sastoji iz dve logičke celine:

1. Logička celina koja služi za periodično prihvatanje i obradu dobijenih mernih rezultata u tekstualnom ili binarnom formatu.
2. Logička celina za kontrolu rada senzora, tj. asinhrono prihvatanje alarmnih podataka sa senzora usled:
 - prekoračenja definisanog graničnog nivoa polja,
 - pada kapaciteta baterije ispod definisanog nivoa, i
 - aktiviranja sigurnosnog alarma na senzorskoj jedinici.

Nakon što izvuče potrebne podatke iz formata u kom ih dobija od senzora, ovaj modul te podatke isporuči preko API servisa DB modulu koji snima podatke u bazu.

U prethodnom poglavlju se navode potrebne karakteristike senzorskih rešenja koja treba implementirati. Navedeno je da senzorska rešenja moraju biti otvorenog interfejsa, tj. mora da postoji mogućnost pristupa podacima iz nezavisne serverske aplikacije. Predviđeno je da senzor može da šalje podatke korišćenjem nekog od standardih (na primer FTP transfer tekstualnih ASCII podataka) i/ili nestandardnih (*proprietary* - definisan od strane konkretnog proizvođača opreme)) formata i protokola. Ako je u pitanju nestandardno rešenje, ono u krajnjoj tački obavezno treba da budu otvoreno za pristup iz PARSER modula. Treba istaći da se alarmiranje sa senzora radi preko GSM/UMTS/LTE modema senzora slanjem SMS poruke na unapred predefinisane brojeve telefona. Međutim, senzori alarmne podatke treba da šalju i ka PARSER-u, koji ih prihvata i prosleđuje ka DB modulu koji će da ih zapamti u bazu i generisati *email* poruku na prethodno definisan skup *email* adresa.

9.1.2 ADMIN modul

ADMIN treba da radi kompletnu administraciju serverske aplikacije koja je hostovana na *Cloud* serveru. Funkcionalnosti koje treba da ima ADMIN modul su:

- Koristi se za *upload* izmerenih rezultata i izveštaja. Kao što je opisano u glavi 8, za mobilni i personalni senzor je nakon završene merne kampanje potrebno uradi eksportovanje rezultata u pogodan format i potom ih *upload*-ovati na veb server. Pored *upload*-vanja izmerenih rezultata za mobilna i personalna *outdoor* merenja, u okviru ADMIN modula se vrši *upload* urađenih izveštaja u vidu *.pdf ili MS word dokumenata za ostale vrste personalnih merenja (*indoor* i merenja kojima se prati tipični svakodnevni život ljudi). Prilikom *upload*-a izveštaja akreditovanih merenja moraju se preko ADMIN modula uneti naziv i geografske koordinate lokacije za koju je merenje rađeno. Ukoliko rešenje za mobilnu senzorsku jedinicu ima mogućnost da nakon završene merne kampanje uradi direktno slanje podataka ka centralnom serveru, može se ta mogućnost iskoristiti prilikom implementacije na način da te podatke asinhrono prihvata i obrađuje PARSER modul.

- Administrator ima mogućnost da nekim rezultatima merenja oduzme mogućnost prikaza krajnjim korisnicima (npr., u slučaju otkrivanje neregularnog rada senzora).
- Administrator može preko ovog modula kompletno isključiti i po potrebi ponovo uključiti izmerene rezultate sa nekih od stacionarnih ili nomadskih senzora.
- Pregled svih podataka u bazi (podaci sa stacionarnih, nomadskih, mobilnih i personalnih senzora, izveštaji akreditovanih merenja, izveštaji personalnih merenja) i upravljanje njima (izmena i brisanje).
- Preko ovog modula treba da se unose i fotografije lokacije fiksnog i nomadskog senzora i osnovni podaci o senzoru.
- Preko ovog modula se mogu dobiti i svi statistički parametric rezultata merenja i konfigurisati koji statistički parametri će se prikazivati korisnicima. Generalno, ADMIN ima sve funkcije koje ima i standardni korisnik koji pristupa rezultatima merenja. Takođe, kroz ADMIN modul administrator može dobiti i statistika rada senzora (broj merenja, dostupnost, trajanje baterije, statistika alarma).
- Preko ovog modula se može imati kompletan uvid o svim informacijama o alarmnim podacima (kad su se alarmi desili i koji je bio tip alarma). Preko ADMIN modula će administratori biti obavešteni o alarmu u vidu notifikacione poruke. Dakle kada se desi alarm, DB modul pošalje notifikacionu poruku koju ADMIN prihvata i administrator obaveštava zvučnim signalom. Takođe, ADMIN modul prihvata i alarme koje generiše DB modul usled pojave singulariteta u vrednostima elektromagnetnog polja koja su izmerena. Prilikom ovih alarma takođe se šalje email poruka na prethodno definisan skup *email* adresa.

9.1.3 DB modul

Implementatoru sistema se ostavlja da izabere da li će da za ovaj modul koristi SQL ili NoSQL bazu, s tim što implementator prilikom ponude za izradu ove veb aplikacije mora da uračuna i inicijalne troškove pratećih licenci u slučaju da se za sistem za upravljanje bazom podataka koriste neka rešenja koja nisu besplatna.

Ovaj modul čine podsistemi za smeštanje podataka i preko njih se vrše svi upisi u bazu. Upis bilo koje vrste podatka u bazu mora obavezno ići preko ovog modula. Iz tog razloga PARSER i ADMIN moduli uvek komuniciraju sa DB modulom koji finalno upisuje podatke u bazu. DB modul mora da vodi računa o konzistentnosti baze, tj. da omogući sinhronizaciju pristupa bazi od strane PARSER, ADMIN i CLOUD modula. Na primer, ako se radi slanje podataka sa fiksnog senzora, DB modul ne sme da dozvoli prikaz tih podataka klijentskim uređajima sve dok se ne upiše i poslednji podatak.

Predlaže se da se baza podataka zajedno sa kompletnom serverskom aplikacijom *deploy*-uje na servere nekog od provajdera *Dedicated server* ili *Cloud hosting* servisa. O tipovima *hosting* usluga, kao i predloženom rešenju za *hosting* biće više reči u poglavlju 9.3.

Procena količine podataka koji se snimaju u bazu na dnevnom i godišnjem nivou data je u poglavlju 9.4.

9.2 TEHNIČKO REŠENJE ZA OBRADU I PREZENTOVANJE IZMERENIH REZULTATA

Prezentacioni sloj se sastoji od dva modula, CLOUD VEB modula koji se izvršava na serverskoj strani i klijentske *responsive* veb aplikacije koja se izvršava u okviru veb *browser*-a na klijentskim uređajima (*desktop* računari, *laptop*-ovi, mobilni telefoni, tableti, *phablet*-i).

9.2.1 CLOUD VEB modul

Serverski deo veb aplikacije koji se kraće zove CLOUD VEB modul je potrebno realizovati kao Veb servis API (*Web Services* API). To se radi da bi se nakon puštanja u rad veb aplikacije u sledećim koracima razvoja softverske platforme omogućilo jednostavno proširenje (integracija) mobilne *native* Android aplikacije i mobilne *native* iOS aplikacije bez izmene CLOUD VEB modula. Izrada Android i iOS aplikacije se predlaže radi znatno boljih performansi *native* aplikacija (aplikacija namenski razvijenih za određenu platformu, tj. operativni sistem), a time i znatno boljeg korisničkog iskustva.

Serverski deo veb aplikacije treba da na zahtev korisnika klijentske aplikacije proračunava i statističke parametre koji su predloženi u ovoj studiji. Potrebni statistički parametri koji se moraju proračunati i prezentovati se navode u narednim poglavljima gde se govori o prezentaciji rezultata za svaki od tipova senzora.

9.2.2 VIEW modul

Izmereni podaci o nivoima elektromagnetnog zračenja sa svih senzorskih jedinica se korisnicima prezentuju preko veb čitača (*browser*-a) (VIEW modul) na klijentskim uređajima. Treba napomenuti da se kod koji predstavlja dizajn veb prezentacije (VIEW) nalazi na serveru i šalje se ka klijentskim uređajima preko HTTP protokola u vidu HTTP odgovora (eng. *HTTP request*) na HTTP zahtev (eng. *HTTP response*). Taj kod se izvršava u veb *browser*-u na klijentskoj strani, pa se formalno na šemama VIEW crta na klijentskoj strani iako je kod snimljen na serveru. koja mora da ispuni sledeće zahteve:

- ▶ Veb prezentacija mora da bude *responsive*, tj. da se prezentacioni sadržaj prilagođava rezoluciji ekrana terminala na kome se vrši prikaz. To znači da moraju da se podrže sve rezolucije za *desktop* računare, *notebook/laptop* računare, mobilne telefone, i tablete/*phablet*-e.
- ▶ Veb prezentacija treba da podržava mogućnost internacionalizacije (u prvoj varijanti treba da pored srpskog jezika, na ćirilici i latinici, bude podržan i engleski jezik).
- ▶ Veb prezentacija u prvoj verziji mora obavezno da ima sledeće funkcionalnosti (one treba da se nalaze u meni liniji):
 1. **Početu stranicu** sa nekoliko ključnih rečenica o projektu. Ova stranica treba da sadrži interaktivnu geografsku mapu sa *checkbox*-ovima za svaki od tipova mernih rezultata koji se želi prezentovati (mreža senzora, merenja iz vozila, lični merači, akreditovana merenja). Pri tome, treba omogućiti istovremenu selekciju više tipova rezultata istovremeno. Radi

bolje preglednosti, svaki tip merenja je potrebno označiti različitom bojom (npr., različite boje ikonice koje označavaju senzore). Neaktivni senzori se takođe označavaju posebnom bojom.

2. Stranicu za **Merenja**. U podmeniju se može izabrati koji tip merenja se želi prikazati (mreža senzora, merenja iz vozila, lični merači, akreditovana merenja). Prikaz za svaki od ovih tipova merenja se opisuje u poglavljima koja slede.
3. Stranicu **EMF zračenje** koja sadrži detaljne informacije korisne za građane o zračenju telekomunikacionih i svih drugih uređaja sa prezentacijama i video materijalom (edukativni materijal).
4. Stranicu **O projektu** gde se nalaze sve informacije o mreži senzora za monitoring elektromagnetnog zračenja u Srbiji koju je pokrenuo RATEL sa detaljnim opisom projekta i načinom njegove realizacije (uz opise načina realizacije različitih tipova merenja).
5. Stranicu **Kontakt** sa kontakt podacima RATEL-a, ali i kontakt podacima preko kojih građani mogu postaviti pitanja vezana za mrežu senzora za EMF monitoring, ali i opšta pitanja u vezi EMF zračenja.
6. Na sajtu se nakon izrade Android i iOS mobilnih *native* aplikacija moraju staviti linkovi odakle se (i kako) one mogu preuzeti.

Kao što je prethodno pomenuto, predlaže se da veb prezentacija koja treba da bude realizovana u prvoj fazi izrade softvera podržava *responsive* dizajn, tj. da se prezentacioni sadržaj prilagođava rezoluciji ekrana. RATEL-u se ostavlja mogućnost da u inicijalnoj fazi izrade softverske platforme zahteva i izradu *native* Android i iOS aplikacija za prezentovanje mernih rezultata dobijenih iz mreže senzora za monitoring elektromagnetnog polja. Pošto je predviđeno da aplikaciju koristi veliki broj građana, posebno se naglašava da je dobar dizajn, uz poštovanje savremenih UI (eng. *User Interface*) i UX (eng. *User Experience*) principa, obavezan prilikom implementacije ove softverske platforme. Kvalitetan i dopadljiv dizajn će znatno doprineti većoj prepoznatljivosti i uspehu projekta implementacije mreže senzora za monitoring elektromagnetnog zračenja. Implementatoru softvera se sugeriše obavezan angažman profesionalnog veb dizajnera koji će da osmisli sve stranice i sa stanovišta UI (statički sadržaj) i sa stanovišta UX (interaktivni sadržaj) nakon čega će, pre finalne implementacije VIEW modula, dizajn (nakon jednog ili više krugova usaglašavanja) usvojiti komisija koju prethodno formira RATEL.

U nastavku teksta specificira se način prezentacije rezultata za svaki tip senzorske jedinice koji se predlaže ovim tehničkim rešenjem.

9.2.3 Funkcionalni zahtevi za prezentaciju rezultata sa stacionarne i nomadske senzorske jedinice

Za sve fiksne (stacionarne) i nomadske senzore potrebno je prikazati rezultate merenja u okviru veb prezentacije na sledeći način:

1. Prikaz pozicije senzora na geografskoj mapi.
2. Osnovni podaci o senzoru i metodi merenja (redni broj senzora, proizvođač, model, uverenje o etaloniranju, vrednost proširene merne nesigurnosti, tip merenja: širokopojasna ili selektivna, opis i fotografija pozicije merne sonde, interval usrednjavanja, tip korišćenog detektora).
3. Osnovni podaci o lokaciji (naziv, geografske koordinate, fotografije, opis lokacije).
4. Jednoznačni uprošćeni indikator koji prikazuje srednju (ili maksimalnu) vrednost ukupnog faktora izloženosti u procentima, za poslednji celi dan za koji su izvršena merenja. Ova vrednost (ili ceo indikator) može da se prikaže (pojavi) kada se mišem označi pozicija senzora prikazana na mapi.
5. U posebnom prozoru treba dati grafički prikaz izmerenih vrednosti intenziteta električnog polja u V/m i ukupnog faktora izloženosti u zavisnosti od vremena. Korisnik može da bira veličinu koja se prikazuje na grafiku (intenzitet električnog polja ili ukupni faktor izloženosti), kao i da definiše vremenski period (sat/dan/nedelja/mesec/godina) za koji se prikazuju rezultati. Na graficima treba da se prikazuje intenzitet električnog polja, odnosno ukupni faktor izloženosti, sa uračunatom proširenom mernom nesigurnosti sa intervalom poverenja od 95%. Za slučaj intenziteta električnog polja na grafiku treba da bude prikazana i vrednost referentnog graničnog nivoa, dok ukupni faktor izloženosti treba da bude dat u procentima.
6. Statistički podaci određeni za izabranu veličinu koja se prikazuje na grafiku (intenzitet električnog polja ili ukupni faktor izloženosti), na skupu podataka definisanom izabranim vremenskim intervalom za koji se prikazuju rezultati. Statistički pokazatelji koji treba da se prikažu su: maksimum, srednja vrednost, minimum i standardna devijacija.
7. Specifično: Za *band*-selektivna merenja, pored prikaza koji se odnosi na ukupnu vrednost u celokupnom frekvencijskom opsegu rada mernog senzora, treba da postoji mogućnost prikaza definisanih rezultata merenja i za svaki pojedinačni podopseg.

9.2.4 Funkcionalni zahtevi za prezentaciju rezultata sa mobilne senzorske jedinice

Za merenja za koja se koristi mobilna senzorska jedinica potrebno je prikazati rezultate merenja u okviru veb prezentacije na sledeći način:

1. Osnovni podaci o senzoru i metodi merenja (identifikacija senzora: proizvođač i model, slike mernog vozila sa mernom sondom, uverenje o etaloniranju, vrednost proširene merne nesigurnosti, tip korišćenog detektora, opis merne kampanje).
2. Datum i vreme sprovođenja merne kampanje, kao i podaci o tome ko je sproveo mernu kampanju.
3. Prikaz rute kretanja mernog vozila na geografskoj mapi.
4. Prikaz izmerenih vrednosti intenziteta električnog polja u V/m i ukupnog faktora izloženosti izraženog u procentima, u svim mernim tačkama na geografskoj mapi. Korisnik može da bira veličinu koja se prikazuje na geografskoj mapi. Mape treba da koriste paletu boja da bi se jasnije prikazala raspodela intenziteta električnog polja. Na mapi treba da bude prikazana razmera, legenda i brojna vrednost referentnog graničnog nivoa (za slučaj prikaza intenziteta električnog polja). Pored toga, na mapi treba da se prikazuju intenzitet električnog polja i ukupni faktor izloženosti sa uračunatom proširenom mernom nesigurnosti sa intervalom poverenja od 95%.
5. U posebnom prozoru treba dati grafički prikaz izmerenih vrednosti intenziteta električnog polja u V/m i ukupnog faktora izloženosti u zavisnosti od vremena. Korisnik može da bira veličinu koja se prikazuje na grafiku (intenzitet električnog polja ili ukupni faktor izloženosti). Na graficima treba da se prikazuje intenzitet električnog polja, odnosno ukupni faktor izloženosti, sa uračunatom proširenom mernom nesigurnosti sa intervalom poverenja od 95%. Za slučaj intenziteta električnog polja na grafiku treba da bude prikazana i vrednost referentnog graničnog nivoa, dok ukupni faktor izloženosti treba da bude dat u procentima.
6. Prikaz statističkih podata određenih za izabranu veličinu koja se prikazuje na mapi (intenzitet električnog polja ili ukupni faktor izloženosti) za celokupnu mernu kampanju. Statistički pokazatelji koji treba da se prikažu su: maksimum, srednja vrednost, minimum, standardna devijacija, vrednost koja je prevaziđena u 95% slučajeva, vrednost koja je prevaziđena u 50% slučajeva (medijana) i vrednost koja je prevaziđena u 5% slučajeva. Takođe, ako ima takvih slučajeva potrebno je prikazati u kom procentu su prevaziđene norme, odnosno u kom procentu je nivo bio ispod praga osetljivosti uređaja. Pored toga, treba da se prikaže funkcija gustine verovatnoće za intenzitet električnog polja, odnosno ukupni faktor izloženosti.

9.2.5 Funkcionalni zahtevi za prezentaciju rezultata sa personalnog senzora

Kao što je već navedeno, sa personalnim sensorima se sprovode dva tipa mernih kampanja: merne kampanje u kojima je merenje direktno vezano za životnu aktivnost ljudi i njihov tipični svakodnevni život i merne kampanje u pojedinim značajnijim zonama od interesa. Pored toga, merne kampanje u pojedinim značajnijim zonama od interesa se sprovode u dva tipa okruženja: *outdoor* i *indoor*.

Rezultate oba tipa merenja potrebno je obraditi nakon sprovedene merne kampanje, eksportovati u predefinisanim formatu, *upload*-ovati na sajt, dati njihov opis i omogućiti tabelarni i grafički prikaz rezultata (uključujući i rezultate statističke analize), kao i prikaz izveštaja vidu *.pdf ili MS word dokumenata, na veb sajtu.

Izveštaji sa sprovedenih mernih kampanja u kojima je merenje direktno vezano za životnu aktivnost ljudi i njihov tipični svakodnevni život treba da sadrže:

1. Prikaz osnovnih podataka o senzoru i metodi merenja (identifikacija senzora: proizvođač i model, uverenje o etaloniranju, vrednost proširene merne nesigurnosti, tip korišćenog detektora, opis merne kampanje).
2. Datum i vreme sprovođenja merne kampanje.
3. Podatke o korisniku i njegovom kretanju (potrebno je izvršiti kategorizaciju korisnika po određenim unapred definisanim parametrima:
 - zona u kojoj živi: urban, suburban, rural...
 - grad u kom živi: BG, KG, NS...
 - kategorija populacije u koju spada: dete, student, zaposleni, penzioner...
 - pol
 - koliko vremena provodi napolju: <10%, 10-20%, 20-30%...
 - i slično.)
4. U posebnom prozoru treba dati grafički prikaz izmerenih vrednosti intenziteta električnog polja u V/m i ukupnog faktora izloženosti u zavisnosti od vremena. Korisnik može da bira veličinu koja se prikazuje na grafiku (intenzitet električnog polja ili ukupni faktor izloženosti). Na graficima treba da se prikazuje intenzitet električnog polja, odnosno ukupni faktor izloženosti, sa uračunatom proširenom mernom nesigurnosti sa intervalom poverenja od 95%. Za slučaj intenziteta električnog polja na grafiku treba da bude prikazana i vrednost referentnog graničnog nivoa, dok ukupni faktor izloženosti treba da bude dat u procentima.
5. Prikaz statističkih podataka za intenzitet električnog polja u V/m i ukupni faktor izloženosti izražen u procentima. Rezultati se prikazuju sa uračunatom proširenom mernom nesigurnosti sa intervalom poverenja od

95%. Vrednosti treba da budu određene za svakog korisnika ponaosob. Statistički pokazatelji koji treba da se prikažu su: maksimum, srednja vrednost, minimum, standardna devijacija, vrednost koja je prevaziđena u 95% slučajeva, vrednost koja je prevaziđena u 50% slučajeva i vrednost koja je prevaziđena u 5% slučajeva. Takođe, ako ima takvih slučajeva potrebno je prikazati u kom procentu su prevaziđene norme, odnosno u kom procentu je nivo bio ispod praga osetljivosti uređaja. Pored toga, treba da se prikaže funkcija gustine verovatnoće za intenzitet električnog polja i ukupni faktor izloženosti. Pored prikaza koji se odnosi na ukupnu vrednost u svim podopsezima rada mernog senzora, treba da postoji mogućnost prikaza definisanih rezultata merenja i za svaki podopseg.

6. Potrebno je omogućiti prikaz statističkih podataka kumulativnih rezultata za različite kategorije korisnika. Na primer, izborom kategorije korisnika koji žive u urbanom okruženju, potrebno je da se omogući prikaz minimalne, srednje i maksimalne vrednosti (određenih na skupu korisnika koji žive u urbanom okruženju) za svih 9 statističkih parametara navedenih u tački 5.

Izveštaji sa sprovedenih mernih kampanja u pojedinim značajnijim zonama od interesa sa personalnim sensorima treba da sadrže:

1. Prikaz osnovnih podataka o senzoru i metodi merenja (identifikacija senzora: proizvođač i model, uverenje o etaloniranju, vrednost proširene merne nesigurnosti, tip korišćenog detektora, opis merne kampanje).
2. Datum i vreme sprovođenja merne kampanje, kao i podaci o tome ko je sproveo mernu kampanju.
3. Podatke o zoni u kojoj su sprovedena merenja.
4. U posebnom prozoru treba dati grafički prikaz izmerenih vrednosti intenziteta električnog polja u V/m i ukupnog faktora izloženosti u zavisnosti od vremena. Korisnik može da bira veličinu koja se prikazuje na grafiku (intenzitet električnog polja ili ukupni faktor izloženosti). Na graficima treba da se prikazuje intenzitet električnog polja, odnosno ukupni faktor izloženosti, sa uračunatom proširenom mernom nesigurnosti sa intervalom poverenja od 95%. Za slučaj intenziteta električnog polja na grafiku treba da bude prikazana i vrednost referentnog graničnog nivoa, dok ukupni faktor izloženosti treba da bude dat u procentima.
5. Prikaz statističkih podataka za intenzitet električnog polja u V/m i ukupni faktor izloženosti izražen u procentima. Rezultati se prikazuju za intenzitet električnog polja i ukupni faktor izloženosti sa uračunatom proširenom mernom nesigurnosti sa intervalom poverenja od 95%. Vrednosti treba da budu određene za svaku zonu (mernu kampanju) ponaosob. Statistički pokazatelji koji treba da se prikažu su: maksimum, srednja vrednost,

minimum, standardna devijacija, vrednost koja je prevaziđena u 95% slučajeva, vrednost koja je prevaziđena u 50% slučajeva i vrednost koja je prevaziđena u 5% slučajeva. Takođe, ako ima takvih slučajeva potrebno je prikazati u kom procentu su prevaziđene norme, odnosno u kom procentu je nivo bio ispod praga osetljivosti uređaja. Pored toga, treba da se prikaže funkcija gustine verovatnoće za intenzitet električnog polja i ukupni faktor izloženosti. Pored prikaza koji se odnosi na ukupnu vrednost u svim podopsezima rada mernog senzora, treba da postoji mogućnost prikaza definisanih rezultata merenja i za svaki podopseg.

6. Za slučaj *outdoor* merenja potrebno je omogućiti prikaz izmerenih vrednosti intenziteta električnog polja u V/m i ukupnog faktora izloženosti izraženog u procentima, u svim mernim tačkama na geografskoj mapi. Korisnik može da bira veličinu koja se prikazuje na geografskoj mapi. Mape treba da koriste paletu boja da bi se jasnije prikazala raspodela intenziteta električnog polja. Na mapi treba da bude prikazana razmera, legenda i brojna vrednost referentnog graničnog nivoa (za slučaj prikaza intenziteta električnog polja).

9.2.6 Funkcionalna zahtevi za prezentaciju rezultata akreditovanih merenja

Softverska platforma treba da ima mogućnost da podrži i prikaže akreditovanih merenja (sprovedenih od strane akreditovanih laboratorija). Po zakonu, rezultati akreditovanih merenja moraju biti javno dostupni, a ovo je najbolji način da se oni prezentuju na jednom mestu. Na taj način se podiže stepen odgovornosti onih koji sprovode akreditovana merenja, a ujedno se transparentno o nivou elektromagnetnog zračenja obaveštava zainteresovana javnost.

Buduća softverska platforma za prikaz rezultata merenja treba da pruži podršku integraciji rezultata akreditovanih merenja u jedinstvenu bazu kroz jednostavan korisnički interfejs preko koga nadležno lice iz RATEL-a postavlja rezultate akreditovanih merenja koje vlasnici radio-predajnika (odnosno baznih stanica) dostave.

Vlasnici radio-predajnika (odnosno baznih stanica) treba da dostavljaju RATEL-u rezultate akreditovanih merenja u vidu *.pdf ili MS Word izveštaja. Te izveštaje je, uz unos GPS koordinata za konkretnu lokaciju i imena vlasnika radio-predajnika, potrebno preko ADMIN modula *upload*-ovati na sajt. Rezultati akreditovanih merenja se korisnicima prikazuju na interaktivnoj geografskoj mapi koja se nalazi na sajtu. Preciznije, kada korisnik klikne na konkretnu lokaciju za koju postoji akreditovani izveštaj, a koja je markirana na mapi odgovarajućom bojom otvara mu se link ka izveštaju u vidu dokumenta koji se može *download*-ovati.

9.3 PREDLOŽENO REŠENJE ZA HOSTING SOFTVERA ZA PRIKUPLJANJE I PRIKAZIVANJE REZULTATA MERENJA

Hosting servis je onaj servis koji omogućava puštanje u rad veb sajta, a da vlasnici sajta nemaju kod sebe hardverske i softverske resurse. Drugim rečima, resursi se iznajmljuju od pravnih lica koji pružaju usluge iznajmljivanja da bi sajt mogao biti dostupan korisnicima Interneta. Oni se nazivaju “pružaoci *hosting* servisa” ili provajderi. U praksi se razlikuje nekoliko različitih tipova *hostinga*:

1. **Shared hosting** - Ovo je najslabiji, ali i najjeftiniji tip veb hosting. Isti serverski kompjuter se deli sa puno drugih sajtova. Ovo je najčešća kategorija *hosting* usluge koju koristi ogromna većina veb sajtova. U nekim slučajevima, na zajedničkom veb serveru mogu se naći stotine ili hiljade nekih drugih veb sajtova koji dele resurse jednog kompjutera, kao što su snaga procesora (CPU) i radna memorija kompjutera (RAM).
2. **Virtual Private Server (VPS)** – U slučaju ovog *hosting*-a deli se samo deo resursa kompjutera sa drugima. Provajderi često ovu uslugu reklamiraju kao *Cloud hosting*, mada to nije, što će biti razjašnjeno kasnije. Za razliku od klasičnog *shared hosting* servisa, *VPS hosting* je karakterističan po tome što su resursi jednog kompjutera (veb servera) softverski podeljeni u više virtuelnih servera koji međusobno u logičkom smislu ne utiču previše jedan na drugi. Na primer, ako su spam sajtovi (sajtovi koji automatski generišu ogroman broj raznih vrsta poruka ka raznim platformama na Internetu i iz tog razloga se negativno ocenjuju i loše pozicioniraju od strane *search engine*-a poput Googlea) na istom fizičkom kompjuteru kao naš sajt, imaće zasebnu IP adresu, i u najvećem broju slučajeva ne utiču negativno u slučaju VPS-a. Međutim, kod većine provajdera svakako mogu uticati na zakupljene performanse servera koje nisu uvek garantovane.
3. **Dedicated server hosting (namenski hosting server)** - Osnovna karakteristika ovog veb *hosting* servisa je da se dobija potpuna kontrola nad serverom. Osnovni tip ovakve usluge podrazumeva da se samostalno vodi računa o ovom serveru preko mreže (ovde se ne misli o hardverskim komponentama i rezervnim delovima), što znači da je za održavanje neophodno imati osobu ili tim ljudi koji se razumeju u administraciju veb servera, obzirom da se samostalno vodi računa o svemu što se dešava na ovom serveru .
4. **Cloud hosting** - Dosadašnji problemi tradicionalnih *hosting* usluga, poput naglih skokova opterećenja, otkaza hardvera, nedostupnosti tehničke podrške u momentu kad je server otkazao, rešeni su *Cloud hosting* konceptom koji danas polako postaje dominantan vid u pružanju *hosting* usluga u svetu. Ovaj tip usluga podrazumeva sistem povezanih servera kod kojih namenski softver praktično eliminiše potrebu za razmišljanjem o funkcionisanju i ispravnosti hardvera. U slučaju da dođe do otkaza neke od hardverskih komponenti na jednom od servera, *Cloud* sistemi automatski prebacuju opterećenje na preostale, pa praktično nema prekida u radu sistema koji koristi ovakvu vrstu *hostinga*. *Cloud* platforme najčešće omogućuju korisnicima da u svakom trenutku angažuju i oslobode potrebne resurse, tj. mogu u bilo kom trenutku da ih prošire ili smanje. Administracija servera je znatno jednostavnija nego kod prethodnih tipova *hostinga* i to omogućava znatno jeftinije usluge održavanja.

Domaći provajderi *hosting* usluga nude *Shared* ili *VPS hosting* servis. Jedni od najpoznatijih provajdera naprednih *hosting* usluga u svetu su *DigitalOcean* (<https://www.digitalocean.com/>), *Amazon* (<https://aws.amazon.com/application-hosting/>) i *Hetzner* (<https://www.hetzner.de/en/>). U praksi se pokazalo da ovi *hosting* servisi rade sa veoma velikom pouzdanošću i kvalitetom usluge.

Zbog velikog značaja softverske platforme za prikupljanje i prikaz rezultata EMF merenja, kao i vrednosti izmerenih podataka koji se prikupljaju sa sofisticiranih senzorskih jedinica za merenje elektromagnetnog zračenja, predlaže se da se serverska aplikacija realizuje na nekom od *Dedicated server* ili *Cloud* tipova *hosting*-a sa obaveznom sinhronizacijom sa *Storage* serverom u RATEL-ovom *data* centru gde će se periodično automatski ažurirati *backup* podaci. Ovim rešenjem se postiže veoma velika raspoloživost servisa prezentacije i čuvanja izmerenih podataka. Cene ovih tipova veb *hosting* servisa su od nekoliko desetina EUR na mesečnom nivou, pa na više u zavisnosti od zakupljenih resursa koji su fleksibilni i plaćaju se samo prema konkretnim potrebama u određenom trenutku. Zbog ovoga je ovo rešenje veoma skalabilno za buduća proširenja i nadogradnje.

9.4 PRORAČUN – POTREBNE HARDVERSKE I MREŽNE PERFORMANSE NA SERVERSKOJ STRANI

Na osnovu proračuna datih u glavi 8 ukupna količina podataka koje je potrebno snimiti u bazu prve godine rada sajta je:

$$9 \text{ GB} + 1.44 \text{ GB} + 60 \text{ MB} + 0.25 \text{ GB} + 6.2 \text{ GB} + 5 \text{ GB} + 1.5 \text{ GB} = \mathbf{23.7 \text{ GB.}}$$

Ako oduzmemo inicijalni *upload file*-ova akreditovanih merenja koji je 5 GB, svake naredne godine se količina podataka povećava za **18.7 GB**.

Takođe, ako se uzme pretpostavka da će sajt imati oko 30.000 korisnika i da je 1% njih maksimalno aktivno na sajtu u isto vreme, potrebno je da server podrži minimalno 300 istovremenih konekcija korisnika.

Na osnovu ovoga predlaže se zakup *Cloud* hosting-a koji će imati **najmanje** sledeće performanse:

- 8 GB RAM memorije
- 4-Core procesor
- 80 GB SSD Disk za čuvanje i pristup podacima
- 5 TB Transfer mesečno (u ovaj kapacitet je uračunat saobraćaj od senzora ka serveru, *upload* potrebnih informacija i datoteka na server, kao i saobraćaj od klijentskih uređaja ka serveru i od servera ka klijentskim uređajima, od *Cloud* servera do RATEL-ovog *backup storage* servera). Drugim rečima, navedena količina podataka se odnosi na kompletan transfer podataka od i ka *Cloud* serveru).

Predlaže se da veličina *backup storage*-a u RATEL-ovom *data* centru bude **1 TB**, što će omogućiti *backup* svih podataka u vremenskom periodu od preko 20 godina.

Na osnovu procene potrebne količine mernih i drugih podataka koji treba da se snimaju u bazu (procena data u glavi 8) i javno dostupnim cenovnicima na sajtovima prethodno pomenutih *hosting* provajdera u svetu, cena za *hosting* RATEL-ove aplikacije za prikupljanje i prezentaciju izmerenih rezultata aproksimativno iznosi 100 EUR mesečno. Ovo

rešenje je fleksibilno i po potrebi se veoma jednostavno (u par klikova) može preći na veći obim *hosting*-a.

9.5 PUŠTANJE SOFTVERA U RAD (PRODUKCIJA)

Kao što se može videti na slici 9.1, prilikom puštanja u rad kompletne serverske aplikacije sa svih pet modula (tzv. produkcija ili *deployment*) potrebno je iskonfigurisati sistem na takav način da se radi automatski *backup* baze podataka na *storage* koji se nalazi na drugoj lokaciji unutar RATEL-ovog *data* centra. *Backup* novih podataka iz baze je potrebno raditi jednom dnevno. Produkciju serverske aplikacije sa prethodno opisanim karakteristikama treba da uradi implementator. Takođe, implementator na sebe preuzima obavezu da napiše detaljno uputstvo za održavanje serverskog softverskog sistema na *Cloud* serveru i *backup storage* sistemu u RATEL-ovom *data* centru. Potrebno je jednom u tri meseca uraditi *backup* baze i njeno snimanje na neki od eksternih medijuma za čuvanje podataka.

Na kraju, prilikom potpisivanja ugovora o izradi softverskog sistema za prikupljanje i prezentaciju rezultata EMF merenja, izvođač treba da se obaveže kroz sledeće stavke:

- ▶ Izvođač treba da po završetku posla dostavi RATEL-u kompletan *source* kod serverske aplikacije za svih 5 modula.
- ▶ Izvođač koji bude dobio posao razvoja serverske aplikacije mora da se prilikom potpisivanja ugovora odrekne u korist RATEL-a svih autorskih ili drugih prava intelektualne svojine na internet prezentaciji, logotipu i ostalom materijalu koji bude izradio za RATEL, tako da je vlasnik svih prava na njima isključivo RATEL.
- ▶ Takođe, izvođač treba da se obaveže ugovorom da u svom daljem radu neće koristiti dizajn internet prezentacije, logotip i ostali materijal koji je izradio za RATEL, niti bilo koji drugi vizuelni ili tekstuelni sadržaj koji bude unet u internet prezentaciju.
- ▶ Izvođač ima pravo da nakon završenog posla u svojoj referentnoj listi označi da je vršio usluge koje budu predmet ugovora za RATEL (uključujući i link i logo ove veb aplikacije), kao i da na samoj internet prezentaciji bude naveden kao autor istih, ali tako da to ne remeti ukupan vizuelni izgled sajta.
- ▶ Izvođač treba da se obaveže ugovorom da će u okviru cene izrade softvera obezbediti obuku za rad sa predloženom softverskom platformom.

10. PREDLOG OBUKA ZA ZAPOSLENE KOJI RADE NA SISTEMU

Zaposleni koji rade na sistemu koji je predmet ovog projekta treba da budu osposobljeni da kvalitetno i profesionalno obavljaju sve poslove neophodne za nesmetan rad sistema. Osposobljavanje zaposlenih za rad na sistemu treba da se sprovede kroz namenske obuke. Ovim obukama potrebno je obuhvatiti osnovna teorijska znanja vezana za nejonizujuće zračenje, način funkcionisanja mernih senzora i celog sistema, kao i rad na terenu. Pored toga, potrebno je posebno naglasiti važnost kontinualnog usavršavanja s obzirom na stalni napredak u domenu novih saznanja vezanih za elektromagnetno zračenje, kao i na sam značaj ove tematike u praksi. Iz tog razloga predlažu se sledeće obuke za zaposlene koji treba da rade na sistemu:

- obuka iz osnova teorije elektromagnetnog zračenja, metoda za merenje i propisanih normi (teorijski aspekt fenomena zračenja),
- obuka za operativni rad na mreži EMF senzora (tehnički aspekt),
- obuka za rad na terenu (praktičan rad), i
- stručna usavršavanja u oblasti radio-frekvencijskih elektromagnetnih zračenja.

10.1 OBUKA IZ OSNOVA TEORIJE ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA, METODA ZA MERENJE I PROPISANIH NORMI

Kao što samo ime kaže, ova obuka treba da omogući zaposlenima koji treba da rade na mreži EMF senzora sticanje osnovnih teorijskih znanja vezanih za elektromagnetno zračenje, metode kojima se ono meri, kao i norme kojima se ograničava izlaganje ljudi elektromagnetnim poljima. Oblasti koje ova obuka treba da obuhvati su:

- osnove nejonizujućeg zračenja i razlike u odnosu na jonizujuće,
- fizičke osobine elektromagnetnog polja u radio-frekvencijskom domenu,
- efekti izlaganja ljudi radio-frekvencijskim elektromagnetnim poljima,
- pregled postojećih normi kojima se ograničava izlaganje ljudi elektromagnetnim poljima,
- metode za merenje inteziteta elektromagnetnog polja radio-predajnika propisane međunarodnim standardima, i
- procena merne nesigurnosti rezultata merenja.

Navedene obuke ovog tipa treba da sprovede specijalizovane naučno-stručne institucije sa iskustvom iz oblasti elektromagnetnog zračenja ljudi, kao i iz oblasti metoda za njegovo merenje.

10.2 OBUKA ZA OPERATIVNI RAD NA MREŽI EMF SENZORA

Obuka za operativni rad treba da omogući zaposlenima sticanje znanja koja su neophodna za planiranje, implementaciju, puštanje u rad i održavanje sistema. Ove obuke se mogu podeliti u dve grupe:

- obuke vezane za senzore i njihov rad, i
- obuke vezane za rad se centralnim softverom.

Oblasti koje obuke vezane za senzore i njihov rad treba da obuhvate su:

- principi rada i postupci instalacije svih tipova fiksnih senzora koji se nalaze u mreži,
- puštanje fiksnih senzora u operativni rad i način konfigurisanja,
- instaliranje i puštanje u operativni rad nomadskih, mobilnih i personalnih senzora,
- procedure za održavanje svih tipova senzora u sistemu, i
- sprovođenje mernih kampanja korišćenjem mobilnih i personalnih senzora, (i obrada rezultata).

Navedene obuke ovog tipa mogu da sprovede kompanije isporučiooci merne opreme (senzora) i specijalizovane naučno-stručne institucije sa iskustvom iz oblasti elektromagnetnog zračenja ljudi, kao i iz oblasti metoda za njegovo merenje. Takođe, dobar deo navedenih obuka može da se sprovede i interno unutar organizacije Naručioaca, korišćenjem dostupnih priručnika za korišćenje i o državanje opreme, odnosno softvera.

Obuke vezane za rad se centralnim softverom treba da obuhvate sledeće oblasti:

- obuka za rad sa centralnim softverom (modul koji je parser tekstualnih ili binarnih podataka koji se dostavljaju sa senzora, modul koji prihvata podatke od parser modula i snima ih u bazu, modul koji je posrednik između prezentacije i baze, modul koji je klijentska *responsive* veb aplikacija, modul za kompletnu administraciju serverske aplikacije),
- dodavanje fiksnog senzora u softverski modul koji upravlja telekomunikaciono/akvizicionim sistemom,
- rad sa bazom podataka u koju se smeštaju rezultati merenja,
- dodavanje novog fiksnog senzora u sistem za prikazivanje podataka,
- prikazivanje, odnosno način prezentovanja, rezultata mernih kampanja u okviru integrisanog softvera za prikaz rezultata merenja (web portal),
- uljučivanje u centralnu bazu rezultata merenja dostavljenih od strane akreditovanih laboratorija, i
- osnove neophodne za operativni rad sa *cloud* okruženjem na kojem je softver implementiran.

Obuke vezane za rad se centralnim softverom treba da budu uključene u nabavku softvera i treba da ih sprovede kompanija koja razvija softver.

10.3 OBUKA ZA RAD NA TERENU

Sa obzirom da se u fazi projektovanja, implementacije i održavanja sistema, očekuje da zaposleni deo aktivnosti sprovode na terenu, neophodno je da prođu osnovnu obuku koja će im omogućiti siguran i bezbedan rad. Prvenstveno, očekuje se da će zaposleni obilaziti lokacije na kojim će se postavljati ili su već postavljeni merni senzori, a koje mogu biti na velikoj visini (npr. krovovi objekata, antenski stubovi i sl.). Pored toga, na lokacijama koje su od interesa za ovakav sistem, može se očekivati postojanje radio-predajnika velike snage emitovanja u neposrednoj blizini. Iz tih razloga, obuka za rad na terenu treba da obuhvati:

- stručno osposobljavanje za bezbedan rad na visini, i
- stručno osposobljavanje u pogledu zaštite od nejonizujućih zračenja.

Navedene obuke ovog tipa treba da sprovode specijalizovane institucije sa iskustvom iz oblasti rada na visini i zaštite od nejonizujućih zračenja.

10.4 STRUČNO USAVRŠAVANJE

Sa obzirom na veoma dinamičan razvoj telekomunikacionih sistema i rast njihovog korišćenja, kao i neophodnost da zaposleni na sistemu kontinuirano prate dešavanja u oblasti zaštite od elektromagnetnog zračenja, neophodno je sprovoditi neprekidno stručno usavršavanje, koje će zaposlenima omogućiti uvid u savremena dešavanja u oblasti elektromagnetnog zračenja. Iz tog razloga, predlaže se da zaposleni za rad na sistemu učestvuju na relevantnim naučno-stručnim konferencijama ili specijalističkim *workshop*-ovima iz oblasti radio-frekvencijskog elektromagnetnog zračenja i to: jednom godišnje na domaćem skupu i jednom godišnje na međunarodnom skupu. Pored toga, predlaže se kontinuirana saradnja i razmena znanja sa imaoocima sličnih sistema za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja, putem elektronske komunikacije.

11. NEOPHODNI LJUDSKI RESURSI I ANALIZA POTREBE IZRADE AKTA O PROCENI RIZIKA NA RADNOM MESTU

11.1 NEOPHODNI LJUDSKI RESURSI

Za nesmetan rad sistema koji je predmet ovog projekta, potrebno je obezbediti kvalitetno i profesionalno osoblje koje može da obavi sve neophodne poslove i izvrši sve radne zadatke. Pored osoblja koje je zaposleno u RATEL-u, jedan deo poslova i radnih zadataka neophodnih za izgradnju i rad sistema, treba da obave angažovani podizvođači. U okviru ovog poglavlja, dat je predlog neophodnih ljudskih resursa, koje mora da poseduje agencija RATEL, za potrebe izgradnje i nesmetanog rada sistema.

Za obavljanje tehničkog dela poslova i radnih zadataka, vezanih za izgradnju i rad sistema senzora za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja, predlaže se angažovanje 2 stalno zaposlena diplomirana inženjera sa punim radnim vremenom. Angažovanje dva navedena člana tehničkog osoblja bilo bi vezano isključivo za rad na sistemu koji je predmet ovog projekta i odnosilo bi se na sledeće aktivnosti:

- operativni rad na mreži EMF senzora,
- rad na terenu,
- nadzor postupka instalacije svih tipova fiksnih senzora koji se planiraju u mreži,
- puštanje fiksnih senzora u operativni rad i njihovo konfigurisanje,
- instaliranje i puštanje u operativni rad nomadskih, mobilnih i personalnih senzora,
- održavanje svih tipova senzora u sistemu,
- sprovođenje mernih kampanja korišćenjem mobilnih i personalnih senzora (i obrada rezultata)
- operativni rad sa centralnim softverom (modul koji je parser tekstualnih ili binarnih podataka koji se dostavljaju sa senzora, modul koji prihvata podatke od parser modula i snima ih u bazu, modul koji je posrednik između prezentacije i baze, modul koji je klijentska *responsive* veb aplikacija, modul za kompletnu administraciju serverske aplikacije),
- dodavanje fiksnog senzora u softverski modul koji upravlja telekomunikaciono/akvizicionim sistemom,
- rad sa bazom podataka u koju se smeštaju rezultati merenja,

- dodavanje novog fisknog senzora u sistem za prikazivanje podataka,
- prezentovanje rezultata mernih kampanja u okviru integrisanog softvera za prikaz rezultata merenja (veb portal),
- uključivanje u centralnu bazu rezultata merenja dostavljenih od strane akreditovanih laboratorija, i
- rad sa *cloud* okruženjem na kojem je softver implementiran.

Na ovom mestu treba istaći da je predlog obuka, koji je naveden u glavi 10, prvenstveno namenjen osoblju koje se bavi tehničkim poslovima vezanim za implementaciju, razvoj i rad sistema. Za tehničko osoblje neophodno je obezbediti resurse za rad (računari i oprema), kao i radni prostor. Predlaže se da se obezbedi radni prostor od 15 m² za dva člana tehničkog osoblja, kao i za smeštaj njihove radne opreme.

Takođe, pored tehničkog osoblja, za sprovođenje drugih netehničkih poslova i radnih zadataka, neophodno je obezbediti ljudske resurse iz postojećeg sastava RATEL-a (prvenstveno iz pravne i finansijske oblasti). Sa obzirom na obim ovih poslova, nije neophodno da netehničko osoblje bude u potpunosti posvećeno poslovima vezanim za izgradnju i rad mreže senzora za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja, nego može da obavlja i druge poslove u okviru RATEL-a. Iz tog razloga, predlaže se da se postojećem osoblju dodele netehnički poslovi i radni zadaci vezani za potrebe sistema koji je predmet ovog projekta. Predlaže se angažovanje diplomiranog pravnika za pravna pitanja (5% ukupnog radnog vremena), diplomiranog ekonomiste za poslove nabavke i vođenja finansija (10% ukupnog radnog vremena) i marketing menadžera za poslove vezane za marketing projekta i marketing pojedinačnih mernih kampanja (15% ukupnog radnog vremena).

Pored toga, s obzirom na potencijalne modalitete za finansiranje projekta mreže senzora za monitoring nivoa elektromagnetnog zračenja iz finansijskih izvora evropskih i međunarodnih institucija (razmotreno u glavi 13), predlaže se angažovanje stručnjaka za ove aktivnosti na period od dve godine sa stepenom angažovanja 50%.

11.2 ANALIZA POTREBE IZRADE AKTA O PROCENI RIZIKA NA RADNOM MESTU

U fazi projektovanja i akvizicije lokacija, kao i implementacije i održavanja mreže EMF senzora, deo aktivnosti zaposlenih mora da se sprovede na terenu. Ovo se prvenstveno odnosi na dva navedena člana tehničkog osoblja. Sa jedne strane, očekuje se da će zaposleni obilaziti lokacije na kojim će se postavljati ili su već postavljeni merni senzori, a koje mogu biti na velikoj visini (npr. krovovi objekata, antenski stubovi i sl.). Sa druge strane, na lokacijama koje su od interesa za sistem za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja, može se očekivati postojanje radio-predajnika u neposrednoj blizini. To dovodi do potrebe za sprovođenjem radnih zadataka na visini, kao i u okruženjima sa eventualnim povišenim nivoima nejonizujućih zračenja.

Iz tih razloga, izrada akta o proceni rizika na radnom mestu za osoblje koje će biti angažovano na poslovima u vezi sa mrežom senzora za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja je neophodna.

12. PROCENA FINANSIJSKIH TROŠKOVA

12.1 PREDMER I PREDRAČUN

Planirano je da se buduća mreža senzora za praćenje nivoa elektromagnetnog polja realizuje u 4 faze, pri čemu je predviđeno trajanje svake od faza 12 meseci (ukupno 4 godine).

Prva faza realizacije mreže EMF senzora bi trebalo da obuhvati:

- nabavku i instalaciju 20 širokopoljnih stacionarnih senzora,
- nabavku i instalaciju 2 *band*-selektivna stacionarna senzora,
- nabavku i izradu softvera za prikupljanje i prikaz mernih rezultata,
- obuku osoblja iz domena nejonizujućih zračenja,
- obuku za instaliranje i puštanje senzora u operativni rad,
- obuku osoblja za rad na terenu,
- obuku za operativni rad sa softverom za prikupljanje i prikaz mernih rezultata,
- izradu akta o proceni rizika na radnom mestu,
- nabavku potrebnih računara (1 računar serverskog tipa za potrebe *storage-a*, 1 *desktop* računar sa *blue-ray* pisačem za administratorske potrebe, 2 *laptop* računara za potrebe osoblja koje će raditi na sistemu i 1 *laptop* računar za rad sa opremom i rad na terenu), i
- nabavku vozila.

U okviru ove faze realizacije neophodno je da se steknu osnovna znanja iz domena nejonizujućih zračenja, kao i da se testiraju i steknu iskustva u radu širokopoljnih i *band*-selektivnih stacionarnih senzora.

U okviru druge faze realizacije mreže EMF senzora planirano je:

- proširenje mreže širokopoljnih stacionarnih senzora (nabavka i instalacija novih senzora - 16 (+2 za rezervu)),
- proširenje mreže *band*-selektivnih stacionarnih senzora (nabavka i instalacija novih senzora - 2 (+1 za rezervu)),

- nabavka i implementacija nomadskih senzora - 2 (+1 za rezervu),
- nabavka i implementacija mobilnih senzora - 1 (+1 za rezervu),
- nabavka i implementacija personalnih senzora - 5 (+1 za rezervu), i
- nabavka 1 *hand-held* (ručnog) merača polja analizatorskog tipa sa dekomerima.

Treća faza realizacije mreže EMF senzora podrazumeva:

- proširenje mreže širokopoljnih stacionarnih senzora (nabavka i instalacija 26 novih senzora), i
- proširenje mreže *band*-selektivnih stacionarnih senzora (nabavka i instalacija 4 nova senzora).

U četvrtoj fazi realizacije mreže EMF senzora planirano je:

- proširenje mreže širokopoljnih stacionarnih senzora (nabavka i instalacija 30 novih senzora).

U nastavku će biti dat pregled obima odgovarajućih troškova izgradnje mreže EMF senzora za sve četiri navedene faze realizacije, uključujući i pregled troškova koji prate životni vek mreže EMF senzora.

Tabela 12.1 - Pregled obima kapitalnih ulaganja (CAPEX - *Capital Expenditure*) po fazama I-IV izgradnje buduće mreže senzora za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja

R.BR	SREDSTVO	OBIM ULAGANJA FAZA I	OBIM ULAGANJA FAZA II	OBIM ULAGANJA FAZA III	OBIM ULAGANJA FAZA IV	UKUPNO	JEDINIČNA CENA [EVRO]
1.	Širokopolasni stacionarni senzor (tip 1)	20	16(+2)	26	30	92 (+2)	7200
2.	<i>Band</i> -selektivni stacionarni senzor (tip 2)	2	2 (+1)	4	0	8 (+1)	23500
3.	Nomadski senzor (tip 3)	0	2 (+1)	0	0	2 (+1)	23500
4.	Mobilni senzor sa pripadajućom opremom, PC <i>laptopom</i> , GPS, 2G/3G/4G modemom (tip 4)	0	1 (+1)	0	0	1 (+1)	24000
5.	Personalni senzor sa pripadajućim softverom (tip 5)	0	5 (+1)	0	0	5 (+1)	5300
6.	<i>Hand-held</i> ručni merač polja analizatorskog tipa sa dekoderima (selektivni merač po predajniku) (tip 6)		1			1	80000
7.	Izrada softvera (modul koji je parser tekstualnih ili binarnih podataka koji se dostavljaju sa senzora, modul koji prihvata podatke od parser modula i snima ih u bazu, modul koji je posrednik između prezentacije i baze, modul koji je klijentska <i>responsive</i> veb aplikacija, modul koji je admin panel za kompletnu administraciju serverske aplikacije)	1				1	60000
8.	Instalacija širokopolasnih i <i>band</i> -selektivnih stacionarnih senzora (akvizicija lokacija, izrada tehničke dokumentacije, usluga vađenja dozvola, dozvole i saglasnosi, tehnička kontrola dokumentacije, izgradnja i opremanje lokacije, stručni nadzor izgradnje, tehnički pregled izgrađene lokacije)	22	18	30	30	100	3700

R.BR	SREDSTVO	OBIM ULAGANJA FAZA I	OBIM ULAGANJA FAZA II	OBIM ULAGANJA FAZA III	OBIM ULAGANJA FAZA IV	UKUPNO	JEDINIČNA CENA [EVRO]
9.	Inicijalna instalacija nomadskih senzora (akvizicija lokacija, izrada tehničke dokumentacije, usluga vađenja dozvola, dozvole i saglasnosi, tehnička kontrola dokumentacije, izgradnja i opremanje lokacije, stručni nadzor izgradnje, tehnički pregled izgrađene lokacije)		2			2	3700
10.	Obuka osoblja iz domena nejonizujućih zračenja (osnovni kursevi o elektromagnetnom zračenju)	6				6	1500
11.	Obuka za instaliranje i puštanje senzora u operativni rad	6				6	800
12.	Obuka za operativni rad sa softverskom platformom (rad sa softverskim modulima, bazom podataka, proširenja sistema...)	6				6	0 (uključeno u cenu izrade softvera)
13.	Obuka osoblja za rad na terenu (rad na visini i zaštita od nejonizujućih zračenja)	4				4	500
14.	PC računar serverskog tipa smešten u RATEL-u za potrebe <i>storage</i>	1				1	2000
15.	PC <i>desktop</i> računar sa <i>blue-ray</i> pisačem smešten u RATEL-u za <i>admin</i> potrebe	1				1	1000
16.	PC <i>laptop</i> za personal (zavisno od broja zaposlenih + jedan za rad sa opremom i rad na terenu)	3				3	1000
17.	Manje vozilo za transport (tipa <i>caddy</i>)	1				1	22000
18.	Izrada akta o proceni rizika na radnom mestu za zaposlene	1				1	2000

Tabela 12.2 - Pregled kategorija operativnih troškova (OPEX - *Operating Expenses*) održavanja i iznosi troškova određene kategorije za zadataj jedinicu mere buduće mreže senzora za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja

R.BR	TROŠAK	KOLIČINA	IZNOS TROŠKA PO JEDINICI MERE [EVRO]	JEDINICA MERE
1.	Plate zaposlenih (bruto mesečna cena po zaposlenom)	2	1500	Bruto iznos/po zaposlenom za 1 radni mesec
2.	Troškovi hostinga <i>web</i> sajta	1	1200	Trošak/po 1 kalendarskoj godini
3.	Troškovi održavanja vozila (15% cene goriva za planiranu kilometražu na godišnjem nivou - uključuje registraciju, održavanje i zamenu delova, kao i troškove goriva)	15000km godišnje	0.18 (evrodizel 1.2)	Procenjeni trošak/1km
4.	Trošak reinstalacije nomadskih senzora (deinstalacija sa postojeće lokacije, akvizicija lokacija, izrada tehničke dokumentacije, usluga vađenja dozvola, dozvole i saglasnosi, tehnička kontrola dokumentacije, skidanje opreme sa postojeće lokacije, izgradnja i opremanje lokacije, stručni nadzor izgradnje, tehnički pregled izgrađene lokacije)	8 puta godišnje (4 puta godišnje u razmaku od 3 meseca vrše se reinstalacije nomadskih senzora)	4000	Procenjeni trošak reinstalacije jednog nomadskog senzora
5.	Troškovi održavanja senzora i popravki izvan domena obuhvaćenog garancijom (3% cene senzora: stacionarni širokopolasni, stacionarni <i>band</i> -selektivni, nomadski, mobilni i presonalni)	92+8+2+1+5	216+705+705+720+159	Procenjeni trošak /po 1 senzoru /po 1 kalendarskoj godini
6.	Troškovi održavanja softvera	1	2500	Cena/po 1 kalendarskoj godini
7.	Učestvovanje zaposlenih na konferencijama i seminarima (u zemlji 500, a u inostranstvu 2500)	4+4 godišnje	2500 + 500	Cena po zaposlenom /po 1 konferenciji

R.BR	TROŠAK	KOLIČINA	IZNOS TROŠKA PO JEDINICI MERE [EVRO]	JEDINICA MERE
8.	Troškovi osiguranja senzora i <i>hand-held</i> merača polja od požara, krađe, izliva i poplava i pritiska snega za period do 12 meseci (1.5% ukupne nabavne cene sentora: stacionarni širokopojasni, stacionarni <i>band</i> -selektivni, nomadski, mobilni, presonalni senzor i ručni merač polja)	94+9+3+2+6+1	108+352.5+352.5+360+77.5+1200	Procenjeni trošak/po 1 uređaju /po 1 kalendarskoj godini
9.	Marketing - troškovi sprovođenja merne kampanje - mobilni senzor (troškovi za kola, ljudi za kampanju i sređivanje rezultata su obuhvaćeni drugim stavkama, pa se ova cena odnosi isključivo na marketing)	4 kampanje (grada) godišnje	2000	Procenjeni trošak /po 1 kampanji
10.	Marketing - troškovi sprovođenja merne kampanje - personalni senzor (kao i prethodno, ova cena se odnosi isključivo na marketing)	4 kampanje (grada) godišnje	1000	Procenjeni trošak /po 1 kampanji
11.	Troškovi marketinga (uključujući i kontakte sa zainteresovanim)	1	10000 (za god 1-3) 5000 (za god 4-10)	Procenjeni trošak /po 1 kalendarskoj godini
12.	Troškovi zakupa lokacije (uključujući troškove napajanja električnom energijom)	102	1200	Procenjeni trošak /po 1 senzoru /po 1 kalendarskoj godini
13.	Telekomunikacioni troškovi (aktivacije SIM kartice)	102	32.5 (do 49 uređaja) 20(50+ uređaja)	Procenjeni trošak /po 1 senzoru
14.	Telekomunikacioni troškovi (mesečna naknada za SIM kartice)	102	1.6 (do 49 uređaja) 1.3 (50+ uređaja)	Procenjeni mesečni trošak /po 1 senzoru za 1 kalendarski mesec
15.	Kalibracija (etaloniranje) senzora (jednom u 5 godina)	114	1600	Procenjeni trošak/po 1 senzoru na 5 godina

Tabela 12.3 - Pregled kapitalnih ulaganja (CAPEX - *Capital Expenditure*) izgradnje buduće mreže EMF senzora prikazanih po fazama implementacije i po odgovarajućim sredstvima

Redni broj	O P I S	Godina br. 1 (Faza I)	Godina br. 2 (Faza II)	Godina br. 3 (Faza III)	Godina br. 4 (Faza IV)	Ukupno za godine br. 1-4 (Faze I-IV)
	TIP OPREME (I)	UKUPNA ULAGANJA U SPECIJALIZOVANU TELEKOMUNIKACIONU OPREMU (STALNA SREDSTVA I)				
1.	Širokopolasni stacionarni senzor (tip 1)	144.000,00	115.200,00	187.200,00	216.000,00	662.400,00
2.	Band selektivni stacionarni senzor (tip 2)	47.000,00	47.000,00	94.000,00	0,00	188.000,00
3.	Nomadski senzori (tip 3)	0,00	47.000,00	0,00	0,00	47.000,00
4.	Mobilni senzori (tip 4, sa pratećom opremom)	0,00	24.000,00	0,00	0,00	24.000,00
5.	Personalni senzor (tip 5, sa pripadajućim SW)	0,00	26.500,00	0,00	0,00	26.500,00
6.	Rezervni senzori (zalihe)	0,00	90.700,00	0,00	0,00	90.700,00
7.	Ručni merač polja analizatorskog tipa sa dekoderima (selektivni merač po predajniku) (tip 6)	0,00	80.000,00	0,00	0,00	80.000,00
8.	Instalacija širokopolasnih i band-selektivnih stacionarnih senzora (akvizicija lokacija, izrada tehničke dokumentacije, usluga vađenja dozvola, dozvole i saglasnosi, tehnička kontrola dokumentacije, skidanje opreme sa postojeće lokacije, izgradnja i opremanje lokacije, stručni nadzor izgradnje, tehnički pregled izgrađene lokacije)	81.400,00	66.600,00	111.000,00	111.000,00	370.000,00
SS (I)	UKUPNA ULAGANJA U TRAJNA SREDSTVA (I)	272.400,00	497.000,00	392.200,00	327.000,00	1.488.600,00

Redni broj	O P I S	Godina br. 1 (Faza I)	Godina br. 2 (Faza II)	Godina br. 3 (Faza III)	Godina br. 4 (Faza IV)	Ukupno za godine br. 1-4 (Faze I-IV)
	TIP OPREME (II)	UKUPNA ULAGANJA U RAČUNARSKU OPREMU I AUTOMOBILE (STALNA SREDSTVA II)				
9.	PC računar serverskog tipa smešten u RATEL-u za potrebe <i>storage</i>	2000,00	0,00	0,00	0,00	2.000,00
10.	PC <i>desktop</i> računar za admin potrebe (sa blue-ray pisačem)	1.000,00	0,00	0,00	0,00	1.000,00
11.	PC <i>laptop</i> računari za personal i rad na terenu	3.000,00	0,00	0,00	0,00	3.000,00
12.	Manje vozilo za transport (tipa <i>caddy</i>)	22.000,00	0,00	0,00	0,00	22.000,00
SS (II)	UKUPNA ULAGANJA U STALNA SREDSTVA (II)	28.000,00	0,00	0,00	0,00	28.000,00
SS (I+II)	UKUPNA ULAGANJA U STALNA SREDSTVA (I+II)	300.400,00	497.000,00	392.200,00	327.000,00	1.516.600,00
	TIP OPREME SW (III)	UKUPNA ULAGANJA U NAMENSKI RAZVIJEN SW PAKET POSEBNE NAMENE (STALNA SREDSTVA III)				
13.	Izrada specijalizovanog SW paketa mreže senzora a. modul koji je parser tekstualnih ili binarnih podataka koji se dostavljaju sa senzora b. modul koji prihvata podatke od parser modula i snima ih u bazu, c. modul koji je posrednik između prezentacije i baze d. modul koji je klijentska <i>responsive</i> veb aplikacija e. modul koji je admin panel za za kompletnu administraciju serverske aplikacije	60.000,00	0,00	0,00	0,00	60.000,00
SS III	UKUPNA ULAGANJA U STALNA SREDSTVA (III)	60.000,00	0,00	0,00	0,00	60.000,00

Redni broj	O P I S	Godina br. 1 (Faza I)	Godina br. 2 (Faza II)	Godina br. 3 (Faza III)	Godina br. 4 (Faza IV)	Ukupno za godine br. 1-4 (Faze I-IV)
	TIP ULAGANJA (IV)	UKUPNA ULAGANJA U LJUDSKE RESURSE (IV)				
14.	Izrada akta o proceni rizika na radnom mestu za zaposlene	2.000,00	0,00	0,00	0,00	2.000,00
15.	Obuka 6 članova osoblja iz domena nejonizujućih zračenja (osnovni kursevi o elektromagnetnom zračenju)	9.000,00	0,00	0,00	0,00	9.000,00
16.	Obuka 6 članova osoblja za instaliranje i puštanje senzora u operativni rad	4.800,00	0,00	0,00	0,00	4.800,00
17.	Obuka 6 članova za operativni rad sa softverskom platformom (rad sa softverskim modulima, bazom podataka, proširenja sistema, ...) - uključeno u cenu izrade softvera)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18.	Obuka 4 člana osoblja za rad na terenu (rad na visini i zaštita od nejonizujućih zračenja)	2.000,00	0,00	0,00	0,00	2.000,00
LJR (IV)	UKUPNA ULAGANJA U LJUDSKE RESURSE (IV)	17.800,00	0,00	0,00	0,00	17.800,00
I+II+III+IV	UKUPNA KAPITALNA ULAGANJA	378.200,00	497.000,00	392.200,00	327.000,00	1.594.400,00

* Novčani iznosi prikazani u tabeli 12.3 odražavaju kapitalna ulaganja izražena u novčanoj valuti EVRO

Tabela 12.4 - Pregled svih operativnih troškova (OPEX - *Operating Expenses*) održavanja buduće mreže senzora za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja projektovanih na budući desetogodišnji period

Redni broj	O P I S	God br. 1	God br. 2	God br. 3	God br. 4	God br. 5	God br. 6	God br. 7	God br. 8	God br. 9	God br. 10
	TIP TROŠKOVA (I)	DIREKTNI OPERATIVNI VARIJABILNI PROIZVODNI TROŠKOVI (KOJI SE ODNOSE NA EMF SENZORE)									
1.	Troškovi zakupa lokacije za instalirane senzore (tipovi 1-3; uključujući troškove napajanja električnom energijom)	26.400,00	50.400,00	86.400,00	122.400,00	122.400,00	122.400,00	122.400,00	122.400,00	122.400,00	122.400,00
2.	Troškovi održavanja senzora i popravki izvan domena obuhvaćenog garancijom (tipovi 1-5; 3% od vrednosti opreme)	5.730,00	13.521,00	21.957,00	28.437,00	28.437,00	28.437,00	28.437,00	28.437,00	28.437,00	28.437,00
3.	Inicijalna instalacija nomadskih senzora	0,00	7.400,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7.400,00
4.	Reinstalacija nomadskih senzora (promena lokacije na 3 meseca)	0,00	24.000,00	32.000,00	32.000,00	32.000,00	32.000,00	32.000,00	32.000,00	32.000,00	32.000,00
DOPVT I	UKUPNI DIREKTNI VARIJABILNI OPERATIVNI TROŠKOVI (I)	32.130,00	95.321,00	140.357,0	182.837,0	182.837,0	182.837,0	182.837,0	182.837,0	182.837,0	182.837,0
	TIP TROŠKOVA (II)	DIREKTNI NEMATERIJALNI VARIJABILNI TROŠKOVI (KOJI SE ODNOSE NA EMF SENZORE)									
5.	Telekomunikacioni troškovi (aktivacija SIM kartice za senzore tipa 1-3)	715,00	650,00	600,00	600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.	Telekomunikacioni troškovi (mesečna naknada za SIM kartice)	35,20	67,20	106,20	145,20	145,20	145,20	145,20	145,20	145,20	145,20

Redni broj	O P I S	God br. 1	God br. 2	God br. 3	God br. 4	God br. 5	God br. 6	God br. 7	God br. 8	God br. 9	God br. 10
7.	Troškovi kalibracije (etaloniranja) senzora (jednom u 5 godina, senzori su inicijalno kalibrisani pri nabavci)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35.200,00	52.800,00	48.000,00	48.000,00	0,00
8.	Troškovi osiguranja opreme od požara, krađe, izliva i poplava i pritiska snega za period do 12 meseci (tipovi 1-6; 1.5% od vrednosti opreme)	4.086,00	11.949,00	17.832,00	22.737,00	22.737,00	22.737,00	22.737,00	22.737,00	22.737,00	22.737,00
DNMVT II	UKUPNI DIREKTNI VARIJABILNI OPERATIVNI TROŠKOVI (II)	4.836,20	12.666,20	18.538,20	23.482,20	22.882,20	58.082,20	75.682,20	70.882,20	70.882,20	22.882,20
	TIP TROŠKOVA (III)	INDIREKTNI OPERATIVNI FIKSNI TROŠKOVI									
9.	Troškovi hostinga web sajta	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00
10.	Troškovi održavanja softvera	0,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00
11.	Troškovi održavanja vozila (uključuje registraciju, održavanje i zamenu delova, kao i troškove goriva)	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00
12.	Ostali operativni troškovi (kancelarijski materijal, troškovi štampanja, inkrement u troškovima struje i telefona, itd.)	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00
IOFT III	UKUPNI INDIREKTNI OPERATIVNI FIKSNI TROŠKOVI (III)	3.900,00	6.400,00	6.400,00	6.400,00	6.400,00	6.400,00	6.400,00	6.400,00	6.400,00	6.400,00

Redni broj	OPIS	God br. 1	God br. 2	God br. 3	God br. 4	God br. 5	God br. 6	God br. 7	God br. 8	God br. 9	God br. 10
	TIP TROŠKOVA (IV)	INDIREKTNI FIKSNI TROŠKOVI MARKETINGA I PERSONALA									
13.	Bruto novčani iznos plata personala (projektovano na 2 zaposlena, namenski angažovana za potrebe mreže EMF senzora)	36.000,00	36.000,00	36.000,00	36.000,00	36.000,00	36.000,00	36.000,00	36.000,00	36.000,00	36.000,00
14.	Učestvovanje zaposlenih na domaćim i međunarodnim stručnim konferencijama i seminarima	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00
15.	Troškovi marketinga (troškovi marketing strategije nastupa u javnosti i pratećih aktivnosti i marketing sredstava, uključujući i kontakte sa zainteresovanima)	10.000,00	10.000,00	10.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00
16.	Marketing troškovi sprovođenja merne kampanje - mobilni senzor	0,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00
17.	Marketing troškovi sprovođenja merne kampanje - personalni senzor	0,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00
IOFTMP IV	UKUPNI INDIREKTNI FIKSNI TROŠKOVI MARKETINGA I PERSONALA(IV)	58.000,00	70.000,00	70.000,00	65.000,00	65.000,00	65.000,00	65.000,00	65.000,00	65.000,00	65.000,00
UKUPNI OPERATIVNI TROŠKOVI PRE AMORTIZACIJE											
I+II+III+IV	UKUPNO:	98.866,20	183.979,20	234.887,20	277.311,20	276.711,20	311.911,20	329.511,20	324.711,20	324.711,2	276.711,20

Redni broj	O P I S	God br. 1	God br. 2	God br. 3	God br. 4	God br. 5	God br. 6	God br. 7	God br. 8	God br. 9	God br. 10
	TIP TROŠKOVA (V)	TROŠKOVI AMORTIZACIJE STALNIH SREDSTAVA									
18.	Troškovi amortizacije senzora i hand-held merača polja (10%)	19.100,00	62.140,00	90.260,00	111.860,00	111.860,00	111.860,00	111.860,00	111.860,00	111.860,00	111.860,00
19.	Troškovi amortizacije računarske opreme (30%)	1.800,00	1.800,00	1.800,00	600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20.	Troškovi amortizacije automobila (10%)	2.200,00	2.200,00	2.200,00	2.200,00	2.200,00	2.200,00	2.200,00	2.200,00	2.200,00	2.200,00
21.	Troškovi amortizacije specijalizovanog SW (30%)	18.000,00	18.000,00	18.000,00	6.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TA V	UKUPNI TROŠKOVI AMORTIZACIJE (V)	41.100,00	84.140,00	112.260,00	120.660,00	114.060,00	114.060,00	114.060,00	114.060,00	114.060,00	114.060,00
UKUPNI OPERATIVNI TROŠKOVI NAKON AMORTIZACIJE											
I+II+III+IV+V	UKUPNO:	139.966,20	268.119,20	347.147,20	397.971,2	390.771,20	425.971,20	443.571,20	438.771,20	438.771,2	390.771,20

* Novčani iznosi prikazani u tabeli 12.4 odražavaju operativne troškove izražene u novčanoj valuti EVRO

12.2 PROCENA VREDNOSTI PROJEKTA IZGRADNJE MREŽE SENZORA ZA PRAĆENJE ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA

Izgradnje mreža senzora za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja predstavlja neprofitni investicioni projekat u mrežu koja ima za cilj da obezbedi transparentno informisanje javnosti o postojećim nivoima nejonizujućeg zračenja na određenom broju lokacija Republike Srbije. Dodatno, projekat obuhvata značajna ulaganja u edukaciju zaposlenih iz relevantnih stručnih domena, kao i mnogobrojne aktivnosti i kampanje kroz koje će agencija RATEL omogućiti edukaciju javnosti i odgovoriti na njihove zahteve utvrđivanja nivoa zračenja na odabranim lokacijama uz javno objavljivanje detektovanih. Posebna pažnja prilikom realizacije investicije predstavljenog projekta biće posvećena izradi specijalizovanog softverskog okruženja koje je pogodno za javnost i pri tome kreirano kao interaktivno, jasno i savremeno.

Razmatrani Projekat izgradnje mreže EMF senzora pripada grupi projekata čiji je strateški cilj zaštita životne sredine i zdravlja ljudi, što je ujedno jedan od glavnih prioriteta investicionih ulaganja Evropske zajednice i mnogobrojnih institucija i zemalja. Program projekta podrazumeva promovisanje agencije RATEL i njenog angažmana u ovom strateškom domenu, kao i ulaganja u saradnju sa međunarodnim institucijama i praćenje najsavremenijih standarda iz ove oblasti.

Efikasno vođenje Projekta i uspešne merne aktivnosti i kampanje, doprineće ugledu RATEL Agencije u javnosti kao institucije koja svoje profesionalne aktivnosti obavlja uz brigu o građanima i zaštiti životne sredine, a posebna pažnja u realizaciji biće posvećena praćenju nivoa nejonizujućeg zračenja u zonama obrazovnih i zdravstvenih institucija, sa naglaskom na zaštitu dece. Briga o zaštiti životne sredine i praćenju porasta nejonizujućeg zračenja u budućem periodu u kome se očekuje ubrzani razvoj tehnologija i intenzivan porast infomaciono-komunikacionih uređaja. Agencija RATEL se Projektom izgradnje mreže EMF senzora pravovremeno uključuje u praćenje uticaja ubrzanog tehnološkog razvoja i porasta broja uređaja na zdravlje ljudi i okolinu.

U skladu sa navedenim, sa računovodstvenog aspekta procene vrednosti razmatranog projekta, treba naglasiti da i ako Projekat po svojoj prirodi ne donosi operativan profit, njegova vrednost sa računovodstvenog aspekta ogleđa se u bilansu stanja kao uvećani nematerijalni dobitak koji se ne može otuđiti, ali koji povećava vrednost Agencije, u računovodstvu poznatiji kao *gudvil (goodwill)*. Povećani ugled agencije RATEL, porast ekspertize zaposlenih u Agenciji, poverenje javnosti, kao i saradnja u oblasti zaštite životne sredine i zdravlja ljudi na međunarodnom nivou, zajedno doprinose porastu značaja agencije RATEL. Ova nematerijalna sredstva, koja se nikako ne mogu otuđiti, od velikog su značaja za budući rad agencije i njen uspeh na nacionalnom i međunarodnom nivou.

13. PREGLED POTENCIJALNIH MODALITETA FINANSIRANJA PROJEKTA IZGRADNJE MREŽE ZA MONITORING ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA IZ FINANSIJSKIH IZVORA EVROPSKIH I MEĐUNARODNIH INSTITUCIJA

U osnovi planirane realizacije mreže za monitoring elektromagnetnog zračenja, pod vođstvom Regulatorne agencije za elektronske komunikacije i poštanske usluge (RATEL), svakako leži cilj da se na tehnički adekvatan i informaciono transparentan način približe neizbežni efekti porasta nejonizujućeg zračenja usled sve većeg broja informacionih uređaja koji nas okružuju i predstavljaju neizostavni deo savremenog društva. Izgradnja mreže senzora za monitoring elektromagnetnog zračenja mogla bi se svrstati po svojoj strukturi i tematici u nacionalne telekomunikacione infrastrukturne projekte sa ciljem zaštite životne sredine i zdravlja ljudi, kao i povećanja svesti civilnog društva i njegove transparentne informisanosti. U skladu sa datom karakterizacijom, potrebno je razmotriti potencijalne izvore finansijske pomoći evropskih i međunarodnih institucija.

13.1 PREGLED TIPOVA MEĐUNARODNE FINANSIJSKE POMOĆI

13.1.1 Međunarodna pomoć Republici Srbiji

Međunarodna zajednica počela je da pruža pomoć Republici Srbiji u većoj meri krajem 2000. godine. U inicijalnoj fazi donatorska pomoć je imala humanitarni karakter, ali je od 2003. godine poprimila karakter razvojne pomoći za podršku strukturnim/pravnim reformama, kao i za izgradnju administrativnih i institucionalnih kapaciteta. Izraz "međunarodna pomoć" može imati oblik humanitarne pomoći, ali je najčešće termin koji se odnosi na razvojnu pomoć. Međunarodna pomoć obuhvata podršku bilateralnih i multilateralnih donatora, uz pomoć međunarodnih finansijskih institucija (MFI). Podrška MFI uglavnom se obezbeđuje u vidu bespovratnih sredstava i koncesionih (tzv. "mekih") zajmova sa određenim povoljnostima.

Za odgovarajući projekat za koji se traži finansijska podrška, svakako je od interesa da se ostvari pomoć u vidu bespovratnih sredstava, ali treba uzeti u obzir da preduslovi koje treba ispuniti poseduju specifičan karakter u zavisnosti od razvojnog programa.

Za projekat koji pretenduje da dobije bespovratnu međunarodnu pomoć bitno je da u samom inicijalnom strateškom dizajnu i kreiranju predloga pokaže dobre izgleda da će moći da zadovolji svih pet kriterijuma ocene potencijala projekta za razvojnu pomoć u koje spadaju:

- (i) relevantnost,
- (ii) delotvornost,
- (iii) efikasnost,
- (iv) uticaj na odgovarajući razmatrani sektor i definisani domen, i
- (v) kao najvažniji kriterijum - održivost.

Posebno je važno naglasiti da trendovi međunarodne pomoći postaju usmereni ka podršci strukturnim reformama i održivom društveno-ekonomskom razvoju. Dodatno, očekuje se da će se ukupan iznos međunarodne pomoći smanjivati, a da će najveći izvori bespovratne pomoći predstavljati projekti koji uključuju prekograničnu saradnju, saradnju zemalja Zapadnog Balkana i sl.

13.1.2 Nacionalni prioriteti u upravljanju korišćenjem međunarodne finansijske pomoći u Republici Srbiji

Za koordinaciju programiranja i praćenja korišćenja međunarodne finansijske pomoći u Republici Srbiji odgovorna je Kancelarija za evropske integracije Republike Srbije (u daljem tekstu KEI) koja je u tu svrhu generisala poseban dokument pod nazivom "Nacionalni prioriteti za međunarodnu pomoć Republici Srbiji za period 2014.-2017. godine, sa projekcijama do 2020. godine", poznatiji kao NAD (*Needs Assessment Document*). NAD ima za cilj da omogući veću usklađenost međunarodne pomoći sa nacionalnim prioritetima, a pristup je zasnovan na zaključcima Pariske deklaracije o delotvornosti međunarodne finansijske pomoći. NAD definiše devet sektora i nekoliko tematskih oblasti ilustrovanih u tabeli 13.1 koje se mogu smatrati prioritetnim u izboru projekata kojima će se dodeliti odgovarajuća finansijska pomoć Evropske unije ili drugih institucija.

Tabela 13.1 - Sektori, tematske oblasti i multidisciplinarna pitanja sadržana u NAD-u

Sektori NAD-a	Tematske oblasti
1. Pravda	1. Civilno društvo
2. Unutrašnji poslovi	2. Mediji
3. Reforma javne uprave	3. Kultura
4. Konkurentnost	Multidisciplinarna pitanja
5. Energetika	
6. Životna sredina i klimatske promene	
7. Saobraćaj	
8. Ljudski resursi i društveni razvoj	1. Lokalni regionlni razvoj
9. Poljoprivreda i ruralni razvoj	2. Rodna ravnopravnost

Ilustrovani prioritetni sektori su pripremljeni u saradnji sa nadležnim ministarstvima i drugim institucijama. Može se uočiti da se među njima upravo nalaze Sektor zaštite životne sredine i sama tema civilnog društva koji ukazuju na potencijal razmatranog projekta.

Obzirom na telekomunikacioni i infrastrukturni karakter razmatranog projekta potrebno je još sagledati i detaljniji obuhvat sektora životne sredine i klimatskih promena koji je baziran na pripremama Republike Srbije za pridruživanje EU i pri tome uključuje preduslove iz domena životne sredine (poglavlje 27 Sporazuma o stabilizaciji i pridruživanju Srbije Evropskoj uniji). Podsektori ovog nacionalnog strateškog sektora razmatraju:

- horizontalne zahteve (procena uticaja na životnu sredinu, strateška procena uticaja, učešće javnosti, itd.)
- kvalitet vazduha,
- upravljanje otpadom,
- kvalitet voda,
- zaštita prirode,
- sprečavanje i kontrola industrijskog zagađenja,
- hemikalije,
- buka,
- klimatske promene.

13.1.3 Usklađenost Projekta izgradnje mreže EMF senzora sa nacionalnim prioritetima

Od posebnog značaja za razmatrani projekat može biti prvi podsektor, odnosno ispunjenje horizontalnih zahteva, pri čemu se u njegovom domenu posebno naglašava razvoj administrativne infrastrukture za prikupljanje i publikovanje relevantnih podataka. Oblast horizontalnog zakonodavstva Evropske Unije je u velikoj meri prenet na zakone Republike Srbije, a posebno treba naglasiti da su Direktive o proceni uticaja na životnu sredinu i strateškoj proceni uticaja na životnu sredinu u potpunosti prenete u domaće zakonodavstvo i sprovode se. Pri tome, od 2008. godine sprovodi se Direktiva o učešću javnosti i o slobodi pristupa informacijama što je u direktnoj vezi sa krajnjim ciljevima razmatranog projekta, a u domenu informisanosti javnosti o uticaju elektromagnetnog zračenja.

Konačno, treba još jednom istaći da se u osnovi projekta koji je predmet ove studije nalazi odgovarajuće tehničko rešenje sastavljeno od telekomunikacione senzorske mreže, a po ugledu na slične tehničke projekte ostvarene u drugim evropskim zemljama (videti poglavlje 6) razmatrani projekat može predstavljati osnovu za dalju naučnu i tehničku saradnju sa institutima i razvojnim centrima.

U skladu sa tematikom i prirodom projekta, jednoznačno se može utvrditi da projekat poseduje potencijal za dobijanje finansijske pomoći evropskih i/ili međunarodnih institucija.

U nastavku će biti predstavljeni najadekvatniji modaliteti finansijskih pomoći i njima odgovarajući programi, odnosno nadležne institucije. Poseban osvrt biće posvećen koracima koje RATEL treba da preduzme kako bi svoj projekat adekvatno promovisao i započeo eventualne procedure za dobijanje pomoći.

13.2 INSTRUMENT PREPRISTUPNE POMOĆI EVROPSKE UNIJE - IPA FOND (*THE INSTRUMENT FOR PRE-ACCESSION ASSISTANCE*)

13.2.1 Opšte o IPA fondu

IPA FOND (*Instrument for Pre-Accession Assistance*) je instrument za pretpristupnu pomoć koji je namenjen pružanju podrške zemljama kandidatima, kao i potencijalnim kandidatima za članstvo u EU.

Prioriteti ovog programa su pružanje pomoći zemljama korisnika u ispunjavanju političkih, ekonomskih i drugih kriterijuma koji se odnose na usvajanje pravnih tekovina EU, izgradnju administrativnih kapaciteta i jačanje pravosuđa, kao i pomoć zemljama u procesu priprema za korišćenje strukturnih i kohezionih fondova EU nakon pristupanja Evropskoj uniji.

Pomoć treba da pruži podršku zemljama kandidatima, kao i potencijalnim kandidatima, u njihovim naporima jačanja demokratskih institucija i vladavine prava, reformi državne uprave, reformi privrede, poštovanju ljudskih i manjinskih prava, promociji jednakosti između polova, jačanju civilnog društva, unapređenju regionalne saradnje, dostizanju održivog razvoja.

Sredstva iz IPA se mogu koristiti u osnovi na četiri načina:

- Kao „**tehnička pomoć**“, što obično uključuje angažovanje eksperata, konsultanata, koji onda pružaju usluge našim institucijama.
- Kroz „**twining**“ (*twinning*), što znači uparivanje, kada se jedna domaća institucija, npr. Odeljenje za zaštitu potrošača poveže sa institucijom sličnog tipa iz neke od država članica Evropske unije, i sprovodi projekat zajedno sa njom koji se tiče prenošenja znanja, iskustava, pružanja pomoći na usklađivanju propisa, itd.
- Kao „**investicioni projekti**“, koji uglavnom uključuju nabavku opreme, izvođenje radova, sprovođenje finansijskih aranžmana sa drugim finansijskim institucijama. Da bi se usvojio ovakav jedan projekat, neophodno je pripremiti odgovarajuću projektnu dokumentaciju, npr. studiju izvodljivosti, finansijske i ekonomske analize, procenu uticaja na životnu sredinu, dozvole, itd.
- Kao „**grantovi**“, koji predstavljaju dodelu sredstava za finansiranje posebnih projekata civilnog društva, lokalne samouprave, agencija, itd. Obično funkcionišu tako što se raspiše poziv za prikupljanje projekata, gde ovlašćeni predlagači pripremaju predloge projekata u odgovarajućem formatu.

Najveći i najznačajniji korisnici su vladine institucije, jer one donose i primenjuju najveći deo reformskih zakona i propisa. Samim tim, ovlašćeni predlagači za predlaganje projekata tokom procesa programiranja su ministarstva, posebne organizacije i službe Vlade, Narodna skupština, Narodna banka Srbije. Isto tako, deo sredstava se izdvaja i za lokalnu samoupravu i organizacije civilnog društva, koje su pored Vlade najvažniji akteri i partneri u procesu evropske integracije. Iz tog razloga ovlašćeni predlagači su u obavezi da obezbede koordinaciju i konsultacije u procesu programiranja IPA sa svim zainteresovanim stranama (tzv. princip partnerstva). Što se tiče privatnih preduzeća, iako ne mogu biti predlagači projekata, mogu biti korisnici raznih programa obuke za mala i srednja preduzeća, npr. o tome kako da sprovode donete propise. Ona mogu biti korisnici manjih grantova za ulaganja u oblastima koje su označene kao razvojni cilj u samom predlogu projekta - npr. ulaganja u projekte korišćenja obnovljivih izvora energije, ili tome slično.

Jednom kada zemlja postane članica Evropske nije, ona više neće koristiti IPA sredstva, već sredstva koja se koriste kroz regionalnu politiku EU, a to su strukturni fondovi i kohezioni

fond EU. Ta sredstva su po obimu mnogo veća, ali se njihova „implementacija“ isključivo zasniva na principima decentralizovanog sistema upravljanja. U periodu kada je za sve države koje koriste IPA sredstva (2007. – 2013. godine) izdvojeno 11,5 milijardi evra, kroz strukturne fondove i kohezioni fond za države članice izvojeno je oko 350 milijardi evra.

13.2.2 IPA fond u periodu 2007.-2013. (IPA I)

IPA fond je inicijalno uspostavljen Uredbom Evropskog saveta br. 1085/2006 od 17. jula 2006. godine i danas je poznatiji kao IPA koja je važila za period od 2007. do 2013. godine.

U inicijalnom trenutku nastajanja IPA je objedinila pet pretpristupnih instrumenata koje su zemlje zapadnog Balkana koristile pre 2007. godine: PHARE, SAPARD, ISPA, CARDS, i pretpristupni instrument za Tursku. U periodu od 2000. do 2006. godine Republika Srbija je koristila sredstva CARDS programa u iznosu od oko 1,2 milijardi evra.

Ukupna finansijska vrednost za sve zemlje korisnice IPA u periodu 2007.-2013. godine iznosila je 11.468 milijardi evra, od čega je za Srbiju zaključno sa 2013. godinom iz IPA fonda izdvojeno približno 1.4 milijarde evra.

Inicijalni IPA fond je u periodu od 2007. do 2013. godine obuhvatao pet različitih komponenti:

1. Pomoć tranziciji ka tržišnoj ekonomiji i izgradnja i jačanje institucija: Nosioци ove grupe projekata su najčešće nevladine organizacije i javne institucije. Partnerstva su poželjna. Prosečno trajanje projekta je godinu dana, maksimalno do 18 meseci, a obično se dodeljuju bespovratna sredstva u iznosu do 150000 evra.
2. Prekogranična saradnja sa susednim zemljama: U ovu grupu projekata spadaju projekti iz oblasti poboljšanja kvaliteta u graničnim područjima, kao i jačanje saradnje evropskih regija i smanjenja njihovog neujednačenog razvoja. Prosečno trajanje projekta je godinu dana, a obično se dodeljuju bespovratna sredstva u iznosu do 200000 evra po zemlji partneru.
3. Regionalni razvoj koji obuhvata transport, životnu sredinu i konkurentnost: U ovu grupu spadaju projekti koje mogu koristiti sve institucije. Obim finansiranja je čak i po nekoliko miliona evra, u skladu sa izrazito obimnim infrastrukturnim projektima u domenu saobraćaja i sl. Projekti ne moraju biti partnerski, ali je poželjno.
4. Razvoj ljudskih resursa: U ovu grupu spadaju projekti koje služe jačanju ljudskih resursa i uključivanju ugroženih grupacija u društveni život (kroz njihovo obrazovanje). Najčešći učesnici su obrazovne institucije. Prosečno trajanje projekta je godinu dana, maksimalno do 18 meseci, a obično se dodeljuju bespovratna sredstva u iznosu do 150000 evra.
5. Ruralni razvoj (IPARD).

Zemlje korisnice IPA fonda 2007-2013 bile su podeljene u dve grupe. Prvu grupu predstavljale su Hrvatska, Srbija, Crna Gora, Turska, Makedonija i Island kojima je na raspolaganju svih 5 komponenti IPA fonda. Zemlje potencijalni kandidati za članstvo u EU, Bosna i Hercegovina i Albanija mogle su da koriste samo prve dve IPA komponente.

13.2.3 IPA II fond u periodu 2014.-2020.

Nova IPA II regulativa usvojena je uredbom Evropskog parlamenta i Evropskog saveta br. 231/2014 od 11. marta 2014. godine. Ova uredba dopunjena je Uredbom o zajedničkom sprovođenju br. 236/2014, koja predstavlja skup pojednostavljenih i usaglašenih pravila i procedura za sprovođenje svih akcionih instrumenata EU, kao i Uredbom o sprovođenju IPA II br. 447/2014 koju je Evropska komisija usvojila 2. maja 2014. godine. Na taj način, Evropska komisija je uspostavila jedinstveni instrument za predpristupnu pomoć zemljama u procesu evropskih integracija za budžetski period od 2014. do 2020. godine. Zemlje korisnice IPA II fonda u razmatranom periodu su: Albanija, Bosna i Hercegovina, BJR Makedonija, Island, Kosovo (bez naznake zvaničnog priznavanja samostalnosti), Crna Gora, Srbija i Turska.

Ukupan budžet IPA za period 2014.-2020. iznosi 11,668 milijardi evra, pri čemu je iznos namenjen za Republiku Srbiju 1,67 milijardi evra. Podrška EU za navedeni period usklađena je sa potrebama procesa pristupanja i strategijom proširenja, a baziraće se na podršci nacionalnim reformskim procesima i pomoći drugih donatora i međunarodnih finansijskih institucija. Na osnovu specifičnih potreba proizišlih iz procesa skrininga u kasnijem toku pregovora, podrška će se suštinski zasnivati na strategijama i akcionim planovima usvojenim u okviru pregovaračkog procesa, iako može biti upotrebljena i za nepredviđene prioritetne potrebe relevantne za pregovore. Kroz IPA će biti nastavljeno kofinansiranje učešća Republike Srbije u programima EU.

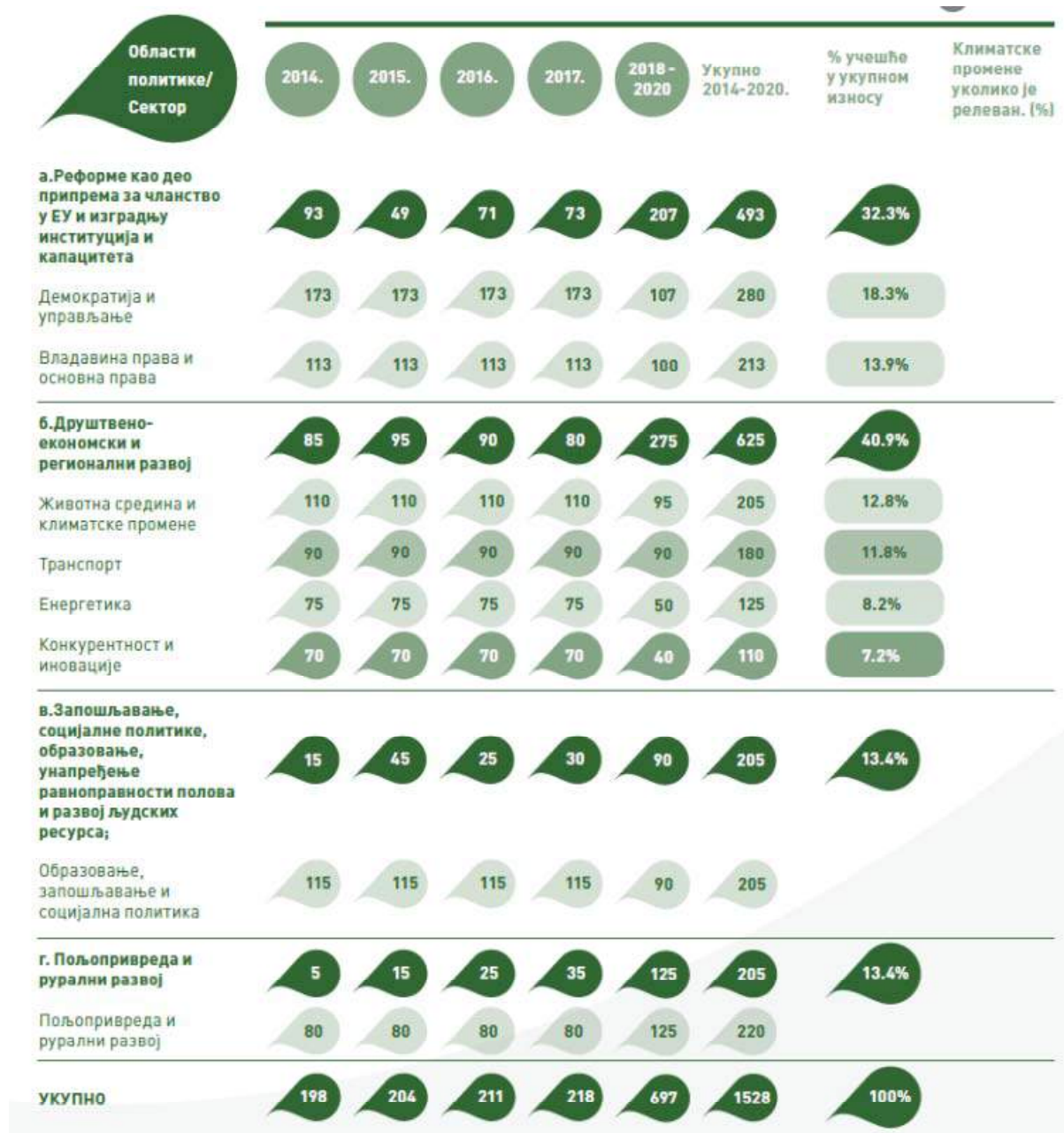
U novom budžetskom periodu promenjena je struktura programa IPA II, koji sada umesto pet komponenti koje su bile karakteristične za IPA I sadrži tzv. Oblasti politike (*Policy areas*). Oblasti politike su po sadržaju veoma slične komponentama IPA I. Konkretno, Oblasti politike u okviru IPA II su:

- Reforme kao deo priprema za članstvo u EU i izgradnju institucija i kapaciteta.
- Društveno-ekonomski i regionalni razvoj.
- Zapošljavanje, socijalna politika, obrazovanje, unapređenje ravnopravnosti polova i razvoj ljudskih resursa.
- Poljoprivreda i ruralni razvoj.
- Regionalna i teritorijalna saradnja.

Najvažnija novina koju donosi IPA II instrument jeste strateški fokus na određene segmente investiranja koji se definišu za svaku od zemalja kao nacionalni prioriteti. Promena je proizašla iz shvatanja Evropske komisije i ostalih aktera u procesu primene IPA fondova da dosadašnja praksa finansiranja pojedinačnih projekata usmerenih na zadovoljenje različitih prioriteta nije dala očekivane rezultate. Zbog toga, u procesu planiranja korišćenja sredstava IPA II fondova primenjivaće će se sektorski pristup. Na taj način se sredstva pretpristupne pomoći usmeravaju na manji broj strateških sektora, koje zajednički identifikuju EU i zemlje korisnice pomoći.

Za razliku od IPA fonda 2007.-2013. godine, IPA II dozvoljava sistematsku upotrebu fondova na nivou budžetske pomoći, a poseban akcenat stavlja na merenje performansi finansiranih projekata i posmatranje održivosti.

Slika 13.1 u potpunosti prikazuje raspodelu fonda od ukupno 1,67 milijarde evra namenjenih Republici Srbiji, po prikazanim oblastima politike i odgovarajućim sektorima. Kao što se sa slike 13.1 može zaključiti, u narednom periodu 2017.-2020. godine sektoru za životnu sredinu, koji je od interesa za razmatrani projekat na raspolaganju će biti 205 miliona evra.



Слика 13.1 - Индикативна расподела IPA II фонда за Републику Србију по областима политике и релевантним секторима

13.2.4 Процес програмирања IPA II помоћи за Пројекат изградње мреже EMF сензора

Као кандидат за чланство у ЕУ, Република Србија је од априла 2014. године добила акредитацију за самостално коришћење IPA фондова ЕУ. У циљу ефикасног и ефективног коришћења IPA фондова, све земље кориснице, укључујући и Србију, именовале су националне координаторе за IPA (NIPAC), који су одговорни за координацију, планирање и праћење помоћи ЕУ у свим IPA компонентама. Послове Техничког секретаријата националног координатора за IPA обавља Канцеларија за европске интеграције (<http://www.seio.gov.rs> и <http://www.seio.gov.rs/kontakt/kontakt.631.html>).

Da bi razmatrani projekat izgradnje mreže EMF senzora bio finansiran iz IPA II sredstava neophodno je da bude adekvatno priključen procesu **Programiranja IPA II**.

Proces Programiranja IPA II predstavlja složen proces identifikacije potreba, odnosno prioriternih ciljeva unutar pojedinačnih sektora, definisanje aktivnosti, procedura, kao i vremenskih rokova u postupku pripreme i selekcije predloga projekata koji treba da doprinesu realizaciji utvrđenih ciljeva. Ovaj postupak se odvija kroz sveobuhvatan konsultativni proces u koji su aktivno uključeni svi ovlašćeni predlagači projekata, Evropska komisija, bilateralni i multilateralni donatori, predstavnici organizacija građanskog društva, kao i jedinice lokalne samouprave. Proces programiranja podrazumeva učešće svih navedenih aktera i pripremu velikog broja dokumenata raspoređenih u tri faze:

1) Faza procesa identifikovanja dugoročnih i srednjoročnih sektorskih ciljeva: Navedena faza je obavljena pre početka IPA II budžetskog perioda (u periodu 2012.–2014. godine) i obuhvata zadatak Srbije kao države korisnice da obezbedi odgovarajući strateški okvir koji će predstavljati osnovu za pripremu Strateškog dokumenta. U slučaju Republike Srbije takav ključni nacionalni dokument je NAD (videti poglavlje 13.1.1). Drugi strateški dokument je „Potrebe Republike Srbije za međunarodnom pomoći u periodu 2014.– 2017. godine, sa projekcijama do 2020. godine”.

2) Faza prioritizacije dugoročnih i srednjoročnih sektorskih ciljeva u vidu formulisanja određenih sektorskih mera: Navedena faza obuhvata izradu sektorskih planskih dokumenata (*Strategic Planning Document* - SPD) za svaki od utvrđenih sektora. Sektorski planski dokumenti se pripremaju za period 2014.–2017. godine, nakon toga za period 2017.–2020. godine, i definišu sektorske prioritete i akcije za njihovo sprovođenje. Pored toga, sektorski planski dokumenti definišu i institucionalni okvir za programiranje i sprovođenje projekata i indikativne alokacije sredstava. Ova faza se sprovodi godinu dana pre početka IPA budžetskog ciklusa i prve godine budžetskog ciklusa (2013.–2014. godina) i zatim se ponavlja na polovini budžetskog perioda (2017.–2018. godina).

3) Faza operacionalizacije srednjoročnih sektorskih mera u vidu pripreme predloga projekata za finansiranje iz godišnje alokacije: Navedena faza obuhvata pripremu predloga projekata (tzv. Akcionih dokumenata - AD) za finansiranje iz godišnje alokacije. Formulacija predloga projekata se vrši na sektorskoj osnovi, pri čemu su ključni partneri ovlašćeni predlagači projekata, odnosno, ministarstva i posebne organizacije osnovane Zakonom o ministarstvima, službe Vlade, Narodna banka Srbije i Narodna skupština. Ministarstva su u obavezi da obezbede koordinaciju i konsultacije sa svim zainteresovanim stranama (organizacijama, institucijama, javnim preduzećima, organizacijama civilnog društva) u okviru njihove nadležnosti, kao i da formalno odobre predloge projekata koje iniciraju zainteresovane strane. Faza formulacije predloga projekata obično počinje početkom kalendarske godine i traje do kraja iste kalendarske godine. Bitno je napomenuti da formulacija nacrta predloga projekata u tekućoj programskoj godini obuhvata projekte čiji se početak realizacije očekuje tokom naredne dve godine.

Vremenski aspekt procesa programiranja može se sagledati na slici 13.2

2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Indikativni strateški dokument za Srbiju								
	Sektorski dokumenti				Sektorski dokumenti			
		Akcioni dok.	Akcioni dok.	Akcioni dok.	Akcioni dok.	Akcioni dok.	Akcioni dok.	Akcioni dok.
	CBC Operativni programi							
	IPARD program ¹³							

Slika 13.2 – Kalendar programiranja IPA II pretpristupne pomoći i plan generisanja odgovarajućih IPA programskih dokumenata

Pored Kancelarije za evropske integracije i odgovarajućih nacionalnih kontakt centara (NIPAC), koji su odgovorni za koordinaciju, planiranje i praćenje pomoći EU u svim IPA komponentama važnu ulogu imaju **Ovlašćeni predlagači projekata**.

Ovlašćeni predlagači projekata su resorna ministarstva i posebne organizacije, službe Vlade, Narodna skupština i Narodna banka Srbije. Uloga ovlašćenih predlagača projekata, prevashodno, preko svojih predstavnika u sektorskim radnim grupama, usmerena je na utvrđivanje prioriteta za finansiranje iz IPA fondova u ciklusu programiranja, formulisanje nacrta predloga projekata u zahtevanom formatu, njihovo unošenje u informacioni sistem za koordinaciju razvojne pomoći u Republici Srbiji (ISDAKON IS10 <http://www.evropa.gov.rs/Evropa/PublicSite/index.aspx>), aktivno učešće na konsultativnim sektorskim sastancima, kao i obezbeđivanje koordinacije i uključivanja svih relevantnih institucija u okviru svojih nadležnosti u procesu programiranja.

Proces uključivanja agencije RATEL za potrebe realizacije projekta izgradnje mreže EMF senzora potencijalno bi podrazumevao niz sledećih aktivnosti:

1. Definisane sektorske grupe IPA II pretpristupne pomoći i tipa projekta kojima bi po svojim karakteristikama razmatrani Projekat izgradnje mreže EMF senzora najviše odgovarao.
2. Kontaktiranje odgovarajućih NIPAC nacionalnih koordinatora, resornih ministarstava i relevantnih sektorskih grupa u cilju daljeg rada na pripremi relevantnih IPA II programskih dokumenata (SPD dokumenta za novi ciklus 2017.-2020. godine i odgovarajućih jednogodišnjih Akcionih dokumenata), tj. definisanje plana aktivnosti u skladu sa odabranim tipom IPA II projekata i procedurama koje su svojstvene apliciranju u odabranom sektorskom domenu.
3. Rad na definisanju nacrta projekta u zahtevanom formatu, njihovo unošenje u ISDAKON IS10 i sprovođenja ostalih aktivnosti programiranja.

13.2.5 Izbor odgovarajuće sektorske IPA II grupe za razmatrani Projekat izgradnje mreže EMF senzora

Regulatorna agencija za elektronske komunikacije i poštanske usluge svakako predstavlja nezavisnu regulatornu agenciju koja je aktivna u procesu pridruživanja Evropskoj Uniji i uključena je u procedure usklađivanja zakona i praksi sa pravilima Evropske Unije. RATEL ima pravo da učestvuje u svim tipovima prethodno opisanih projekata.

Sa aspekta konkretnog projekta, na osnovu izložene tipologije projekata podobnih za buduća IPA II finansiranja, važno je napomenuti da je uslov da sam cilj projekta bude neprofitabilan, što je jednoznačno potvrđeno u prethodnim poglavljima ove studije.

Po svojoj tematici, potencijal projekta za izgradnju mreže EMF senzora može se prepoznati u:

- a. Posebnoj sektorskoj grupi IPA II infrastrukturnih projekata (II grupa) iz oblasti politike "Društveno-ekonomski i regionalni razvoj" sa posebnom namenom za životnu sredinu i klimatske promene, i
- b. Grupi programa prekogranične i transnacionalne saradnje.

Obe grupe istaknutih projekata poseduju određene specifičnosti sa aspekta pripreme dokumentacije, apliciranja na raspisanim javnim pozivima, poseduju posebne nadređene kontakt centre i u skladu sa tim u narednim poglavljima RATEL agenciji će biti predočene ove specifičnosti kao neizostavne na putu sticanja prava za finansiranje Projekta izgradnje mreže EMF senzora.

13.2.5.1 Infrastrukturni projekti IPA II sektora za "Društveno-ekonomski i regionalni razvoj" sa posebnom namenom za životnu sredinu i klimatske promene

Cilj podrške ovom sektoru je usklađivanje zakonske regulative Republike Srbije sa pravnim tekovinama EU u oblasti zaštite životne sredine i klimatskih promena, kao i jačanje institucionalnih kapaciteta za njeno sprovođenje. Cilj je, pored toga, razvijanje i poboljšanje infrastrukture, naročito u oblastima upravljanja otpadom, upravljanja vodama i tretmana otpadnih voda u urbanim područjima.

Pod namenom projekata za zaštitnu životne sredine posebnu oblast predstavlja modifikacija kvaliteta vazduha koji nas okružuje. Nejonizujuće EMF zračenje svakako svoje delovanje ostvaruje na nivou radio interfejsa i posredno preko vazduha u kome egzistiraju različiti ekosistemi, a posebno žive i rade ljudi. Očekivani rezultati u ovom sektoru su: usklađivanje zakonske regulative u Srbiji sa pravnim tekovinama EU u oblastima zaštite životne sredine i kvaliteta vazduha i ojačan institucionalni okvir i administrativni kapaciteti za sprovođenje na centralnom i lokalnim nivoima vlasti. Uređaji koji nas okružuju, svakako predstavljaju deo različitih industrijskih rešenja i telekomunikacionih tehnologija, a cilj projekata teži poboljšanom kvalitetu vazduha u skladu sa direktivom o industrijskim emisijama. Podrška će biti pružena kroz tvining, tehničku pomoć, pozive za dostavljanje predloga projekata, nabavku opreme i investicije.

Važnu dimenziju IPA II sektorskih je transparentno informisanje javnosti o ciljevima i rezultatima ovog sektora, kao i edukacija javnosti o efektima i potrebnim prevencijama.

13.2.5.2 IPA II Programi prekogranične saradnje

Programi prekogranične saradnje (poznatiji kao Interreg programi) predstavljaju posebnu kategoriju (<http://www.evropa.gov.rs/CBC/PublicSite/Default.aspx>) programa sa aspekta procesa pripreme projekata, aplikacije i uslova učešća. U tekućoj finansijskoj perspektivi (2014.–2020. godine), programi prekogranične saradnje ostaju zaseban cilj evropskih fondova – i to drugi od ukupno dva cilja, što govori o rastućem značaju ovih programa u EU. U toku je priprema 91 programa saradnje koji će u narednih sedam godina biti sprovedeni u okviru ovog cilja, kao i tri programa za umrežavanje (*Urbact, Interact i ESPON*).

Sprovedenjem programa na lokalnom i regionalnom nivou stvaraju se dugoročni lični kontakti i veze između ljudi iz zajednica sa obe strane granice, što predstavlja temelj za dalju saradnju i razvoj. Takođe, kroz proces identifikovanja projekata, prijavljivanja za sredstva, kao i tokom sprovođenja projekata, partneri iz Srbije stiču dragoceno iskustvo u korišćenju fondova.

U finansijskom periodu (perspektivi) 2014.–2020. godina, Srbija učestvuje u osam programa prekogranične i transnacionalne saradnje, i to:

1. Mađarska–Srbija (ukupni fond IPA II 65.124.000,00 EUR),
2. Rumunija–Srbija (ukupni fond IPA II 74.906.248,00 EUR),
3. Bugarska–Srbija (ukupni fond IPA II 28.986.914,00 EUR),
4. Hrvatska–Srbija (ukupni fond IPA II 34.293.188,00 EUR),
5. Srbija–Bosna i Hercegovina (ukupni fond IPA II 14.000.000,00 EUR),
6. Srbija–Crna Gora (ukupni fond IPA II 34.293.188,00 EUR),
7. Jadransko–jonski transnacionalni program (ukupni fond IPA II 15.688.887,00 EUR) i
8. Transnacionalni program Dunav (ukupni fond IPA II: 19. 829.192 ,0 0 EUR).

Detaljniji sadržaj i struktura finansiranja svakog od navedenih projekata može se dublje izanalizirati u okviru dokumenta:

<http://www.evropa.gov.rs/Documents/Entity/CBC/Events/273/Documents/3098/Programi%20prekogranične%20i%20transnacionalne%20saradnje%202014-2020.pdf>

Vrste projekata koji se finansiraju su mali infrastrukturni prekogranični projekti, projekti ekonomske saradnje, kao i aktivnosti vezane za zaštitu životne sredine, turizam, kulturu, poljoprivredu, obrazovanje, istraživanje i razvoj, zapošljavanje, institucionalnu saradnju. Sredstva su bespovratna, sa obavezom da korisnik donacije kofinansira svoj projekat u iznosu od minimum 15% od vrednosti projekta. Način dodele sredstava je putem javnog konkursa.

13.3 FINANSIJSKA PODRŠKA PARTNERSKIH ZEMALJA DONATORA U REPUBLICI SRBIJI

Donatorsku zajednicu u Republici Srbiji čini preko 30 bilateralnih donatora, multilateralnih organizacija i međunarodnih finansijskih institucija. Od 2000. godine, razvojni partneri pružaju značajnu finansijsku podršku Republici Srbiji u realizaciji započetih strukturnih reformi na putu ka EU integracijama, smanjenju siromaštva i efikasnijem ostvarivanju drugih Milenijumskih razvojnih ciljeva (MDG - *Millennium Development Goals*).

Detaljan pregled najaktivnijih stranih zemalja partnera i međunarodnih institucija donatorske zajednice Republici Srbiji može se pronaći na web stranici ISDAKON informacionog sistema za koordinaciju razvojne pomoći u Republici Srbiji <http://www.evropa.gov.rs/Evropa/PublicSite/DevelopmentPartners.aspx>.

Prikazana lista partnera obuhvata više od 20 zemalja partnera koji kroz različite institucije i svoje ambasade učestvuju u finansijskoj podršci programa. Izborom potencijalne zemlje donatorskog partnera ili institucije, preko ISDAKON sistema može se pristupiti velikom broju važnih informacija u koje spadaju:

- kontakti zvaničnih predstavnika partnerske zemlje ovlašćeni za saradnju sa Republikom Srbijom,
- istorija dosadašnje bilateralne saradnje sa odgovarajućom zemljom,
- strategija programa donatorske zemlje definisana za Republiku Srbiju,
- opis relevantnih procedura,
- postojeći programi pomoći Republici Srbiji,
- pregled alokacije i procene realizacije sredstava,
- donacije, i
- korisni dokumenti i linkovi.

Finansijska pomoć različitih ambasada partnerskih zemalja se najvećim delom odvija kroz bilateralnu pomoć ili posebno definisane programe. U cilju finansiranja konkretnog Projekta izgradnje mreže EMF senzora, pod okriljem agencije RATEL potrebno bi bilo organizovati odgovarajuću donatorsku konferenciju na kojoj bi se nacrt projekta i njegove smernice detaljno predstavile.

Sa stručnog aspekta, Projekat izgradnje mreže EMF senzora predstavlja telekomunikacioni projekat. Sa druge strane, kao što je već napomenuto, sa aspekta direktne koristi za društvo i u skladu sa nacionalnim prioritetima, Projekat suštinski pripada sektoru za "Društveno-ekonomski i regionalni razvoj" sa posebnom namenom za životnu sredinu i klimatske promene. U skladu sa navedenim, donatorska konferencija bi se mogla organizovati u saradnji sa Ministarstvom turizma, trgovine i telekomunikacija (<http://mtt.gov.rs/kontakt/>) i Ministarstvom poljoprivrede i zaštite životne (<http://www.eko.minpolj.gov.rs>).

Potrebno je istaći da sektor za zaštitu životne sredine privlači veliku pažnju i aktivno učešće ambasada u Srbiji na bilateralnu saradnju. U tom domenu se posebno ističu:

- Dobra saradnja Srbije i Nemačke u oblasti zaštite životne sredine posebno najavljena za naredni period 2017. godine (<http://www.eko.minpolj.gov.rs/dobra-saradnja-srbije-i-nemacke-u-oblasti-zastite-zivotne-sredine/>).

- Pomoć Vlade Holandije pristupanju Srbije Evropskoj Uniji, kao i podrška dostizanju standarda koji se tiču zaštite životne sredine. Vlada Holandije je do sada uložila značajna donatorska sredstva u razvoj infrastrukture u oblasti životne sredine i želi da nastavi dobru saradnju sa Vladom Srbije (<http://www.eko.minpolj.gov.rs/vlada-holandije-pomaze-razvoj-infrastrukture-u-zivotnoj-sredini/#more-20421>).

Sa aspekta Projekta izgradnje mreže EMF senzora posebno konstruktivna saradnja bi se mogla ostvariti kroz aktivnosti finansijske pomoći od strane Kraljevine Norveške.

Svoj redovni doprinos u finansiranju različitih predlagača i inicijativa Kraljevina Norveška ostvaruje kroz bilateralnu pomoć, različite specifične programe i posebno Fond Ambasade kraljevine Norveške. Proces apliciranja za Fond traje tokom cele godine i podržava različite programe koji obično traju do godinu dana u iznosima do oko 100.000 evra. Fond ambasade je zatvoren za 2016. godinu, ali u okviru Fonda Ambasade kraljevine Norveške za 2017. godinu bi se mogla očekivati relevantna podrška razmatranom Projektu izgradnje mreže EMF senzora.

Posebno treba napraviti osvrt na ranije sprovedeni projekat: „**Uspostavljanje Centra za upravljanje životnom sredinom (EMC) u Srbiji**“ za koji je Ministarstvo spoljnih poslova Norveške, kroz Agenciju za zaštitu životne sredine Srbije (SEPA) izdvojilo budžet od čak 2.743.425,00 evra.

Detalji aktivnosti sadržani u okviru razmatranog projekta mogu se sagledati na sajtu Agencije za zaštitu životne sredine Srbije posvećenom ovom projektu: <http://serbia.rec.org/projekti/5/Uspostavljanje-Centra-za-upravljanje-zivotnom-sredinom-EMC-u-Srbiji.html>

Razmatrani projekat je trajao 7 meseci, a poseduje više zajedničkih aspekata sa razmatranim Projektom izgradnje mreže EMF senzora:

- Reč je o podršci nezavisnoj agenciji Republike Srbije (u konkretnom slučaju agencije RATEL) u povećanju kvaliteta informisanosti javnosti o potencijalnim štetnim uticajima na životnu sredinu i javno dostupnih informacija o odmerenim vrednostima nivoa EMF zračenja.
- Intenzivno informisanje, edukacija i podizanje svesti u ovoj oblasti zaštite životne sredine (u konkretnom slučaju sa aspekta uticaja nejonizujućeg EMF zračenja).
- Podrška integrisanom elektronskom izveštavanju u Srbiji i opremanje institucija u Srbiji tehnologijom i stručnim znanjem radi praćenja i upravljanja aspektima njihovih aktivnosti vezanim za životnu sredinu.
- Potencijal za razvoj softverskih alata, elektronskog sistema izveštavanja i elektronskih mapa za praćenje kontaminiranih oblasti.
- Podrška usklađenosti industriji državnih institucija sa direktivama EU iz oblasti životne sredine.

13.4 FINANSIJSKA PODRŠKA MEĐUNARODNIH RAZVOJNIH PARTNERA U REPUBLICI SRBIJI

Oblast zaštite životne sredine je sa strateškog aspekta podržana od najrazličitijih institucija i kompanija na svetskom nivou. U cilju postizanja zdravije i “zelenije” budućnosti mnogobrojne institucije učestvuju i izdvajaju sredstva za podršku projektima koji u osnovi imaju za cilj unapređenje pristupa i procedura zaštite životne sredine.

U nastavku će biti istaknut najvažniji fondovi iz pomenute oblasti koje podržava i promoviše Svetska banka kao jedan od najvažnijih međunarodnih razvojnih partnera.

Projekat izgradnje mreže EMF senzora pod pokroviteljstvom agencije RATEL, a na teritoriji Republike Srbije poseduje velike potencijale za učešće u dobijanju sredstava iz GEF (*Global Environment Facility*) fonda Svetske banke za zaštitu životne sredine, pa je njemu posvećena posebna pažnja u okviru ove studije.

13.4.1 Fond Svetske banke za zaštitu životne sredine - WBG (*World Bank Group*) GEF (*Global Environment Facility*)

U formiranju GEF programa najvažniju ulogu je imala Svetska banka koja je sa inicijativom krenula 1991. godine. GEF program je uspostavljen 1992. na samitu u Riu (Brazil), kako bi se dotakli problemi zaštite životne sredine. Od tada, taj program je obezbedio bespovratno finansiranje od 14,5 milijardi dolara, i obezbedio još 75,4 milijardi dolara dodatnog finansiranja za gotovo 4.000 projekata u 183 zemlje.

GEF u najkraćem predstavlja partnerstvo 18 različitih institucija uključujući Ujedinjene Nacije, banke za multilateralni razvoj, nacionalne entitete i internacionalne nevladine organizacije. GEF ujedinjuje 183 zemlje u partnerstvo sa međunarodnim institucijama, civilnim organizacijama i privatnim sektorom kako bi radili na pitanjima svetske ekologije uz davanje podrške inicijativama nacionalnih održivih razvoja.

GEF donacije direktno podržavaju akcije i projekte koji se bore protiv glavnih problema u očuvanju zdravlja i životne sredine: klimatske promene, gubitak biodiverziteta, zagađenje internacionalnih voda, agregacije i dezertifikacija tla, organski zagađivači i sve stimulišuće inicijative za što “zelenije” okruženje.

GEF fond treba posmatrati kao finansijski nezavistan inovator i katalizator koji podržava, odnosno ohrabruje, udruživanje više zainteresovanih strana u cilju očuvanja ugroženih ekosistema na zemlji i u okeanima, za izgradnju “zelenijih” gradova, pokretanja sigurne ishrane i promovisanja čistih izvora energije za prosperitetniji i klimatski otporniji svet.

Finansijski mehanizam koji je u osnovi GEF fonda deluje u skladu sa pet međunarodnih konvencija koje se bave zaštitom životne sredine:

- Konvencija Ujedinjenih nacija o biološkoj raznolikosti (UNCBD - *United Nations Convention on Biological Diversity*),
- Konvencija Ujedinjenih nacija o borbi protiv dezertifikacije (UNCCD - *United Nations Convention to Combat Desertification*),
- Konvencija Ujedinjenih nacija o klimatskim promenama (UNFCCC - *the United Nations Framework Convention on Climate Change*),
- Stokholmska konvencija o dugotrajnim organskim zagađujućim supstancama (*the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants* (POPs)),
- Minamata Konvencija o Merkuru.

13.4.1.1 *Preduslovi Projekta izgradnje mreže EMF senzora za sticanje prava na GEF fond*

Za Projekat izgradnje mreže EMF senzora, od velikog interesa bi mogla biti podrška GEF fonda u inicijativi da se zaštiti razvoj jednako “zelenih” koliko i “inteligentnih” gradova, u vremenu proboja sve većeg broja informaciono komunikacionih sistema koji su od značaja za inteligentnu infrastrukturu budućih gradova. Nacionalna mreža EMF senzora koja bi pratila i kontrolisala nejonizujuće zračenje u direktnoj je korelaciji sa inicijativama GEF fonda u domenu projekata iz oblasti klimatskih promena, da podrže projekte koji razvijaju buduće standarde i inicijative od nacionalnog i globalnog značaja i rade na anticipaciji i prevenciji budućih štetnih uticaja na domen životne sredine i kvalitet “zelenog” životnog okruženja.

Razmatrani Projekat je u direktnoj korelaciji sa inicijativom Svetske banke da podrži projekte različitih obima, koji doprinose nacionalnom boljitku, boljitku lokalnih zajednica i koji time doprinose ekonomskom prosperitetu na nacionalnom i globalnom nivou.

U cilju dobijanja GEF fonda na razmatranom projektu agencija RATEL može saradivati i sa istraživačkim institucijama, fakultetima i drugim partnerima kako bi ciljevi Projekta izgradnje mreže EMF senzora bili u što boljem skladu sa međunarodnim konvencijama i inicijativama.

Kao i svaki drugi GEF finansirani projekat, Projekat izgradnje mreže EMF senzora mora da ispuni sledeće preduslove:

- GEF zemlja pripadnica: Vođstvo zemlje koja ispunjava preduslove GEF fondova, što Republika Srbija ispunjava.
- Nacionalni prioritet: Konzistentnost sa nacionalnim strateškim prioritetima sa aspekata ulaganja međunarodnih investicija i održivim razvojem.
- GEF prioritet: Projekat mora da se odnosi na jednu od fokalnih strateških oblasti GEF fonda.
- GEF finansiranje: Projekat može tražiti GEF finansiranje samo za ugovorene troškove kojima se postižu efekti sa jasnim doprinosom i benefitima za životno okruženje.
- Učešće: Projekat mora da uključi javnost u dizajn i implementaciju projekta.

13.4.1.2 *Relevantni partneri i procedure u dobijanju podrške GEF fonda*

Finansijski ulog Svetske banke do sada je 4,43 milijarde dolara, pri čemu je to samo 38% totalno prikupljenih fondova sa različitih strana. U opštem slučaju, GEF fondove dopunjava 39 zemalja donatora. Finansijski resursi se dopunjavaju na svake četiri godine i označavaju se pod određenim brojem GEF-REF# (*GEF Replenishment*) sesija. Za period od 2014.-2018. na snazi je tzv. šesta dopuna GEF fonda pod oznakom GEF-6, sa pomenutih 4,43 milijarde dolara. Pregled sredstava koji su planirani na nivou odgovarajućih tema od interesa, a podrazumevaju zemlju Srbiju, kao i statistika investicija u prethodnom period, mogu se pronaći na web stranici: <https://www.thegef.org/country/serbia>.

Na prethodno navedenoj stranici mogu se pronaći još i dodatne važne informacije. Prva podrazumeva kontakt informacije najvažnijih fokalnih tačaka Ministarstva poljoprivrede i zaštite životne (<http://www.eko.minpolj.gov.rs>) koje treba kontaktirati u cilju kandidovanja projekta za pridobijanje jednog od GEF fondova, i to:

- Operativnu pristupnu tačku (OFP - *Operational focal point*) čiji je predstavnik aktuelni državni sekretar Ministarstva poljoprivrede i zaštite životne i predsednica pregovaračke grupe sa EU za (Poglavlje 27 Životna sredina i klimatske promene u okviru Sporazuma za pridruživanje Republike Srbije i EU).

- Političku pristupnu tačku (PFP - *Political focal point*) čiji je predstavnik aktuelni Ministar poljoprivrede i zaštite životne sredine.

Glavnu ulogu u sprovođenju GEF projekata na nacionalnom nivou upravo ima OFP koji je zadužen za ocenu ideje projekta, proveru ispunjenja preduslova za dobijanje GEF pomoći, sprečavanje dupliranja projekata slične sadržine i sl. Dodatno, OFP ima važnu ulogu u izboru odgovarajuće GEF Partnerske Agencije koja bi bila najpodobnija da razvija i implementira ideju projekta. To je vrlo važna odluka, jer će odabrana Agencija biti partner instituciji u svim fazama i budućim koracima projekta ili programa.

U opštem slučaju, GEF poseduje 18 Partnerskih Agencija, ali za teritoriju Srbije je zaduženo isključivo sledećih pet (istaknutih kao druga informacija na navedenoj *web* stranici):

- Organizacija za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih Nacija – **FAO** (*Food and Agriculture Organization*),
- Svetska banka - **WB** (*The World Bank*),
- Program Ujedinjenih nacija za razvoj - **UNDP** (*United Nations Development Programme*),
- Program Ujedinjenih nacija za zaštitu životne sredine – **UNEP** (*United Nations Environment Programme*),
- Organizacija Ujedinjenih nacija za industrijski razvoj – **UNIDO** (*United Nations Industrial Development Organization*).

Kao prvi korak ka dobijanju sredstava iz GEF fonda, predlagač Projekta izgradnje mreže EMF senzora, agencija RATEL bi trebalo da stupi u kontakt sa OFP predstavnicima i u skladu sa sadržajem i temom projekta definiše njegove ključne usaglašenosti sa GEF inicijativama i odabere odgovarajuću partnersku Agenciju.

Sa izabranom Partnerskom Agencijom potrebno je u nastavku kategorizovati aktuelni Projekat izgradnje mreže EMF senzora prema jednoj od sledećih GEF-6 grupa:

- projekti velikog obima (*Full-sized projects*),
- projekti srednjeg obima (*Medium-sized projects*),
- projekti Svetske banke za harmonizaciju procesa (*GEF-WB Harmonization Process*), i
- projekti malih grantova (*SGP – Small Grants Programme*).

Svaki od navedenih tipova projekata zapravo definiše modalitet GEF finansiranja za koji se aplicira. Stoga bi RATEL u saradnji sa odabranom Partnerskom Agencijom definisao kategoriju kojoj Projekat izgradnje mreže EMF senzora pripada i u skladu sa tipom projekta pristupio izradi odgovarajuće dokumentacije (<https://www.thegef.org/documents/templates>).

13.4.1.3 Iskustveni osvrt na aktuelne projekte u Srbiji podržane od strane GEF fonda

U primere uspešnih projekata u Srbiji koji su nedavno finansirani ili potpomognuti od strane GEF fonda spadaju:

- “Podrška Republici Srbiji u primeni multilateralnog sporazuma o zaštiti životne sredine i obaveza EU kroz unapređenje“ - Cilj projekta je praćenja zagađenja zemljišta u industrijskim zonama, plan za mapiranje i monitoring zagađenja zemljišta u Srbiji u skladu sa međunarodnim standardima, koje bi se po prvi put sprovedo na nacionalnom nivou. Radi se o projektu podrške izgradnji potrebnih

kapaciteta koji sa 370.000 evra finansira italijansko Ministarstvo za zaštitu životne sredine, kopna i mora, a sprovodi Program Ujedinjenih nacija za zaštitu životne sredine (UNEP) zajedno sa Globalnim fondom za zaštitu životne sredine (GEF). Ovaj projekat ima za cilj da pomogne Srbiji u uspostavljanju nacionalnog sistema monitoringa zagađenja zemljišta u skladu sa glavnim međunarodnim sporazumima o životnoj sredini i sa ekološkim standardima EU. Italijansko Ministarstvo za životnu sredinu će pružiti tehničku pomoć kroz organizovanje treninga radi jačanja nacionalnih kapaciteta za monitoring zagađenja zemljišta. Kao krajnji rezultat projekta biće objavljena nacionalna mapa kontaminiranih lokacija. Osim osposobljavanja Agencije za monitoring zagađenja zemljišta u industrijskim zonama u skladu sa odredbama nedavno usvojenog Zakona o privatizaciji javnih preduzeća, ovaj projekat će doprineti ekonomskom razvoju Srbije. (<http://staklenozvono.rs/?p=14210>)

- “Projekat unapređenja integrisanog održivog upravljanja šumama u Srbiji” – GEF grant od 3,2 miliona dolara, za unapređenje stanja šuma u Srbiji koji će se koristiti za finansiranje aktivnosti u okviru četvorogodišnjeg projekta Organizacije za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih Nacija (FAO), sa ciljem da se na duži period poboljša opšte stanje i zdravlje šuma uvođenjem principa održivog upravljanja šumama. Cilj projekta je povećanje šumskog pokrivača za pet odsto čime bi se povećala sposobnost šume da apsorbuje znatno više ugljen-dioksida, a pomenute aktivnosti FAO će sprovoditi u saradnji sa Nemačkom organizacijom za međunarodnu saradnju (GIZ). Referentna web stranica je <http://www.novimagazin.rs/vesti/gef-odobrio-srbiji-32-miliona-dolara-za-unapredjenje-suma>

Na osnovu opisanih osnovnih karakteristika uspešno finansiranih GEF projekata u Srbiji u oblasti poljoprivrede i zaštite životne sredine, može se zaključiti da razmatrani Projekat izgradnje mreže EMF senzora RATEL agencije poseduje veliki potencijal.

U daljem koraku kontaktiranja i saradnje sa OFP predstavnicima Ministarstva poljoprivrede i zaštite životne sredine u Srbiji posebno treba istaći sledeće potencijale Projekta izgradnje mreže EMF senzora:

- Praćenje emisije nejonizujućeg EMF zračenja u gradskim zonama koje bi se po prvi put sprovedo na nacionalno javno dostupnom i transparentnom nivou.
- Uspostavljanje nacionalnog sistema monitoringa nejonizujućeg EMF zračenja u skladu sa glavnim međunarodnim sporazumima o životnoj sredini i sa ekološkim standardima EU.
- Edukacija i trening kadra nacionalnih institucija za praćenje efekata nejonizujućeg zračenja na zagađenje životne sredine i zdravlje ljudi.
- Definisane preventivne mere u slučaju uočavanja kontaminiranih zona na definisanoj nacionalnoj mapi EMF zračenja.
- Istraživanje i razvoj novih standarda u cilju obezbeđivanja održivog istovremenog razvoja sve “zelenijih” gradskih sredina sa “inteligentnom” IKT infrastrukturom koju neizbežno prati intenzivan porast aktivnih inteligentnih uređaja u životnom okruženju (time i novih potencijalnih izvora inkrementalnog EMF zračenja).

13.5 OSMI PROGRAMSKI OKVIR EVROPSKE UNIJE ZA ISTRAŽANJE I INOVACIJE - HORIZONT 2020

Horizont 2020 (*Horizon 2020 - The EU Framework Programme for Research and Innovation*) predstavlja po obimu najveći ikada programski okvir Evropske unije za finansiranje programa istraživanja i inovacija sa skoro 80 milijardi evra raspoloživih sredstava. Planirani iznos će se rasporediti na veliki broj programa tokom vremenskog prozora od 7 godina (2014. do 2020.). Osnovna ideja i cilj Horizont 2020 programa jeste da na evropskom tlu podrži istraživački razvoj (*European Research Area*) i obezbedi komercijalizaciju i iskorišćenje najprosperitetnijih ideja, kao i da podstakne globalnu konkurentnost. Horizont 2020 je osmi po redu okvir finansiranja programa koji sprovodi Evropska Komisija kao izvršno telo Evropske unije i nastavlja se na sedmi okvir FP7 (*Seventh Framework Program*) iz perioda 2007.-2013. godine.

Horizont 2020 poseduje veliku političku podršku evropskih lidera i članica Evropskog parlamenta, jer se smatra pokretačem globalnog ekonomskog razvoja i stvaranja prostora za nova radna mesta. Postignut je konsenzus da je istraživanje ujedno ulaganje u budućnost i kao takvo stavljeno je u primarne inicijative Evrope na putu ka inteligentnom i održivom razvoju društva. Poseban fokus Horizont 2020 programa usmeren je na najnovija naučna rešenja i njihovu inovativnost, razvoj industrije i rešavanje društvenih izazova budućeg doba.

Horizont 2020 je otvoren za sve učesnike, ali se poseban akcenat stavlja na partnerstva realizovana na međunarodnom nivou, spajanju istraživačkih institucija, kao i privatnog i javnog sektora. U programu učestvuju sve zemlje Evropske unije, kao i 14 dodatnih pridruženih članica među kojima je i Republika Srbija. Švajcarska je delimično pridružena zemlja.

Struktura programa je napravljena tako da obuhvata tri glavne oblasti istraživanja koje se još nazivaju i "stubovi" programa:

- **"Excellent Science"** - odnosno oblast najsavremenijih naučnih dostignuća. Programi iz ove oblasti se koncentrišu na ulaganje u timove naučnika i istraživača u cilju podrške i ubrzanja razvoja najsavremenijih naučnih dostignuća. Ukupni budžet programa iz ove oblasti od 24 milijarde evra se raspoređuje na:
 - 13 milijardi evra dodeljenih od strane Evropske komisije za istraživanje timovima naučnika i istraživača za razvoj aplikacija,
 - 2,7 milijardi evra za buduće tehnologije u nastajanju FET (*Future Emerging Technologies*),
 - 6,1 milijardi evra za programe mobilnosti istraživača MSCA (*Marie Skłodowska-Curie Action*) i edukacije istraživača na svim nivoima razvoja njihovih karijera, i
 - 2,5 milijardi evra za programe razvoja evropske istraživačke infrastrukture.
- **"Industrial Leadership"** - oblast najsavremenijih industrijskih dostignuća. Programi iz ove oblasti se koncentrišu na ulaganje u industriju u skladu sa strategijama Unije za Evropu 2020 i Inovacije. Ukupni budžet programa iz ove oblasti od 14 milijardi evra se raspoređuje na šest potprograma vođstva u razvoju industrijskih tehnologija "*Leadership in Enabling and Industrial Technologies*":
 - informaciono-komunikacione tehnologije,
 - nanotehnologije,
 - napredne vrste materijala,

- napredne tehnike proizvodnje i procesiranja,
- biotehnologija, i
- svemir.

Programi iz oblasti upravljanja industrijom moraju biti usklađeni sa tehnološkim platformama Evrope (ETP - *European Technology Platforms*) i odgovarajućim agendama strateškog razvoja. Poseban podstrek daje se razvoju malih i srednjih preduzeća.

- **"Societal Challenges"** - oblast ulaganja u potencijalna rešenja za predstojeće društvene i ekonomske probleme. Ukupni budžet programa iz ove oblasti se raspoređuje na sedam potprograma:
 - 7,5 milijardi evra dodeljenih programima iz oblasti zdravstva,
 - 3,8 milijardi evra dodeljenih programima iz oblasti bioekonomije, hrane, vode i šumarstva,
 - 5,9 milijardi evra dodeljenih programima iz oblasti energetike,
 - 6,3 milijardi evra dodeljenih programima iz oblasti saobraćaja,
 - 3,1 milijardi evra dodeljenih programima iz oblasti akcija usmerenih na klimatske promene, životne sredine, efikasnosti resursa i sirovina,
 - 1,3 milijardi evra dodeljenih programima iz oblasti Evropskog društva,
 - 1,3 milijardi evra dodeljenih programima iz oblasti sigurnosti,
 - 0,8 milijardi evra dodeljenih programima iz oblasti podsticanja širenja naučne izuzetnosti i učešća znanja "*Spreading excellence and widening participation*" i
 - 0,5 milijardi evra dodeljenih programima iz oblasti primene naučnih dostignuća za dobrobit društva "*Science with and for society*".

Horizont 2020 primenjuje agilnu administrativnu strukturu u procesu izbora projekata koje treba podržati, na taj način što za svaku oblast redovno generiše pozive (*Horizon 2020 Calls*) na apliciranje sa specifičnim opisom i sadržajem, odnosni izazovima i ciljevima, koje potencijalni projekat treba da ispuni.

Opšti proces apliciranja podrazumeva izbor poziva, pronalaženje odgovarajućih partnera, generisanje relevantnog dokumenta u skladu sa pozivom, rangiranje projekta sa dodeljenim ocenama nakon revizije i potpisivanje finansijskih ugovora ukoliko se finansiranje odobri.

Svakako najvažniji korak u apliciranju za Horizont 2020 finansijsku podršku jeste izbor relevantne oblasti i grupe potprograma (<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/find-your-area>), kao i odgovarajuće mreže Horizont 2020 partnera. Specifični pozivi i aktuelni projekti za svaku od odabranih oblasti mogu se naći na web stranici <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-sections-projects>.

Sa aspekta Projekta izgradnje mreže EMF senzora razmatranog u ovoj studiji, izvori finansiranja koje nude oblasti Horizont 2020 programskog okvira mogli bi se potencijalno koristiti u kasnijim fazama realizacije, kada mreža senzora već bude izgrađena. Naime, izgrađena mreža EMF senzora i prateći stručni i naučni timovi mogli bi potencijalno da predstavljaju dobru tehnološku platformu za istraživanja u oblasti elektromagnetnog zračenja koje generišu savremeni uređaji, vozila, roboti i sl. Trenutno, posebno atraktivne oblasti istraživanja u kojoj bi mreža EMF senzora RATEL-a mogla imati značaj su IoT (*Internet of Things*), telekomunikacione mreže u vozilima (*Vehicular Communications*), Inteligentni gradovi i kuće (*Smart Cities and Smart Homes*) i sl.

Agencija RATEL sa budućom mrežom EMF senzora koja je predmet ovog projekta, mogla bi da predstavlja ozbiljnog partnera u okviru budućih programa iz oblasti istraživanja i inovacija u domenu informaciono-komunikacionih tehnologija "Industrial Leadersheap - ICT Research&Innovation" <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/area/ict-research-innovation>.

Na ovom mestu ipak treba istaći da je za efikasno iskorišćenje finansijske podrške za Projekat izgradnje mreže EMF senzora u Srbiji, kao i za njegovu kasniju eksploataciju u najsavremenijim naučnim oblastima istraživanja, potrebno da agencija RATEL u odgovarajućem trenutku kontaktira jedan ili više relevantnih Horizont 2020 nacionalnih kontakt autoriteta, http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/support/national_contact_points.html#c.contact=country/sbg/Serbia/0/1/0&function_details..function_abbr/sbg/0/1/0&+person.last_name/desc.

Horizont 2020 nacionalne kontak tačke (NCP - *National Contact Points*) odgovorne su da institucijama Republike Srbije pomognu u svim koracima: izboru relevantne Horizont 2020 oblasti, obezbeđivanju treninga i pomoći u pisanju predloga projekta, administrativnim i pravnim procedurama i dostavljanju relevantnih dokumenata i formulara, kao i u procesu traženja partnera.

14. ZAKLJUČAK

Intenzivan razvoj sistema i uređaja za bežične komunikacije obeležio je prethodnu deceniju. Zbog prostorne rasprostranjenosti naročito se ističu javni mobilni sistemi (GSM, DCS, UMTS i LTE). Takođe, ne treba zaboraviti ni široko rasprostranjene WLAN (mreže, kao i druge sisteme (FM radio, televizija, TETRA, DVB, CDMA...). Bežični radio-sistemi kao osnov za komunikaciju koriste emisiju elektromagnetnih talasa, što za posledicu ima porast nivoa elektromagnetnog zračenja u životnom okruženju. Kod stanovništva generalno postoji strah od efekata ovog zračenja, ali bežični sistemi su danas nezamenljiv deo savremenog života i ne mogu se jednostavno ukloniti ili zameniti. Iz tog razloga, od velike važnosti je potreba za objektivnim sagledavanjem nivoa elektromagnetnog zračenja u životnom okruženju. Od velikog značaja je i kontinuirano praćenje izloženost ljudi radio-frekvencijskim elektromagnetnim poljima, zbog očekivanog velikog rasta saobraćaja u budućim bežičnim mrežama i planiranog povećanja gustine instalacije malih ćelija.

Da bi se kontrolisao uticaj elektromagnetnog zračenja na ljude, u okviru međunarodnih standarda, kao i u domaćoj regulativi, definisane su norme kojima se ograničava izlaganje elektromagnetnim poljima koja potiču od telekomunikacionih uređaja. U Srbiji, Zakon o zaštiti od nejonizujućih zračenja („Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 36/2009) i Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima („Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 104/2009), propisuju granice izlaganja elektromagnetnom zračenju u zonama povećane osetljivosti. Izvan zona povećane osetljivosti, u Srbiji su važeće norme definisane ICNIRP preporukom. Ovim normama definisane su granice, iskazane kroz bazična ograničenja i izvedene referentne granične nivoe, preko kojih ljudi ne smeju biti izloženi elektromagnetnim poljima.

Ubrzani razvoj bežičnih telekomunikacionih servisa i usluga izaziva sve veću pažnju i bojazan u javnosti da elektromagnetno zračenje koje nastaje kao posledica korišćenja ovih servisa i usluga, može ugroziti zdravlje opšte populacije. Opšta ljudska populacija najčešće nije upoznata sa fizičkim osobinama elektromagnetnog polja i ne poznaje efekte koje ono izaziva. Iz tog razloga, javlja se posredni efekat koji često nije baziran na objektivnim okolnostima, ali ima veoma značajnu ulogu, a to je strah ljudi od elektromagnetnog zračenja. Rastući strah stanovništva od elektromagnetnog zračenja dovodi do sve većeg otpora razvoju bežičnih radio-mreža, koje *de facto* predstavljaju infrastrukturu svake zemlje. Istraživanja pokazuju da značajan procenat ljudi strahuje od eventualnih efekata elektromagnetnog zračenja, pri čemu ljudi češće strahuju od uticaja baznih stanica, odnosno sistemskih radio-predajnika, dok zanemaruju uticaj korisničkih uređaja. Zbog svega toga, najčešće postoji

nepoverenje između opšte ljudske populacije sa jedne strane i operatora bežičnih telekomunikacionih servisa sa druge strane.

Rešenje ovog problema je kontrola elektromagnetnih zračenja sprovođenjem merenja i održavanjem odgovarajuće komunikacije između svih zainteresovanih strana, i to od strane institucije u koju obe zainteresovane strane imaju poverenje. S obzirom na to, postoji društvena opravdanost za razvoj sistema za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja u životnoj sredini od strane RATEL-a. Zakonski osnov za razvoj ovakvog sistema predstavlja Zakon o elektronskim komunikacijama („Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 44/2010 i 62/2014), koji propisuje da RATEL meri nivo elektromagnetskog polja za elektronske komunikacione mreže, pripadajuća sredstva, elektronsku komunikacionu opremu i terminalnu opremu, u skladu sa graničnim vrednostima utvrđenim posebnim propisima. Razvoj sistema za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja u životnoj sredini, koji je pod okriljem organa države (u ovom slučaju RATEL-a), treba da doprinese uspostavljanju poverenja između opšte ljudske populacije, operatora bežičnih telekomunikacionih servisa i državnih organa. Osnovni ciljevi realizacije ovakvog sistema su transparentno predstavljanje rezultata merenja nivoa elektromagnetnog zračenja, pokretanje javne diskusije i edukacije o elektromagnetnom zračenju, razumevanje osnovnih efekata, kao i stvaranje poverenja između svih zainteresovanih strana.

U okviru studije dat je predlog tehničkog rešenja sistema za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja u skladu sa međunarodnom praksom i ITU preporukama (ITU-T K.83 i ITU-T K.113, koji ispunjava tri osnovna zahteva: objektivnost, pouzdanost i kontinuitet. Objektivnost se postiže javnim objavljivanjem rezultata merenja kada god se sprovede merenja. Pouzdanost proizlazi iz usklađenosti sa međunarodnim normama i standardima koji se odnose na merenje elektromagnetnih polja, kao i iz korišćenja kalibrirane (etalonirane) merne opreme. Kontinuirano sprovođenje objektivnih i pouzdanih merenja (24 sata/365 dana) omogućava permanentno praćenje elektromagnetnog zračenja i maksimalnu transparentnost. Sa obzirom da se elektromagnetno zračenje ne može videti ili osetiti, rezultati kontinualnih merenja su od veoma velikog značaja za opštu ljudsku populaciju, jer predstavljaju jedini objektivni indikator pomoću kojeg ljudi mogu steći utisak koliko je zračenje i kakva je njegova kratkoročna i dugoročna promenljivost, pa samim tim doprinose uspostavljanju poverenja između svih zainteresovanih strana.

U studiji je dat predlog tehničkog rešenja mreže senzora na teritoriji Republike Srbije, koji u cilju što boljeg sagledavanja stanja kombinuje mrežu stacionarnih senzora, podsistem nomadskih senzora, podsistem mobilnih senzora (*drive test* merenja) i podsistem personalnih senzorskih jedinica. Predloženo rešenje podrazumeva instalaciju 92 širokopojasna stacionarna senzora i 8 *band*-selektivnih stacionarnih senzora na teritoriji Republike Srbije, po principu ravnomerne regionalne raspodeljenosti. Stacionarni senzori obezbeđuju kontinuirano praćenje elektromagnetnog zračenja na lokacijama na kojima su instalirani. Podsistem nomadskih senzora se sastoji od 2 *band*-selektivna senzora, koji su namenjeni za sprovođenje vremenski ograničenih mernih kampanja (3 meseca na jednoj lokaciji), na određenim lokacijama u skladu sa potrebama ili posebnim zahtevima od strane građana, pravnih lica, javnih tela ili organa lokalne samouprave. Podsistem kojim se sprovede *drive test* merenja sastoji se od 1 mobilnog senzora, i namenjen je za generisanje mapa intenziteta radio-frekvencijskih elektromagnetnih polja u velikim geografskim zonama gradova i drugih teritorija države. Podsistem personalnih senzorskih jedinica ima pet personalnih senzora (ekspozimetara), i namenjen je za merenje izloženosti direktno vezane za životnu aktivnost ljudi (3 komada), kao i izloženosti u pojedinim značajnijim *outdoor* i *indoor* zonama kretanja ljudi (2 komada).

Predložena je arhitektura distribuiranog softverskog sistema i dato tehničko rešenje za softversku platformu za centralizovano upravljanje i rad sa sistemom mreže senzora koje se sastoji od 5 modula: modul koji je parser tekstualnih ili binarnih podataka koji se dostavljaju

sa senzora, modul koji prihvata podatke od parser modula i snima ih u bazu, modul koji je posrednik između prezentacije i baze, modul koji je klijentska responsive veb aplikacija i modul koji je admin panel za za kompletnu administraciju serverske aplikacije.

Da bi se obezbedila izgradnja i nesmetan rad sistema mreže senzora dat je predlog neophodnih ljudskih resursa, koji podrazumeva puno angažovanje 2 nova stalno zaposlena diplomirana inženjera, kao i delimično angažovanje postojećih zaposlenih na pravnim, finansijskim i marketinškim poslovima. Pored toga, dat je i predlog obuka koje zaposleni moraju da prođu da bi stekli znanja i veštine neophodne za rad na sistemu.

Planirano je da se projekat mreže senzora za praćenje nivoa elektromagnetnog polja realizuje u 4 faze trajanja od po 12 meseci (ukupno 4 godine). Predviđena su ukupna kapitalna ulaganja za realizaciju sistema za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja, u iznosu od 1.594.400,00EUR. U studiji je dat pregled kapitalnih ulaganja po fazama implementacije i po odgovarajućim sredstvima. Takođe, dat je i pregled svih operativnih troškova održavanja mreže, projektovanih na budući desetogodišnji period.

Izgradnje mreža senzora za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja predstavlja neprofitni društveno odgovoran investicioni projekat u mrežu koja ima za cilj da obezbedi transparentno informisanje javnosti o postojećim nivoima nejonizujućeg zračenja u Republici Srbiji. Iako je ovaj projekat po svojoj prirodi ne donosi operativan profit, postoji društvena opravdanost za njegovu realizaciju, jer treba da dovede do smanjenja rastućeg straha stanovništva od elektromagnetnog zračenja i uspostavljanja poverenja između opšte ljudske populacije, operatora bežičnih telekomunikacionih servisa i državnih organa. Nadalje to treba da dovede do smanjenja sve većeg otpora razvoju bežičnih radio-mreža, koje *de facto* predstavljaju infrastrukturu svake zemlje, i do nesmetanog razvoja zemlje.

Projekat izgradnje mreže EMF senzora pripada grupi projekata čiji je strateški cilj zaštita životne sredine i zdravlja ljudi, što je ujedno jedan od glavnih prioriteta investicionih ulaganja Evropske zajednice i mnogobrojnih institucija i zemalja. Iz tog razloga, posebno su obrađene mogućnosti delimičnog finansiranja projekta iz finansijskih izvora evropskih i međunarodnih institucija. Program projekta podrazumeva promovisanje agencije RATEL i njenog angažmana u ovom strateškom domenu, kao i ulaganja u saradnju sa međunarodnim institucijama i praćenje najsavremenijih standarda iz ove oblasti. Sa računovodstvenog aspekta procene vrednosti razmatranog projekta, treba naglasiti da i ako Projekat po svojoj prirodi ne donosi operativan profit, njegova vrednost sa računovodstvenog aspekta ogleda se u bilansu stanja kao uvećani nematerijalni dobitak koji se ne može otuđiti, ali koji povećava vrednost Agencije, u računovodstvu poznatiji kao *gudvil (goodwill)*. Povećani ugled agencije RATEL, porast ekspertize zaposlenih u Agenciji, poverenje javnosti, kao i saradnja u oblasti zaštite životne sredine i zdravlja ljudi na međunarodnom nivou, zajedno doprinose porastu značaja agencije RATEL. Ova nematerijalna sredstva, koja se nikako ne mogu otuđiti, od velikog su značaja za budući rad agencije i njen uspeh na nacionalnom i međunarodnom nivou.

15. LITERATURA

- [1] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). *Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)*. Health Physics, 74(4):494–522 (1998).
- [2] Ziskin M.C. *Electromagnetic hypersensitivity - a COMAR technical information statement*. IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, 21(5):173–175 (2002).
- [3] Hirata A. *Temperature increase in human eyes due to near-field and far-field exposures at 900 MHz, 1.5 GHz, and 1.9 GHz*. IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, 47(1):68–76 (2005).
- [4] Balzano Q, Garay O, Manning T.J. *Electromagnetic energy exposure of simulated users of portable cellular telephones*. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 44(3):390–403 (1995).
- [5] Pradier A, Hadjem A, Lautru D, Gati A, Wong M-F, Hanna V.F, Wiart J. *Evaluation of the SAR induced in a multilayer biological structure and comparison with SAR in homogeneous tissues*. Annals of Telecommunications, 63(1–2):79–86 (2008).
- [6] Pisa S, Cavagnaro M, Lopresto V, Piuze E, Lovisolo G.A, Bernardi P. *A procedure to develop realistic numerical models of cellular phones for an accurate evaluation of SAR distribution in the human head*. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 53(4):1256–1264 (2005).
- [7] Ilvonen S, Sarvas J. *Magnetic-field-induced ELF currents in a human body by the use of a GSM phone*. IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, 49(2):294–301 (2007).
- [8] Cardis E, Varsier N, Bowman J.D, Deltour I, Figuerola J, Mann S, Moissonnier M, Taki M, Vecchia P, Villegas R, Vrijheid M, Wake K, Wiart J. *Estimation of RF energy absorbed in the brain from mobile phones in the interphone study*. Occupational and Environmental Medicine, 68(9):686–693 (2011).
- [9] Li Q-X, Gandhi O.P. *Thermal implications of the new relaxed IEEE RF safety standard for head exposures to cellular telephones at 835 and 1900 MHz*. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 54(7):3146–3154 (2006).
- [10] Hirata A, Shiozawa T. *Correlation of maximum temperature increase and peak SAR in the human head due to handset antennas*. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 51(7):1834–1841 (2003).
- [11] Wiart J, Hadjem A, Wong M.F, Bloch I. *Analysis of RF exposure in the head tissues of children and adults*. Physics in Medicine and Biology, 53(13):3681–3695 (2008).
- [12] Lacroux F, Conil E, Carrasco A.C, Gati A, Wong M-F, Wiart J. *Specific absorption rate assessment near a base station antenna (2,140 MHz): some key points*. Annals of Telecommunications, 63(1–2):55–64 (2008).
- [13] Kientega T, Conil E, Hadjem A, Richalot E, Gati A, Wong M-F, Picon O, Wiart J. *A surrogate model to assess the whole body SAR induced by multiple plane waves at 2.4 GHz*. Annals of Telecommunications, 66(7–8):419–428 (2011).
- [14] Francavilla M, Schiavoni A, Bertotto P, Richiardi G. *Effect of the hand on cellular phone radiation*. IEE Proceedings - Microwaves, Antennas and Propagation, 148(4):247–253 (2001).

- [15] Gosselin M.C, Christ A, Kuhn S, Kuster N. *Dependence of the occupational exposure to mobile phone base stations on the properties of the antenna and the human body*. IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, 51(2):227–235 (2009).
- [16] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. *ICNIRP 16/09: Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz) - review of the scientific evidence on dosimetry, biological effects, epidemiological observations, and health consequences concerning exposure to high frequency electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz)*, ICNIRP (2009).
- [17] Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency. *Radiation protection standard - maximum exposure levels to radiofrequency fields-3 kHz to 300 GHz*. ARPANSA Radiation Protection Series, Publication No. 3 (2002).
- [18] Federal Communications Commission. *Evaluating compliance with FCC guidelines for human exposure to radiofrequency electromagnetic fields*. FCC 1997–01 ed: OET Bulletin 65 (1997).
- [19] Institute of Electrical and Electronics Engineers. *IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz*. IEEE Standard C95.1-2005 (2006).
- [20] Institute of Electrical and Electronics Engineers. *IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz. Amendment 1: Specifies ceiling limits for induced and contact current, clarifies distinctions between localizes exposure and spatial peak power density*. IEEE Standard C95.1a-2010 (2010).
- [21] Institute of Electrical and Electronics Engineers. *IEEE standard for radiofrequency energy and current-flow symbols*. IEEE Standard C95.2-1999 (1999).
- [22] Repacholi M.H. *WHO's international EMF project*. Radiation Protection Dosimetry, 83(1–2):1–4 (1999).
- [23] *Zakon o zaštiti od nejonizujućih zračenja*. Službeni glasnik Republike Srbije broj 36/2009 (2009).
- [24] *Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima*. Službeni glasnik Republike Srbije broj 104/2009 (2009).
- [25] *Pravilnik o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja*. Službeni glasnik Republike Srbije broj 104/2009 (2009).
- [26] *Pravilnik o sadržini evidencije o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa*. Službeni glasnik Republike Srbije broj 104/2009 (2009).
- [27] *Pravilnik o sadržini i izgledu obrasca izveštaja o sistematskom ispitivanju nivoa nejonizujućih zračenja u životnoj sredini*. Službeni glasnik Republike Srbije broj 104/2009 (2009).
- [28] *Pravilnik o uslovima koje moraju da ispunjavaju pravna lica koja vrše poslove sistematskog ispitivanja nivoa nejonizujućih zračenja, kao i način i metode sistematskog ispitivanja u životnoj sredini*. Službeni glasnik Republike Srbije broj 104/2009 (2009).
- [29] *Pravilnik o uslovima koje moraju da ispunjavaju pravna lica koja vrše poslove ispitivanja nivoa zračenja izvora nejonizujućih zračenja od posebnog interesa u životnoj sredini*. Službeni glasnik Republike Srbije broj 104/2009 (2009).
- [30] The Council of the European Union. *Council Recommendation 1999/519/EC of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)*. Official Journal of the European Communities of 30 July 1999 (2009).
- [31] European Committee for Electrotechnical Standardization. *European standard EN 50413:2008/A1:2013. Basic standard on measurement and calculation procedures for*

- human exposure to electric, magnetic and electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz)*. CENELEC (2008).
- [32] European Committee for Electrotechnical Standardization. *European standard EN 50383:2010/AC:2013. Basic standard for the calculation and measurement of electromagnetic field strength and SAR related to human exposure from radio base stations and fixed terminal stations for wireless telecommunication systems (110 MHz — 40 GHz)*. CENELEC (2013).
- [33] European Committee for Electrotechnical Standardization. *European standard EN 50492:2008/A1:2014. Basic standard for the in-situ measurement of electromagnetic field strength related to human exposure in the vicinity of base stations*. CENELEC (2014).
- [34] European Committee for Electrotechnical Standardization. *European standard EN 50400:2006/A1:2012. Basic standard to demonstrate the compliance of fixed equipment for radio transmission (110 MHz — 40 GHz) intended for use in wireless telecommunication networks with the basic restrictions or the reference levels related to general public exposure to radio frequency electromagnetic fields, when put into service*. CENELEC (2012).
- [35] European Committee for Electrotechnical Standardization. *European standard EN 50401:2006/A1:2011. Product standard to demonstrate the compliance of fixed equipment for radio transmission (110 MHz - 40 GHz) intended for use in wireless telecommunication networks with the basic restrictions or the reference levels related to general public exposure to radio frequency electromagnetic fields, when put into service*. CENELEC (2011).
- [36] Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency. *Australian Standard AS 2772.2: Radiofrequency radiation, principles and methods of measurements—300 kHz to 100 GHz*. ARPANSA (1988).
- [37] Institute of Electrical and Electronics Engineers. *IEEE recommended practice for the measurement and computations of radio frequency electromagnetic fields with respect to human exposure to such fields, 100 kHz-300 GHz*. IEEE Standard C95.3-2002 (2003).
- [38] International Electrotechnical Commission. *IEC 62232:2011 - Determination of RF field strength and SAR in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure*. IEC (2011).
- [39] Larchêveque E, Dale C, Wong M-F, Wiart J. *Analysis of electric field averaging for in situ radiofrequency exposure assessment*. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 54(4):1245-1250 (2005).
- [40] Mishra A.R. (ed.). *Advanced Cellular Network Planning and Optimisation: 2G/2.5G/3G Evolution to 4G*. JohnWiley & Sons, West Sussex, England (2007).
- [41] Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission. *ISO/IEC 17025:2005 - General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. ISO/IEC (2005).
- [42] Olivier C, Martens L. *Optimal settings for narrow-band signal measurements used for exposure assessment around GSM base stations*. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 54(1):311-317 (2005).
- [43] Olivier C, Martens L. *Optimal settings for frequency-selective measurements used for the exposure assessment around UMTS base stations*. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 56(5):1901-1909 (2007).
- [44] Joseph W, Verloock L, Goeminne F, Vermeeren G, Martens L. *Assessment of general public exposure to LTE and RF sources present in an urban environment*. Bioelectromagnetics, 31(7):576-579 (2010).

- [45] Joseph W, Verloock L, Goeminne F, Vermeeren G, Martens L. *In situ LTE exposure of the general public: Characterization and extrapolation*. Bioelectromagnetics, 33(6):466-475 (2012).
- [46] Forbes A.B, Sousa J.A. *The GUM, Bayesian inference and the observation and measurement equations*. Measurement: Journal of the International Measurement Confederation, 44(8):1422-1435 (2011).
- [47] Imai H. *Expanding needs for metrological traceability and measurement uncertainty*. Measurement: Journal of the International Measurement Confederation, 46(8):2942-2945 (2013).
- [48] Joint Committee for Guides in Metrology. *JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data – Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*. JCGM (2008).
- [49] Joint Committee for Guides in Metrology. *JCGM 101:2008. Supplement 1 to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” - Propagation of distributions using a Monte Carlo method*. JCGM (2008).
- [50] Joint Committee for Guides in Metrology. *JCGM 102:2011. Supplement 2 to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” - Extension to any number of output quantities*. JCGM (2011).
- [51] Joint Committee for Guides in Metrology. *JCGM 104:2009. Evaluation of measurement data - An introduction to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” and related documents*. JCGM (2009).
- [52] Joint Committee for Guides in Metrology. *JCGM 106:2012. Evaluation of measurement data - The role of measurement uncertainty in conformity assessment*. JCGM (2012).
- [53] Joint Committee for Guides in Metrology. *JCGM 200:2012. International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*. JCGM (2012).
- [54] Basso G. *Uncertainty in the measurement of electromagnetic field with isotropic broadband sensor and selective E&H field analyzer*. NARDA Safety Solutions (2009).
- [55] Casella G.C, Berger R.L. *Statistical Inference*. Pacific Grove: Duxbury Press (2001).
- [56] Dietrich C.F. *Uncertainty, Calibration and Probability: The Statistics of Scientific and Industrial Measurements*. Adam Hilger Series on Measurement Science and Technology, Bristol, UK (1991).
- [57] Forbes A.B. *An MCMC algorithm based on GUM Supplement 1 for uncertainty evaluation*. Measurement: Journal of the International Measurement Confederation, 45(5):1188-1199 (2012).
- [58] Wübbeler G, Krystek M, Elster C. *Evaluation of measurement uncertainty and its numerical calculation by a Monte Carlo method*. Measurement Science and Technology, 19(8):Article number 084009 (2008).
- [59] Wang C.M, Iyer H.K. *A generalized confidence interval for a measurand in the presence of type-A and type-B uncertainties*. Measurement: Journal of the International Measurement Confederation, 39(9):856-863 (2006).
- [60] Willink R. *Coverage intervals and statistical coverage intervals*. Metrologia, 41(3):L5-L6 (2004).
- [61] Vilbaste M, Slavin G, Saks O, Pihl V, ILeito I. *Can coverage factor 2 be interpreted as an equivalent to 95% coverage level in uncertainty estimation? Two case studies*. Measurement: Journal of the International Measurement Confederation, 43(3):392-399 (2010).
- [62] Stratakis D.I, Miaoudakis A.I, Xenos T.D, Zacharopoulos V.G. *Overall uncertainty estimation in multiple narrow-band in situ electromagnetic field measurements*. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 58(8):2767-2779 (2009).

- [63] Stratakis D, Miaoudakis A, Katsidis C, Zacharopoulos V, Xenos T. *On the uncertainty estimation of electromagnetic field measurements using field sensors: A general approach*. Radiation Protection Dosimetry, 133(4):240-247 (2009).
- [64] Kim B.C, Yun J-H, Park S-O. *Uncertainty estimation for evaluating human exposure levels to RF electromagnetic fields from cellular base stations*. IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, 54(2):246-253 (2012).
- [65] Bertocco M, Sona A, Zanchetta P. *An improved method for the evaluation of uncertainty of channel power measurement with a spectrum analyzer*. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 56(4):1165-1170 (2007).
- [66] Kühn S, Kuster N. *Evaluation of measurement techniques to show compliance with RF safety limits in heterogeneous field distributions*. IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, 52(4):820-828 (2010).
- [67] Prieto J, Alonso A.A, De La Rosa R, Carrera A. *Adaptive framework for uncertainty analysis in electromagnetic field measurements*. Radiation Protection Dosimetry, 164(3):422-434 (2015).
- [68] Vulević B, Osmokrović P. *Evaluation of uncertainty in the measurement of environmental electromagnetic fields*. Radiation Protection Dosimetry, 141(2):173-177 (2010).
- [69] Rohde&Schwarz. R&S TS-EMF EMF Measurement System - technical data 1158.9295.04, R&S (2009).
- [70] Bertoni H. L. *Radio Propagation for Modern Wireless Systems*. Prentice Hall PTR (2000).
- [71] Cicchetti R, Faraone A. *Estimation of the peak power density in the vicinity of cellular and radio base station antennas*. IEEE Transactions Electromagnetic Compatibility, 46(2):275-290 (2004).
- [72] Altman Z, Begasse B, Dale C, Karwowski A, Wiart J, Wong M-F, Gattoufi L. *Efficient models for base station antennas for human exposure assessment*. IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, 44(2):588-592 (2002).
- [73] Blanch S, Romeu J, Cardama A. *Near field in the vicinity of wireless base-station antennas: an exposure compliance approach*. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 50(5):685-692 (2002).
- [74] Gosselin M.C, Christ A, Kuhn S, Kuster N. *Dependence of the occupational exposure to mobile phone base stations on the properties of the antenna and the human body*. IEEE Transactions Electromagnetic Compatibility, 51(2):227-235 (2009).
- [75] Bernardi P, Caragnaro M, Pisa S, Piuze E. *Human exposure to radio base-station antennas in urban environment*. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 48(1):1996-2002 (2000).
- [76] Faraone A, Yew-Siow Tay R, Joyner K.H, Balzano Q. *Estimation of the average power density in the vicinity of cellular base-station collinear array antennas*. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 49(3):984-996 (2000).
- [77] Adane Y, Gati A, Wong M-F, Dale C, Wiart J, Hanna V.F. *Optimal modeling of real radio base station antennas for human exposure assessment using spherical-mode decomposition*. IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 1:215-218 (2002).
- [78] Catarinucci L, Palazzari P, Tarricone L. *Human exposure to the near field of radiobase antennas - a fullwave solution using parallel FDTD*. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 51(3):935-940 (2003).
- [79] Joseph W, Martens L. *Comparison of safety distances based on the electromagnetic field and based on the SAR for occupational exposure of a 900 MHz basestation antenna*. IEEE Transactions Electromagnetic Compatibility, 47(4):977-985 (2005).

- [80] Meyer F.J.C, Davidson D.B, Jakobus U, Stuchly M.A. *Human exposure assessment in the near field of GSM base-station antennas using a hybrid finite element method of moments technique*. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 50(2):224-233 (2003).
- [81] Vizquez I, Olias E, Barrado A, Pleite J. *Analysis of long time series of environmental electromagnetic field*. Electronics Letters, 39(1):125-127 (2003).
- [82] Neskovic N, Koprivica M, Neskovic A, Paunovic G. *Improving the efficiency of measurement procedures for assessing human exposure in the vicinity of mobile phone (GSM/DCS/UMTS) base stations*. Radiation Protection Dosimetry, 149(3):238-244 (2012).
- [83] World Health Organization. *Research Agenda on Radio Frequency Fields*. WHO, Geneva (2010).
- [84] Knafl U, Lehmann H, Riederer M. *Electromagnetic Field Measurements Using Personal Exposimeters*. Bioelectromagnetics, 29(2):160-162 (2008).
- [85] Bolte J.F, Van der Zande G, Kamer J. *Calibration and uncertainties in personal exposure measurements of radiofrequency electromagnetic fields*. Bioelectromagnetics, 32(8):652-663 (2011).
- [86] Neubauer G, Cecil S, Giczi W, Petric B, Preiner P, Fröhlich J, Rösli M. *The Association between exposure determined by radio frequency personal exposimeters and human exposure: A simulation study*. Bioelectromagnetics, 31(7): 535-545 (2010).
- [87] Thuróczy G, Molnár F, Jánossy G, Nagy N, Kubinyi G, Bakos J, Szabó J. *Personal RF dosimetry in urban area*. Annals of Telecommunications, 63(1-2):87-96 (2008).
- [88] Tesanovic M, Conil E, De Domenico A, Agüero R, Freudenstein F, Correia L, Bories S, Martens L, Wiedemann P, Wiart J. *The LEXNET Project: Wireless Networks and EMF: Paving the Way for Low-EMF Networks of the Future*. IEEE Vehicular Technology Magazine, 9(2):20-28 (2014).
- [89] Diez L, Anwar S, Rodriguez de Lope L, Le Hennaff M, Toutain Y, Agüero R. *Design and integration of a low-complexity dosimeter into the Smart City for EMF assessment*. European Conference on Networks and Communications - EUCNC 2014, Bologna (2014).
- [90] Recommendation ITU-R P.1406. *Propagation effects relating to terrestrial land mobile service in the VHF and UHF bands*. ITU-R (1999).
- [91] Recommendation ITU-R P.1145. *Propagation data for the terrestrial land mobile service in the VHF and UHF bands*. ITU-R (1995).
- [92] Tenoux T, Lostanlen Y. *Modeling and analysis of the radio wave depolarization in urban environments*. Physical Communication, 5(4):338-351 (2012).
- [93] Vilar E. *Depolarisation and field transmittances in indoor communications*. Electronics Letters, 27(9):732-733 (1991).
- [94] Kürner T, Meier A. *Prediction of Outdoor and Outdoor-to-Indoor Coverage in Urban Areas at 1.8 GHz*. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 20(3):496-506 (2002).
- [95] Koprivica M, Nešković A, Nešković N. *Conversion from mono-axial to isotropic measurements for assessing human exposure to electromagnetic fields of GSM/DCS/UMTS base stations*. Annals of Telecommunications, 70(9-10):407-414 (2015).
- [96] Anwar M.S, Toutain Y, Bories S, Dassonville D, Fernandez Y, Sanchez A. *Wearable wideband exposimeter design for electromagnetic field exposure measurements*, European Microwave week - EUMC 2014, Rome, Italy (2014).
- [97] Koprivica M, Petrić M, Popović M, Milinković J, Nikšić S, Nešković A. *Long-term variability of electromagnetic field strength for GSM 900MHz downlink band in*

- Belgrade urban area*. 22. telekomunikacioni forum - TELFOR 2014, Beograd, 9-12 (2014).
- [98] Freudenstein F, Wiedemann P.M, Varsier N. *Exposure knowledge and risk perception of RF EMF*. *Frontiers in Public Health*, 2(289):1-8 (2015).
- [99] Freudenstein F, Wiedemann P.M, Pejanovic-Djurisic M, Koprivica M, Neskovic A. *Intuitive exposure and risk perception of RF EMF: Case studies Serbia and Montenegro*. 22. telekomunikacioni forum - TELFOR 2014, Beograd, 1-4 (2014).
- [100] Loskot P, Hassanien M.A.M, Farjady F, Ruffini M, Payne D. *Long-term drivers of broadband traffic in next-generation networks*. *Annals of Telecommunications*, 70(1-2):1-10 (2015).
- [101] Bembe M, Kim J, Mhlanga M, Rho J.J, Han Y. *Uplink spectrum resource allocation in heterogeneous networks (small cell/macroucell)*. *Annals of Telecommunications*, 70(7-8):311-319 (2014).
- [102] Lin J.C. *Microwave exposure and safety associated with personal wireless telecommunication base stations*. *IEEE Microwave Magazine*, 3(3):28–32 (2002).
- [103] Nicolas E, Lautru D, Jacquin F, Wong M.F, Wiart J. *Specific absorption rate assessments based on a selective isotropic measuring system for electromagnetic fields*. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 50(2):397–401 (2001).
- [104] Las-Heras F, Pino M.R., Loreda S, Alvarez Y, Sarkar T.K. *Evaluating near-field radiation patterns of commercial antennas*. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 54(8):2198–2207 (2006).
- [105] Habachi A.E, Conil E, Hadjem A, Vazquez E, Wong M.F, Gati A, Fleury G, i Wiart J. *Statistical analysis of whole-body absorption depending on anatomical human characteristics at a frequency of 2.1 GHz*. *Physics in Medicine and Biology*, 55(7):1875–1887 (2010).
- [106] Miclaus S, Bechet P, Iftode C. *The application of a channel-individualized method for assessing long-term, realistic exposure to radiofrequency radiation emitted by mobile communication base station antennas*. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 46(3):1355-1362 (2013).
- [107] Petersen R.C. *Electromagnetic radiation from selected telecommunications systems*. *Proceedings of the IEEE*, 68(1):21–24 (1980).
- [108] Sahalos J, Vafiadis E, Samaras T, Babas D, Koukourlis S. *EM field measurements in the vicinity of an antenna park for radiation hazard purposes*. *IEEE Transactions on Broadcasting*, 41(4):130–135 (1995).
- [109] Mcicr K. *Broadband calibration of E-field probes in Lossy Media*. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 44(10):1954–1962 (1996).
- [110] Sanchez M.G, Cuinas I, Alejos A.V. *Electromagnetic field level temporal variation in urban areas*. *Electronics Letters*, 41(5):233–234 (2005).
- [111] Miclaus S, Bechet P, Gheorghievici M. *Long-term exposure to mobile communication radiation: An analysis of time-variability of electric field level in GSM900 downlink channels*. *Radiation Protection Dosimetry*, 154(2):164-173 (2013).
- [112] Bechet P, Miclaus S. *An improved procedure to accurately assess the variability of the exposure to electromagnetic radiation emitted by GSM base station antennas*. *Measurement Science and Technology*, 24(1):1–9 (2013).
- [113] Bornkessel C, Schubert M, Wuschek M, Schmidt P. *Determination of the general public exposure around GSM and UMTS base stations*. *Radiation Protection Dosimetry*, 124(1):40–47 (2007).
- [114] Troisi F, Boumis M, Grazioso P. *The Italian national electromagnetic field monitoring network*. *Annals of Telecommunications*, 63(1–2):97–108 (2008).

- [115] Gotsis A, Papanikolaou N, Komnakos D, Yalofas A, Constantinou P. *Non-ionizing electromagnetic radiation monitoring in Greece*. Annals of Telecommunications, 63(1–2):109–123 (2008).
- [116] Christopoulou M, Karabetsos E. *In situ measurements of radiofrequency exposure levels in Greece from 2008 to 2013: A multi-parametric annual analysis*. Bioelectromagnetics, 36(4):325–329 (2015).
- [117] Wu T, Shao Q, Yang L, Qi D, Lin J, Lin X, Yu Z. *A large-scale measurement of electromagnetic fields near GSM base stations in Guangxi, China for risk communication*. Radiation Protection Dosimetry, 155(1):25–31 (2013).
- [118] Kim B.C, Park S.O. *Evaluation of RF electromagnetic field exposure levels from cellular base stations in Korea*. Bioelectromagnetics, 31(6):495–498 (2010).
- [119] Kim B.C, Kim W.K, Lee G.T, Choi H.D, Kim N, Pack J.K. *Evaluation of radiofrequency exposure levels from multiple wireless installations in population dense areas in Korea*. Bioelectromagnetics, 35(8):603–606 (2014).
- [120] Deatanyah P, Amoako J.K, Fletcher J.J, Asiedu G.O, Adjei D.N, Dwapanyin G.O, Amoatey E.A. *Assessment of radiofrequency radiation within the vicinity of some GSM base stations in Ghana*. Radiation Protection Dosimetry, 151(2):218–223 (2012).
- [121] Calvente I, Fernández M.F, Pérez-Lobato R, Dávila-Arias C, Ocón O, Ramos R, Ríos-Arrabal S, Villalba-Moreno J, Olea N, Núñez M.I. *Outdoor characterization of radio frequency electromagnetic fields in a Spanish birth cohort*. Environmental Research, 138:136–143 (2015).
- [122] Karadağ T, Yüceer M, Abbasov T. *A large-scale measurement, analysis and modelling of electromagnetic radiation levels in the vicinity of GSM/UMTS base stations in an urban area*. Radiation Protection Dosimetry, 168(1):134–147 (2016).
- [123] Henderson S.I, Bangay M. J. *Survey of RF exposure levels from mobile telephone base stations in Australia*. Bioelectromagnetics, 27(1):73–76 (2006).
- [124] Joyner K.H, Van Wyk M.J, Rowley J.T. *National surveys of radiofrequency field strengths from radio base stations in Africa*. Radiation Protection Dosimetry, 158(3):251–262 (2014).
- [125] Urbinello D, Joseph W, Huss A, Verloock L, Beekhuizen J, Vermeulend R, Martens L, Röösli M. *Radio-frequency electromagnetic field (RF-EMF) exposure levels in different European outdoor urban environments in comparison with regulatory limits*. Environmental International, 68:49-54 (2014).
- [126] Alanko T, Hietanen M, Nandelstadh P.V. *Occupational exposure to RF fields from base station antennas on rooftops*. Annals of Telecommunications, 63(1–2):125–132 (2008).
- [127] Keow M.A, Radiman S. *Assessment of radiofrequency/microwave radiation emitted by the antennas of rooftop-mounted mobile phone base stations*. Radiation Protection Dosimetry, 121(2):122–127 (2005).
- [128] Nayyeri V, Hashemi S.M, Borna M, Jalilian H.R, Soleimani M. *Assessment of RF radiation levels in the vicinity of 60 GSM mobile phone base stations in Iran*. Radiation Protection Dosimetry, 155(2):241-244 (2013).
- [129] Nitu V. *Electromagnetic field exposure from GSM and UMTS indoor base stations*. Applied Mechanics and Materials, 332:98-103 (2013).
- [130] Aerts S, Plets D, Verloock L, Martens L, Joseph W. *Assessment and comparison of total RF-EMF exposure in femtocell and macrocell base station scenarios*. Radiation Protection Dosimetry, 162(3):236–243 (2014).
- [131] Koprivica M, Neskovic N, Neskovic A, Paunovic G. *Statistical analysis of electromagnetic radiation measurements in the vicinity of GSM/UMTS base station antenna masts*. Radiation Protection Dosimetry, 158(3):263-275 (2014).

- [132] Koprivica M, Slavkovic V, Neskovic N, Neskovic A. *Statistical analysis of electromagnetic radiation measurements in the vicinity of GSM/UMTS base station installed on buildings in Serbia*. Radiation Protection Dosimetry, 168(4):489-502 (2016).
- [133] Koprivica M, Petrić M, Neskovic N, Neskovic A. *Statistical Analysis of Electromagnetic Radiation Measurements in the Vicinity of Indoor Microcell GSM/UMTS Base Stations in Serbia*. Bioelectromagnetics, 37(1):69–76 (2016).
- [134] Plets D, Joseph W, Vanhecke K, Vermeeren G, Wiart J, Aerts S, Varsier N, Martens L. *Joint minimization of uplink and downlink whole-body exposure dose in indoor wireless networks*. BioMed Research International, art. no. 943415, 2015:1-9 (2015).
- [135] Gati A, Conil E, Wong M-F, Wiart J. *Duality between uplink local and downlink whole-body exposures in operating networks*. IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, 52(4):829-836 (2010).
- [136] Plets D, Joseph W, Aerts S, Vanhecke K, Vermeeren G, Martens L. *Prediction and comparison of downlink electric-field and uplink localised SAR values for realistic indoor wireless planning*. Radiation Protection Dosimetry, 162(4):487-498 (2014).
- [137] Aerts S, Plets D, Thielens A, Martens L, Joseph W. *Impact of a small cell on the RF-EMF exposure in a train*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 12(3):2639-2652 (2015).
- [138] Plets D, Joseph W, Aerts S, Vermeeren G, Varsier N, Wiart J, Martens L. *Assessment of contribution of other users to own total whole-body RF absorption in train environment*. Bioelectromagnetics, 36(8):597–602 (2015).
- [139] Popović M, Koprivica M, Nikšić S, Milinković J, Nešković A. *Methodology for the comparison of cellular technologies and services with respect to EMF exposure*. 22. telekomunikacioni forum - TELFOR 2014, Beograd, 13-16 (2014).
- [140] Varsier N, Huang Y, Krayni A, Hadjem A, Wiart J, Vermeeren G, Plets D, Joseph W, Martens L, Oliveira C, Sebastião D, Ferreira M, Cardoso F, Correia L, Koprivica M, Popović M, Kocan E, Pejanovic-Djurisic M. *Deliverable D2.8: Global wireless exposure metric definition, EU FP7 Project LEXNET (Low-EMF Exposure Future Networks) (GA N°318273)*, European Commission Ref. Ares(2015)5347928-25/11/2015 (2015).
- [141] Varsier N, Plets D, Corre Y, Vermeeren G, Joseph W, Aerts S, Martens L, Wiart J. *A novel method to assess the human population exposure induced by a wireless telecommunication network*. Bioelectromagnetics, 36(6):451-463 (2015).
- [142] Recommendation ITU-T K.83 (03/2011) *Monitoring of electromagnetic field levels*.
- [143] Recommendation ITU-T K.83 (07/2014) *Monitoring of electromagnetic field levels - Amendment 1: Updates to the Introduction and Appendix I of ITU-T K.83*.
- [144] Recommendation ITU-T K.113 (11/2015) *Generation of radio-frequency electromagnetic field level maps*.
- [145] IEC 62311 (2007), *Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz-300 GHz)*.
- [146] IEC 60529 (1989), *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*.
- [147] Huang Y, Varsier N, Nikšić S, Kocan E, Pejanovic-Djurisic M, Popović M, Koprivica M, Nešković A, Milinković J, Gati A, Person C, Wiart J, *Comparison of average global exposure of population induced by a macro 3G network in different geographical areas in France and Serbia*. Bioelectromagnetics, 37(6):382-390 (2016).

IV PRILOG
TEHNIČKA DOKUMENTACIJA SENZORA

NARDA EMF MONITORS

AMB-8059

Continuous, remote monitoring and logging of electromagnetic fields

ITU-T K.83
compliant

- ▲ **Wideband probes for environmental monitoring**
- ▲ **Quad-band probes for telecommunications monitoring**
- ▲ **Electric & magnetic probes for power supply & industrial applications**
- ▲ **Fully autonomous operation:**
 - Solar panel power supply
 - Built-in mobile modem
 - Automatic data transfer
 - Daily reports, warnings & alarm messages via SMS
 - On-board GPS
- ▲ **Easy integration into test environments and Web Based Applications**
- ▲ **Low weight, robust design, compact size for indoor and outdoor operations**



Area Monitor AMB-8059/03
with Solar Panel

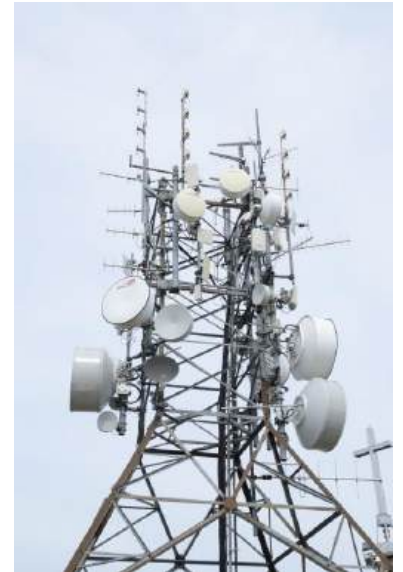
INTRODUCTION

Narda EMF Monitors are equipped with exclusive, state-of-the-art sensors having high sensitivity, accuracy and reliability. Their robust, uncluttered construction is perfect for long-term outdoor installation. The AMB-8059 handles applications from a few Hertz through to long wave and on up to high frequency microwave radiation using a selection of interchangeable probes for electric and magnetic fields.

Minimum outlay, maximum result

An EMF monitoring system is made up from a series of EMF monitors installed wherever the EMF presence needs to be assessed continuously or by long term observation. The EMF monitors store the data and report them using conventional mobile data communication at set time intervals to a central unit, e.g. PC or data server. The system size can range from a single location up to countrywide coverage. Narda EMF monitors combine all the features that are essential for this purpose: autonomy, outdoor usability, mobility, robustness, and low operating costs.

You can be certain to find the ideal solution for every area of application with Narda. And you can depend on its reliability, thanks to our decades of experience coupled with cutting edge technology, backed up by our own certified calibration laboratory.



The AMB Series

Its broadband application is the optimum solution for technical superiority from a tight budget. Four models are available:

Unit designation	AMB-8059/03	AMB-8059/02	AMB-8059/01	AMB-8059/00
Solar panel (24/7) & back-up battery	✓		✓	
Internal modem	✓	✓		
GPS sensor	✓	✓	✓	✓
Battery life 6 – 12 months (Li-Ion)		✓		✓
Remote capabilities	✓	✓		
Long-term measurement	●	○	●	○
Short-term measurement	●	●	●	●

● particularly suitable ○ suitable



Complete program for all requirements

Narda offers a wide range of different isotropic probes. These include quad-band probes for separating mobile telephone services as well as wideband measurement from 100 kHz to 7 GHz. Special probes are available for low frequency magnetic or electric fields from 10 Hz to 5 kHz. This means that emissions from high-voltage cables and transformer stations can be recorded. Further, it is possible to combine up to two probes, e.g. an electric and a magnetic field probe in the so-called "dual probe configuration".



Applications – Narda Area Monitors Probes

Frequency range	100 kHz to 3 GHz	100 kHz to 7 GHz	10 Hz to 5 kHz	0.1-3000 MHz, 0.1-862 MHz, 933-3000 MHz	0.1-3000 MHz, GSM, UMTS (adjustable)	0.1-7000 MHz, GSM, UMTS (adjustable)	10 Hz to 5 kHz
Field type	E	E	E	E	E	E	H
Band type	Wideband	Wideband	Single	Tri-band	Quad-band	Quad-band	Single
Probe designation	EP-1B-01	EP-1B-03	EP-1B-04	EP-3B-01	EP-4B-01	EP-4B-02	HP-1B-01
Mobile communications	●	●		●	●	●	
Radio / TV broadcasting	●	●		●	●	●	
Industry	●	●	●	○	○	○	●
Railroads			●				●
Power lines			●				●
Transformers			●				●

● particularly suitable ○ suitable

Simultaneous monitoring of electric and magnetic fields

Possible dual-probe configuration:

Probe combination		HP-1B-01 + EP-1B-04	HP-1B-01 + EP-1B-01	HP-1B-01 + EP-1B-03
Frequency range / field type	H	10 Hz to 5 kHz	10 Hz to 5 kHz	10 Hz to 5 kHz
	E	10 Hz to 5 kHz	100 kHz to 3 GHz	100 kHz to 7 GHz

TECHNICAL SPECIFICATIONS

EP-1B-01 Electric Field Probe*	
Frequency range	100 kHz to 3 GHz
Measurement range	0.2 to 200 V/m (dynamic range > 60 dB)
Measurement resolution	0.01 V/m
Overload	600 V/m
Typical accuracy @ 6 V/m	± 0.8 dB @ 50 MHz
Flatness @ 20 V/m	1– 200 MHz ± 0.8 dB; 150 kHz - 3 GHz ± 1.5 dB
Anisotropy @ 6 V/m	± 0.8 dB @ 50 MHz (typical 0.6 dB)
H-Field rejection	> 20 dB
Temperature error	0.1 dB / °C
Size and weight	450 mm length, 55 mm diameter – 180 g

EP-1B-03 Electric Field Probe*	
Frequency range	100 kHz to 7 GHz
Measurement range	0,2 V/m – 200 V/m (dynamic range > 60 dB)
Measurement resolution	0.01 V/m
Overload	600 V/m
Typical accuracy @ 6 V/m	± 0.8 dB @ 50 MHz
Flatness @ 20 V/m	3 MHz-200 MHz: ±0,8 dB; 0,15 MHz-3 GHz: ±1,5 dB ; 0,1 MHz-6 GHz: ±2 dB
Anisotropy @ 6V/m	± 0.8 dB @ 50 MHz (typical 0.6 dB)
H field rejection	> 20 dB
Temperature error	0.1 dB/°C
Size and weight	450 mm x 55 mm (diam.), 180 g

EP-1B-04 Electric Field Probe*	
Frequency range	10 Hz to 5 kHz
Measurement range and overload	5 V/m to 20 kV/m (dynamic range > 72 dB); overload: > 30 kV/m
Measurement resolution	0.1 V/m
Flatness @ 100 V/m (40 Hz – 1 kHz)	1 dB (typical 0.5 dB)
Anisotropy	0.5 dB @ 50 Hz, 100 V/m
H field rejection	> 20 dB
Size and weight	77 mm length, 53 mm diameter -- 110 g

EP-3B-01 Tri-Band Electric Field Probe*			
Frequency range	Wideband: 0.1- 3000 MHz	Low pass: 0.1 - 862 MHz	High pass: 933 - 3000 MHz
Measurement resolution	0.01 V/m		
Measurement range	0.2 to 200 V/m (dynamic range > 60 dB)		
Overload	600 V/m		
Typical accuracy @ 6 V/m	± 0.8 dB @ 50 MHz		± 0.8 dB @ 1 GHz
Flatness @ 20 V/m	1-200 MHz ± 0.8 dB 150 kHz-3 GHz ±1.5 dB	1-200 MHz±0.8 dB 150 kHz-862 MHz±1.5 dB	933-3000 MHz ± 1.5dB
Anisotropy @ 6 V/m	± 0.8 dB @ 50 MHz (typical 0.6 dB)		± 0.8 dB @ 1 GHz (typical 0.6 dB)
Out of band attenuation	Not applicable	933 MHz-3 GHz > 23 dB (ref. to 50 MHz)	0,1 – 862 MHz > 23 dB (ref. to 1 GHz)
H field rejection	> 20 dB		
Temperature error	0.1 dB/°C		
Size and weight	450 mm length, 55 mm diameter - 180 g		

EP-4B-01 Quad-Band Electric Field Probe*				
Frequency range	Wideband 0.1 - 3000 MHz	EGSM 900 925 - 960 MHz	EGSM 1800 1805 - 1880 MHz	UMTS 2110 - 2170 MHz
Meas. range	0.2 to 200 V/m	0.03 to 30 V/m	0.03 to 30 V/m	0.03 to 30 V/m
Meas. resolution	0.01 V/m			
CW damage level	300 V/m			
Flatness @ 6 V/m	1-200 MHz ± 0.8 dB 150 kHz-3 GHz ± 1.5 dB	925-960 MHz +0.5/-2.5 dB	1805 – 1880 MHz +0.5/-2.5 dB	2110 – 2170 MHz +0.5/-2.5 dB
Anisotropy	± 0.8 dB @ 50 MHz, 3 V/m (typical 0.6 dB)	± 0.8 dB @ 942.5 MHz, 3 V/m (typical 0.6 dB)	± 0.8 dB @ 1842.5 MHz, 3 V/m (typical 0.6 dB)	± 0.8 dB @ 2140 MHz, 3 V/m (typical 0.6 dB)
Out of band attenuation	Not applicable	Rejection to 1842 MHz(GSM): 25 dB to 2140 MHz(UMTS): 25 dB	Rejection to 942 MHz(GSM): 15 dB to 2140 MHz(UMTS): 13 dB	Rejection to 942 MHz(GSM): 17dB to 1842 MHz(GSM): 10 dB
Centre frequency drift	Not applicable	40 °C – 50 °C = ± 100kHz -20 °C – 40 °C = ± 100 kHz/°C		
H field rejection	> 20 dB			
Temperature error	0 °C – 50 °C = ± 0.3 dB		-20 °C – 0 °C = -0.1 dB/°C	
Size and weight	450 mm length, 55 mm diameter – 210 g			

EP-4B-02 Quad-Band Electric Field Probe*				
Frequency range	Wideband 0.1 - 7000 MHz	EGSM 900 925 - 960 MHz	EGSM 1800 1805 - 1880 MHz	UMTS 2110 - 2170 MHz
Meas. range	0.2 to 200 V/m	0.03 to 30 V/m	0.03 to 30 V/m	0.03 to 30 V/m
Meas. resolution	0.01 V/m			
Dynamic range	>60 dB			
Flatness @ 6 V/m	3-200 MHz ± 1.5 dB 150 kHz-3 GHz ± 2 dB 0.1 MHz – 7 GHz ± 3 dB	925 - 960 MHz +0.5 / -2.5 dB	1805 -1880 MHz +0.5 / -2.5 dB	2110 - 2170 MHz +0.5 / -2.5 dB
Anisotropy	± 0.8 dB @ 50 MHz, 3 V/m (typical 0.6 dB)	± 0.8 dB @ 942.5 MHz, 3 V/m (typical 0.6 dB)	± 0.8 dB @ 1842.5 MHz, 3 V/m (typical 0.6 dB)	± 0.8 dB @ 2140 MHz, 3 V/m (typical 0.6 dB)
Out of band attenuation	Not applicable	Rejection to 1842 MHz(GSM): 25 dB to 2140 MHz(UMTS):25dB	Rejection to 942 MHz(GSM): 15 dB to 2140 MHz(UMTS):13dB	Rejection to 942 MHz(GSM): 17dB to 1842 MHz(GSM):10 dB
Centre frequency drift	Not applicable	40 °C – 60 °C = ± 100 kHz -20 °C – 40 °C = - 100 kHz / °C		
H field rejection	> 20 dB			
Temperature error	0 °C – 50 °C = ± 0.3 dB		-20 °C – 0 °C = -0.1 dB/°C	
Size and weight	450 mm length, 55 mm diameter – 210 g			

HP-1B-01 Magnetic Field Probe*	
Frequency range	10 Hz to 5 kHz
Measurement range and overload	50 nT to 200 µT (dynamic range >72 dB); overload: > 1 mT
Measurement resolution	1 nT
Flatness	40 Hz – 1 kHz, 1 dB (typical 0.6 dB)
Anisotropy	0.3 dB @ 50 Hz, 3 µT
E field rejection	> 20 dB
Size and weight	83 mm length, 53 mm diameter, 110 g

(*) All probes include on board A/D conversion, calibration factors on E²PROM, and temperature sensor

AMB-8059 Multi-band EMF Area Monitor
Technical Specifications

Frequency range	Depending on probe (see probe specifications)
Dynamic range	Depending on probe (see probe specifications)
Resolution	Depending on probe (see probe specifications)
Sensitivity	Depending on probe (see probe specifications)
Accuracy	Depending on probe (see probe specifications)
Measurement Units	V/m, kV/m, nT, μ T, mT. The unit shown depends on the probe connected
Field measured	Total field, average and Peak (MAX)
Sampling	1 measurement every 1 second

AMB-8059 Multi-band EMF Area Monitor
Measurement / acquisition functions

Memorization interval	30 seconds to 15 minutes
Internal memory	Over 128 MB
Max data storage capacity (before old data are replaced by new ones)	Over 364 days with 1 acquisition every minute
Data download	Manual Automatic managed by the unit at predefined timings ^{(1), (3)} Automatic by PC ^{(2), (3)} Automatic creation of a .TXT and .BMP file after download
Functions	AVG, RMS, maximum peak; daily report via SMS ⁽³⁾ Display and marking of data acquired during modem transmission ⁽³⁾
Field strength alarm	Two programmable field strength thresholds (warning and alarm) with automatic notice both of exceeding the limit and returning within the limits ⁽³⁾
Clock	Real time internal clock
Messages	SMS which can be sent to up to 10 mobile phones simultaneously ⁽³⁾
Sensor	Display of model and calibration date
Battery management	Every record includes Battery Voltage and Charge Current value
Temperature management	Every record includes Internal Temperature value
Humidity management	Every record includes Internal Humidity value
GPS coordinates	Programmable record

AMB-8059 Multi-band EMF Area Monitor	
General Specifications	
GSM module	Quad-band (850, 900, 1800, 1900 MHz) GPRS ⁽³⁾
Field probes	Interchangeable, several models available, single and dual probe operation
Interfaces	RS232, USB, Ethernet, Micro SD Card; GSM/GPRS modem ⁽³⁾
Protection	Microswitch to notify case opening
Other alarms	Protective case opening, internal overheat, internal humidity, low battery, battery overload (model AMB-8059/01 and AMB-8059/03 only), probe malfunction, field over limit.
Internal battery	AMB-8059/00 - AMB-8059/02: Non rechargeable primary battery, lithium SAFT LSH20, 3,6 V, 13 A/h AMB-8059/01 - AMB-8059/03: Lead, 4V, 2,5 A/h, rechargeable
Consumption	1 mA with GSM module off 20 mA with GSM module in stand-by state ⁽³⁾ 300 mA max with GSM module transmitting ⁽³⁾
External power	DC, 5 V, 1 A max (AMB-8059/01 and AMB-8059/03 only)
Operating time	AMB-8059/02: about 8 months @ 1min GSM module transmission per day and single probe operating mode (autonomy depends on probe and setting) ^{(4), (5)} AMB-8059/03: > 80 days in total darkness @ 1min GSM module transmission per day and single probe operating mode (autonomy depends on probe and setting) ^{(4), (5)}
Recharging time	24 hours with external power unit (AMB-8059/01 and AMB-8059/03 only)
Auto test	Automatic
Compliance	European directives 89/336 and 73/23, CEI 211-6, CEI 211-7, ITU-T K.83
Ambient temperature	-20 °C / +55 °C
Dimensions	(WxDxH) 112 x 112 x 730 mm
Weight	AMB-8059/00 and AMB-8059/02: 1,2 kg (unit only); 6,5 kg (total weight including supports and base) AMB-8059/01 and AMB-8059/03: 2,4 kg (unit only); 7,7 kg (total weight including supports and base)
Environmental protection	IP55
Country of origin	Italy

Notes:

- (1): To the controller PC or to the user's FTP server depending on the preferred communication mode.
- (2): Directly from the station or from the user's FTP server depending on the preferred communication mode.
- (3): AMB-8059/02 and AMB-8059/03 only are equipped with GSM/GPRS modem.
- (4):, AMB-8059/00 and AMB-8059/01 power autonomy is longer as they are not equipped with GSM/GPRS modem module.
- (5): Specifications depending on battery age, ambient temperature and GSM field coverage.

AMB-8059-SW-02 PC Software	
Main Functions and Requirements	
Main functions	Local and remote communication for AMB-8059 setup and data downloading
	Data display/analysis in graphical and table format
	Vertical and horizontal zoom, linear and logarithmic graphs, marker
	Data export
PC minimum requirements	Operating system: Windows XP, Vista, Windows 7
	Minimum display resolution: 1024x768
	Internet connection for FTP remote communication mode (ports 20 and 21 for FTP data communication must be open)
	Line or GSM modem for CSD (Circuit Switched Data) remote communication mode

ORDERING INFORMATION

AMB-8059 set	
Remote stations:	
Area Monitor station powered by internal primary Li-Ion battery	AMB-8059/00
Area Monitor station powered by solar panel and back-up battery	AMB-8059/01
Area Monitor remote station with GSM/GPRS internal modem, powered by internal primary Li-Ion battery	AMB-8059/02
Area Monitor remote station with GSM/GPRS internal modem, powered by solar panel and back up battery	AMB-8059/03
Field probes:	
• Electric field probe 0.1 to 3000 MHz; 0.2 to 200 V/m	EP-1B-01
• Tri-band electric field probe 0.1 to 3000 MHz / 0.1 to 862 MHz / 933 to 3000 MHz; 0.2 to 200 V/m	EP-3B-01
• Electric field probe 0.1 to 7000 MHz; 0.2 to 200 V/m	EP-1B-03
• Quad-band electric field probe 0.1 to 3000 MHz; 0.2 to 200 V/m / 925 to 960 MHz / 1805 to 1880 MHz / 2110 to 2170 MHz, 0.03 to 30 V/m	EP-4B-01
• Quad-band electric field probe 0.1 to 7000 MHz; 0.2 to 200 V/m / 925 to 960 MHz / 1805 to 1880 MHz / 2110 to 2170 MHz, 0.03 to 30 V/m	EP-4B-02
• Magnetic field probe 10 Hz to 5 kHz; 50 nT to 200 µT	HP-1B-01
• Electric field probe 10 Hz to 5 kHz; 5 V/m to 20 kV/m	EP-1B-04
Optional accessories:	
• Metallic T-shaped base and Fiberglass mast (includes kit of screws, ties and 3 ballast bags)	AMB-8059-MAST
• Cover extension for AMB-8059 dual probe configuration	8059-CE

Standard accessories supplied with Area Monitor:

- Primary Li-ion battery (AMB-8059/00 and AMB-8059/02 only)
- Power supply / Battery Charger (AMB-8059/01 and AMB-8059/03 only)
- Assembled Solar Unit (AMB-8059/01 and AMB-8059/03 only)
- Ethernet cable (AMB-8059/01 and AMB-8059/03 only)
- USB cable, 1,8 m, USB(A)/USB(B)
- Swivel joint for installation on AMB-8059-MAST
- 2,5 mm and 5 mm Allen keys for socket head screws
- Operating Manual, Test & Calibration Certificates
- AMB-8059-SW02 PC Software

Narda Safety Test Solutions GmbH
 Sandwiesenstrasse 7
 72793 Pfullingen, Germany
 Phone: +49 7121 9732-0
 Fax: +49 7121 9732-790
 E-Mail: support.narda-de@L-3com.com
 www.narda-sts.com

Narda Safety Test Solutions
 435 Moreland Road
 Hauppauge, NY 11788, USA
 Phone: +1 631 231-1700
 Fax: +1 631 231-1711
 E-Mail: NardaSTS@L-3COM.com
 www.narda-sts.us

Narda Safety Test Solutions Srl
 Via Leonardo da Vinci, 21/23
 20090 Segrate (Milano) - Italy
 Phone: +39 02 26 998 71
 Fax: +39 02 26 998 700
 E-mail: nardait.support@L-3com.com
 www.narda-sts.it

© Names and Logo are registered trademarks of Narda Safety Test Solutions GmbH and L3 Communications Holdings, Inc. – Trade names are trademarks of the owners.

NARDA EMF MONITORS

AMS-8061

Frequency selective monitoring by using a three axis isotropic antenna

ITU-T K.83
compliant

- ▲ **Frequency range: 100 kHz to 6 GHz**
- ▲ **Built in spectrum analyzer for monitoring up to 20 user defined frequency bands**
- ▲ **Fully autonomous operation:**
 - Solar panel power supply
 - Built-in mobile modem
 - Automatic data transfer
 - Daily reports, warnings & alarm messages via SMS
 - On-board GPS
- ▲ **Easy integration into test environments and Web Based Applications**
- ▲ **Low weight, robust design, compact size for indoor and outdoor operations**



Area Monitor AMS-8061
with Solar Panel

INTRODUCTION

Narda EMF Monitors are equipped with exclusive, state-of-the-art antennas having high sensitivity, accuracy and reliability. Their robust, uncluttered construction is perfect for long-term outdoor installation. The AMS-8061 combines a tried and tested measurement method with selective frequency range by using a three axis isotropic antenna.

Minimum outlay, maximum result

An EMF monitoring system is made up from a series of EMF monitors installed wherever the EMF presence needs to be assessed continuously or by long term observation. The EMF monitors store the data and report them using conventional mobile data communication at set time intervals to a central unit, e.g. PC or data server. The system size can range from a single location up to countrywide coverage. Narda EMF monitors combine all the features that are essential for this purpose: autonomy, outdoor usability, mobility, robustness, and low operating costs.

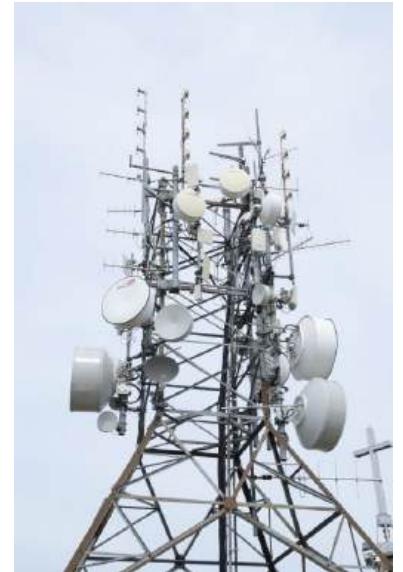
You can be certain to find the ideal solution for every area of application with Narda. And you can depend on its reliability, thanks to our decades of experience coupled with cutting edge technology, backed up by our own certified calibration laboratory.

The AMS-8061

Its frequency selective application is the optimum solution for technical superiority from a tight budget. Narda EMF Monitors can do more than just record and save measurement values at a specific location. The AMS-8061 recognizes which frequency bands and services are responsible for a particular radiation.

For example, if several antennas are installed at one location. It is possible to distinguish between the various mobile services (GSM, UMTS, LTE) as well as between FM TV transmitters. By the help of the built in spectrum analyzer it is possible to determine for each individual EMF Source whether the corresponding emission limit values are being adhered to, in addition to evaluating the effects on the environment.

Narda EMF Monitors provide companies, authorities, and mobile telecoms providers with powerful instruments for performing long term on-site evaluations for their clients.



TECHNICAL SPECIFICATIONS

AMS-8061 Selective Area Monitor

Specifications

Frequency range	100 kHz to 6 GHz
User-Programmable frequency bands	Up to 20, individual start-stop frequency settings
Sensor type	Triaxial, isotropic antenna system
Sensor dimensions	120 mm
Sensor RF connection	50 Ohm, N-male
Sensor control	Multi-pin connector
Measurement range	0,01 to 200 V/m
Dynamic range	> 60 dB in all settings of the attenuator
Sensitivity	0.01 V/m (depending on the band setting)
Overload	435 V/m
Resolution	0.01 V/m
Linearity	≤ ±2 dB
Frequency response (flatness)	≤ ±3 dB
Overall anisotropy (EN50383)	< 2,5 dB to 3 GHz; < 3.5 dB to 6 GHz
Out of band attenuation	> 50 dB, depending on settings
Rejection	> 20 dB
Calibration interval	2 years (recommended)
Sampling rate	Down to 200 ms (depending on the band setting)
Measuring parameters	Automatic and settable (RBW, Hold time, Detector Pk-RMS, Attenuator, Zero Span)
Intrinsic noise suppression	Yes
Unit	V/m, % of preset limit of each band, A/m
EMF stored values	AVG or RMS, Max value
Average and Average time	Arithmetic or RMS; 1 – 15 minutes
Storing rate	1, 2, 6, 15 minutes
Max logging before overwriting	30 days @ 6 minutes storing rate; circular memory
Alarms	SMS and/or data download for: field over limit, memory full, open case, temperature, humidity, low battery, sensor failure, main unit failure.
Communication	FTP and CSD protocols via internal GSM/GPRS modem, Ethernet, RS-232 and USB link
Data download	FTP: automatic to server; CSD: automatic or manual to PC
SIM card type (not included)	Enabled for selected data transmission
SMS	SMS to 10 mobile phones (daily report of Max. EMF value, min. battery voltage)
Battery history	Recording of battery voltage
Temperature and humidity sensors	Internal, logged in memory
GPS coordinates	Latitude, longitude
Clock	Internal real time clock
Firmware upgrade	Remotely upgradable (FTP, CSD), Ethernet, RS232
Interface	RS-232, Ethernet and USB
External memory	Micro SD card (not included)

AMS-8061 Selective Area Monitor**Specifications**

Power supply	Solar panel 17.5 V, 2 x 40 W Backup sealed Pb rechargeable battery, 12 V External DC 12 V – 3 A AC power supply and battery charger 100...240 V, 50/60 Hz to 24 VDC, 1.25A
Autonomy with battery only	48 to 60 Hours, setting depending
Autonomy with solar panel	24 hours/365 days for PSH (Peak Sun Hours) ≥ 2 ; equal to ≥ 2 kWh/m ² per day
Operating temperature	-10 °C to 55 °C
Humidity	< 29g/m ³ 93%
Wind speed	Max 150 km/h (unit must be installed according to instructions)
Protection grade	IP55
Radome dimensions (Ø x H)	250 x 740 mm
Base dimension (LxHxD)	660 x 95 x 600 mm
Pole (Ø x H)	60 x 760 mm
Weight approx.	34 kg
Country of origin	Italy

AMS-8061-SW-02 PC Software**Main Functions and requirements**

Main functions	Local and remote communication for AMS-8061 setup and data downloading
	Data display/analysis in graphical and table format
	Vertical and horizontal zoom, linear and logarithmic graphs, marker
	Data export
PC minimum requirements	Operating system: Windows XP, Vista, Windows 7, Windows 8
	Minimum display resolution: 1024x768
	Internet connection for FTP remote communication mode (ports 20 and 21 for FTP data communication must be open)
	Line or GSM modem for CSD (Circuit Switched Data) remote communication mode

ORDERING INFORMATION

AMS-8061 set

Remote Station

Selective field area monitor station including tri-axial antenna, solar panel and back-up battery, support base and mast.

AMS-8061

Standard accessories supplied with AMS-8061:

- 2 cable ties
- Ballast bag
- Tools kit
- AC/DC power supply / battery charger
- RS-232 cable
- Ethernet cable
- Software CD
- Operating manual
- Certificate of calibration

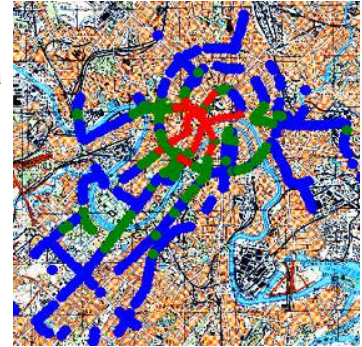
Narda Safety Test Solutions GmbH
Sandwiesenstrasse 7
72793 Pfullingen, Germany
Phone: +49 7121 9732-0
Fax: +49 7121 9732-790
E-Mail: support.narda-de@L-3com.com
www.narda-sts.com

Narda Safety Test Solutions
435 Moreland Road
Hauppauge, NY 11788, USA
Phone: +1 631 231-1700
Fax: +1 631 231-1711
E-Mail: NardaSTS@L-3COM.com
www.narda-sts.us

Narda Safety Test Solutions Srl
Via Leonardo da Vinci, 21/23
20090 Segrate (Milano) - Italy
Phone: +39 02 26 998 71
Fax: +39 02 26 998 700
E-mail: nardait.support@L-3com.com
www.narda-sts.it

The Drive Test solution of Narda

- Create your map of electromagnetic field levels covering a large area in a minimum of time.
- Easy installation and removal on vehicle roof thanks to a magnetic installation kit.
- Live result on a Laptop through a **Fiber Optic** cable.
 - No influence of the measurement values because of a common cable
- No external power supply is required.
 - No influence of an external power supply.



New Product

3. ExpoM RF (Radio Frequency exposure meter)

Description

ExpoM RF is a personal radio frequency exposure meter. Band selective measurements allow for a detailed differentiation of the different electromagnetic field sources. The 16 bands covered by this device include all major wireless communication and broadcasting services, including LTE.



Applications

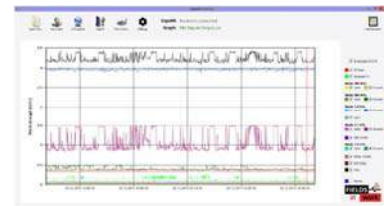
- Tracking personal exposure to RF electromagnetic fields
- Measuring and monitoring field strengths near broadcasting and mobile phone transmitters
- Measuring field strengths to comply with safety regulations
- Long-term Monitoring at home and at work
- Quick overview of the RF exposure as a graph and numeric value
- Drive- or Walktest of the fields in & outdoor

New Product

3. ExpoM RF (Radio Frequency exposure meter)

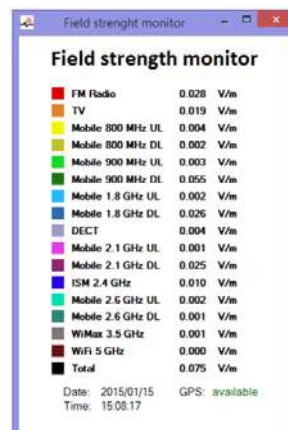
Key Features

- Broad frequency range: 87.5 MHz to 5.875 GHz
- 16 predefined frequency bands
- Includes LTE bands (800 MHz and 2.6 GHz)
- Excellent dynamic range 0.005 to 5 V/m – Low detection limit
- True-RMS measurement – most accurate exposure meter on the market



Frequency bands and measurement range

Band name	Frequency range	Typical dynamic range	
FM Radio	87.5 – 108 MHz	0.02 V/m	5 V/m
DVB-T	470 – 790 MHz	0.005 V/m	5 V/m
LTE800 downlink	791 – 821 MHz	0.005 V/m	5 V/m
LTE800 uplink	832 – 862 MHz	0.005 V/m	5 V/m
GSM900 uplink	880 – 915 MHz	0.005 V/m	5 V/m
GSM900 downlink	925 – 960 MHz	0.005 V/m	5 V/m
GSM1800 uplink	1710 – 1785 MHz	0.005 V/m	5 V/m
GSM1800 downlink	1805 – 1880 MHz	0.005 V/m	5 V/m
DECT	1880 – 1900 MHz	0.005 V/m	5 V/m
UMTS uplink	1920 – 1980 MHz	0.003 V/m	5 V/m
UMTS downlink	2110 – 2170 MHz	0.003 V/m	5 V/m
ISM 2.4 GHz	2400 – 2485 MHz	0.005 V/m	5 V/m
LTE2600 uplink	2500 – 2570 MHz	0.003 V/m	5 V/m
LTE2600 downlink	2620 – 2690 MHz	0.003 V/m	5 V/m
WiMax 3.5 GHz	3400 – 3600 MHz	0.003 V/m	3 V/m
ISM 5.8 GHz / U-NII 1-2e	5150 – 5875 MHz	0.05 V/m	5 V/m



New Product

3. ExpoM RF (Radio Frequency exposure meter)

Key Features

- Real-time monitoring of the measurements on a smartphone (Bluetooth)



Android Utility

The Bluetooth capability of ExpoM RF allows to transmit the measurements to an Android based smartphone or tablet in real time. Connect to ExpoM RF and observe the active measurement - simple and easy. You can use the app on as many Android devices as you like.

<http://www.fieldsatwork.ch/index.php?page=downloads>



New Product

3. ExpoM RF (Radio Frequency exposure meter)

Key Features

- Automatic position tracking using built-in GPS receiver
- Data export to Google Earth
- Marker button to highlight specific events (i.e. position changes etc.)
- 4 GB data logger allowing for extra-long recording periods
- Easy to use and small size (16 x 8 cm)
- Excellent Battery management allows to record for days and weeks
- Lifetime free software upgrade



Recorded values exported to Google Earth

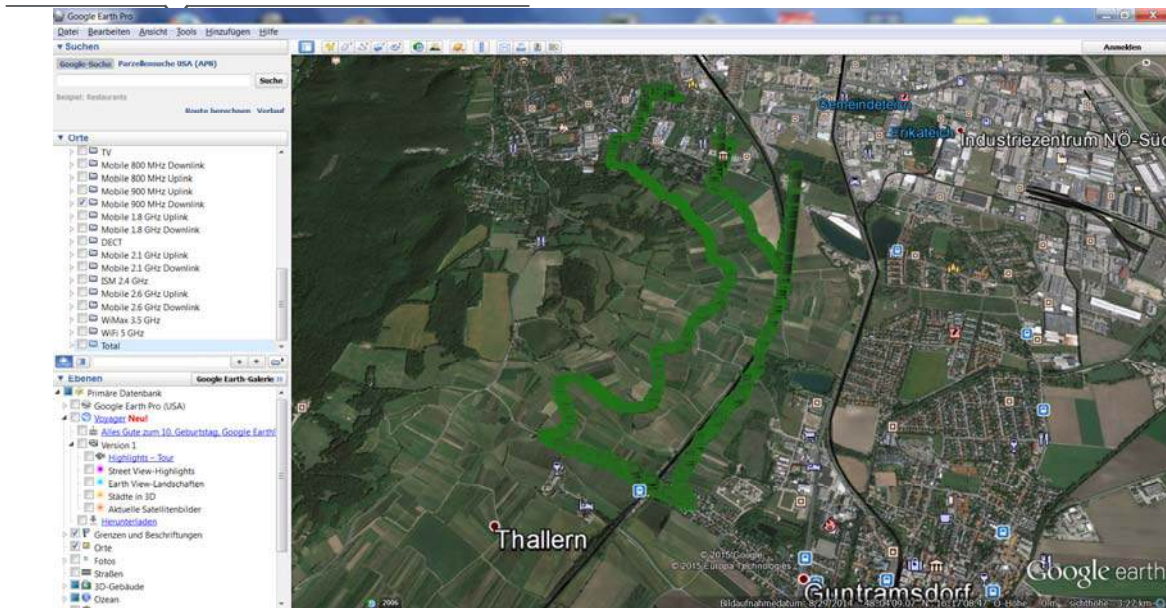


New Product

3. ExpoM RF (Radio Frequency exposure meter)

Key Features

- Data export to Google Earth





SRM-3006 Selective Radiation Meter



- ◆ Complete Solution for Selective Measurement of RF and Microwave Electromagnetic Fields
- ◆ Isotropic and Single-Axis Measurements from 9 kHz to 6 GHz
- ◆ Excellent Immunity for Operation in High Field Strengths
- ◆ Automatic Antenna and Cable Detection
- ◆ Results in V/m, A/m, Power Density, or Percentage of Permissible Limit
- ◆ Measures strength of single emitters in multiple emitter environments
- ◆ Ultra Wide Dynamic Range of 50 μ V/m to 200 V/m (E-Field)
- ◆ Determines 5% Boundaries for FCC Compliance
- ◆ Resolution Bandwidths (RBWs) up to 20 MHz for UMTS and W-CDMA, 32 MHz (Level Recorder and SCOPE Modes)
- ◆ Designed for Outdoor Use: rugged, splash proof ergonomic design. Equipped with GPS and voice recorder to simplify survey reports
- ◆ Optional SCOPE, UMTS and LTE Modes

Features

The Selective Radiation Meter (SRM-3006) is our second generation, hand-held system for performing narrowband analysis of electromagnetic fields. Unlike our NBM series (broadband), the SRM-3006 has the ability to give you results of individual emitters and also generate a total of all emitters. The SRM-3006 allows you to verify compliance with the US FCC's "5% Rule" as well as accurately detect fields well below domestic and international standards. The SRM-3006 also has the ability to measure fields more accurately than broadband equipment and maybe more importantly, it is able to give you more information than just the total – like exactly what emitter or emitters are generating the most of the power.



SRM-3006 Selective Radiation Meter

No other measurement system gives you the information and accuracy that the SRM-3006 does. Narda Safety Test Solutions provides complete calibration information standard with every unit, just as you'd expect from the world leader.

The US version of the SRM-3006 consists of a basic unit (meter) and a 3-axis, E-field antenna. The meter is really an optimized spectrum analyzer covering 9 kHz to 6 GHz and modified to make accurate field strength readings with the help of our antennas. You can operate the meter with any type of antenna for special measurements (direction finding, DTV measurements, "Roberts' dipoles") but you'll be impressed by the performance of Narda's designs. We supply our SRM-3006 with a 3-axis design that covers 27 MHz to 3 GHz that is calibrated at 20 different frequencies and reliably works down to 200 $\mu\text{V}/\text{m}$. This portable, rugged and splash-proof system incorporates a highly readable color display, GPS receiver and microphone for voice recording. Also supplied is our full SRM-TS software package, a 1.5 meter cable to separate the antenna from the meter and charger, manual and other accessories inside a very protective carrying case.

Narda offers additional antennas that you'll find listed at the back of this data sheet. We have lower and higher frequency E-field antennas and some single axis designs that offer even higher accuracy. Narda can also supply single or 3-axis H-field antennas. Each antenna is individually calibrated and its factors are automatically accounted for as soon as the antenna is plugged in. We also offer longer cables for special measurement needs, non-metallic tripods, external or mobile battery chargers with extra battery packs, carrying pouches – basically everything you might need to get the survey done.

Every SRM-3006 has the ability to perform single or multiple measurements that can be averaged and/or stored in the meter for download to a computer. You can set-up the

SRM-3006 the way you like and store a complete configuration for later use or repeated uses. You can set up parameters for time controlled storing that only logs the data you want above a certain threshold level. Each system has an embedded GPS receiver and microphone, so every stored reading is supplied with GPS coordinates and can have an audio description added.

Applications

The SRM-3006 has some special capabilities when it comes to RF safety measurements. In addition we have added some other operational modes (UMTS P-CPICH) for common engineering measurements. But if you simply want to perform safety measurements – the SRM-3006 makes it simple.

SAFETY EVALUATION MODE

Have you ever made a broadband measurement and wish you really knew what all the emissions all around you were really adding? The Safety Evaluation Mode is a very popular method to make a reading that simply separates emitters the way you would like them displayed. We include multiple sample tables in the meter we deliver to you that you can use as is, or modify for your own geographical area or interest. It's easy to make your own tables that quickly and cleanly show the total level of individual emitters or bands. You can display the results in common field strength or equivalent power density, or the easily understood "% of standard" units shown below. You can easily modify these tables and identify each frequency band or emitter by the name that you choose. You can add or remove entities as you see fit, thereby customizing the display for your area or need. We even offer two different displays, a common tabular listing as well as a bar graph listing, making evaluation of data quick and accurate.

This is a very powerful way to display multiple emitter data in a way that even non-technical persons understand and technical persons can appreciate.

Battery: 29.01.10 GPS: 16:48:07 Ant: 3AX 50M-3G SrvTbt: USA FCC STD
Cable: SRM 1.5 m Strnd: RPS3 GP

Table View: Detailed

Index	Service	Fmin	Fmax	Act
1	TV Ch. 2-6	54.000 MHz	88.000 MHz	0.000 14 %
2	FM Radio	88.000 MHz	108.000 MHz	0.000 10 %
3	Paging	152.000 MHz	159.000 MHz	0.000 01 %
4	TV Ch. 7-13	174.000 MHz	216.000 MHz	0.000 03 %
5	TV Ch. 14-69	470.000 MHz	806.000 MHz	0.000 05 %
6	SMR Tx	806.000 MHz	821.000 MHz	0.000 00 %
7	Privat Ind mob	821.000 MHz	824.000 MHz	0.000 00 %
8	Cellular AMP'S	824.000 MHz	849.000 MHz	0.000 00 %
9	ESMR/Land mob.	849.000 MHz	869.000 MHz	0.000 00 %
Others				0.000 22 %
Total				0.000 56 %

Isotropic

Safety Evaluation

MR: 0.1 % RBW: 200 kHz (Auto) Sweep Time: 4.274 s Progress:
Noise Suppr.: Off No. of Runs: 9
AVG: 4

Overview with Safety Evaluation: The services to be checked are recorded in editable tables. There's no complicated evaluation needed in Safety Evaluation Mode. The numerical result shows the individual contributions of the services as well as the overall level in terms of the permitted limit value.

Battery: 01/29/10 GPS: 11:57:13 AM Ant: 40°47'48.1" N Cable: 3AX 50M-3G SrvTbt: USA FCC STD
73°27'46.8" W Cable: SRM 1.5 m Strnd: FCC GP

Marker A: Service: Total Freq: --- Max Val: 0.015 %
Marker B: Service: FM Freq: --- Max Val: 0.002 00 %
Marker B-A: Δf: --- B/A: 13.46 %

Isotropic

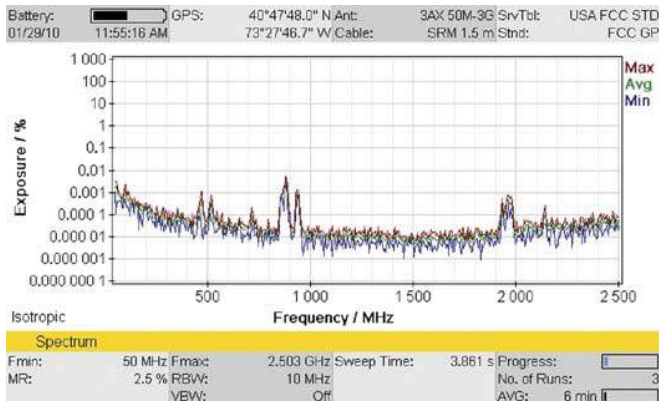
Safety Evaluation • Marker

MR: 2.5 % RBW: 200 kHz (Auto) Sweep Time: 5.203 s Progress:
Noise Suppr.: Off No. of Runs: 7
AVG: 6 min

Safety Table Entries can also be displayed as bars on a graph, quickly identifying what service (or frequency) is providing the most power to your selected safety table.



SRM-3006 Selective Radiation Meter



Classic Spectrum Analysis: Result evaluation using markers and delta markers. For example, the integration function can be used to determine the channel power level. Special feature: Service Identification by means of pre-recorded service values.

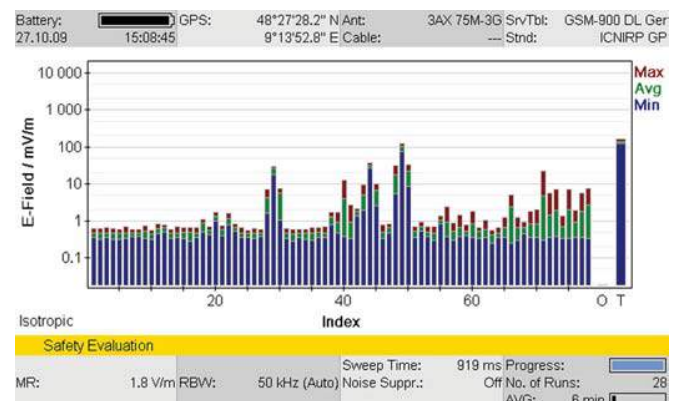
SPECTRUM ANALYSIS MODE

Spectrum Analysis Mode makes finding "hidden" or "intermittent" emitters easy. Perhaps you didn't expect a certain frequency to be used in your area, but in this mode that emitter can be quickly and easily identified by the frequency and level it's operating at. This gives you the real story of what is happening right now – when and where you are performing the measurement. The SRM-3006 allows easy settings of frequencies and resolution bandwidths with a powerful "marker" function that lets you see each significant signal, set a marker on it and zoom to it in a rapid manner. When it comes time to save a spectrum view the SRM saves the entire dataset rather than just a picture. With the supplied SRM-TS software you are able to even post-process information thereby enhancing detected data for your survey reports.

When using the SRM-3006 to "direction find" or search out "cable leakage" the Spectrum Analysis Mode with our overall system design makes it a simple, portable task. First is the SRM's capability to add antennas into its memory. You can easily import calibration data of your existing antennas and/or cables and have the SRM account for them in its display.

SPATIAL AVERAGING

FCC license holders will find the built-in spatial averaging feature very powerful. Broadcasters can employ the 1.5m cable along with optional antenna holders and a non-metallic tripod to make accurate and repeatable measurements at their transmitter sites. GPS logs exactly where the measurement was taken and the narrowband performance means you just survey your emissions. Cellular operators can also use the fast time averaging for a quick vertical spatial average sweep, again logging just your emission out and beyond the "5%" distance.



Safety Evaluation in the UMTS Range: The individual channels with their channel numbers are shown next to each other in the bar graph display, just like a textbook. The "T" bar on the extreme right shows the total power density. The "O" bar shows the contributions from the frequency gaps (others) between the services

LEVEL RECORDER MODE

Level Recorder Mode allows you to particularly watch one signal or band over a long time period. The display is optimized to give you four results, Maximum Peak, Actual Peak (present reading), Maximum RMS and RMS. RMS Actual is an average over a time that you choose from 0.48 seconds to 30 minutes. This makes long term monitoring of an emitter easy and supplies all the data you might need to fully evaluate its contribution to the overall site levels.

TIME CONTROLLED STORING

The SRM can store measurements under timer control by specifying the start date, start time, measurement duration, and other parameters.

Options

UMTS P-CPICH DEMODULATION

This option is useful for cellular phone companies and their consultants. The SRM-3006 automatically identifies every site and sector that it received a UMTS scrambling code from. The SRM-3006 can then measure the field strength (or power density) of the associated pilot channel (P-CPICH) at the same time. The SRM-3006 also shows the sum of all P-CPICH levels as an overall value (Total). The Analog measured value for the frequency channel is also shown for comparison. You can also set a factor that the SRM can use to extrapolate the field strength that would result if all channels were fully loaded. Therefore, instead of guessing what the UMTS signal is (at measurement time) and how it relates to the maximum possible signal strength that the site could generate, now you can measure and estimate with confidence.



SRM-3006 Selective Radiation Meter

SCOPE MODE

The Scope Mode incorporates a high speed oscilloscope that displays pulse modulated signals down to a resolution of 31.25 ns. This allows high speed characterization of WiMax signals along with any other pulsed signal below 6 GHz. This mode allows the communications engineer and technician an extended and powerful capability in a system that they needed already.

LONG TERM EVOLUTION (LTE) / 4G

LTE, also generally but less correctly known as 4G (4th generation wireless), can be utilized in the frequency ranges 700 MHz, 900 MHz, 1.8 GHz, 2.1 GHz and 2.6 GHz.

As with UMTS, LTE uses individual cells, which are differentiated by their cell numbers (cell ID, 0 to 503). Each cell can also use one, two or four antennas (multiple input – multiple output, MIMO).

LTE uses a special method of modulation called orthogonal frequency domain modulation access (OFDMA). This distributes the information across many sub-carriers spaced at intervals of 15 kHz, each of which is modulated by QPSK, 16 QAM or 64 QAM. Frequency division duplex (FDD) is generally used to separate the uplink and downlink directions (from the subscriber to the base station and vice versa), although time division duplex (TDD) is also possible.

The LTE option equips users for all the crucial measurement tasks on LTE systems with FDD. The SRM 3006:

- supports all LTE channel bandwidths from 1.4 MHz to 20 MHz
- automatically determines the cell ID and number of antennas used
- measures the average power values of the PSS and SSS
- measures the average power values of the Reference Signal, separately for each antenna, or as average power of all antennas used, or as maximum power of all antennas used
- offers automatic extrapolation using factors up to 10,000

All the usual SRM 3006 result types are available (see list, right), which users can select individually. Combined with the cell-specific power values, this gives up to 54 columns of results.

Battery:	30.03.12	Ext. Power:	17:34:13	GPS:	48,458 80 Ant:	---	SrvTbt:	122
					9.230 70 Cable:	---	Strd:	---
Table View								
Index	Cell ID	No. Ant	Act (SSS)	Act (RS Avg)	Max (SSS)	Max (RS Avg)		
1	0	1	-4.07 dBm	-3.40 dBm	-3.55 dBm	-3.01 dBm		
2	4	2	-6.10 dBm	-4.42 dBm	-4.09 dBm	-4.40 dBm		
3	8	4	-7.36 dBm	-5.77 dBm	-6.96 dBm	-5.68 dBm		
Total			-0.86 dBm	0.35 dBm	0.12 dBm	0.50 dBm		
Analog			-0.02 dBm		0.00 dBm			
Single Axis								
LTE								
Fcent:	2.654 3 GHz	CBW:	20 MHz	Sweep Time:	2.490 s	Progress:		
MR:	10 dBm	Extr. Fact.:	1200.000	Noise Suppr.:	Off No. of Runs:	21		
		Cell Sync.:		Sync. CP Length:	Normal AVG:	64		

Result of an LTE measurement with four cell-specific power values. The SRM 3006 shows the individual values obtained by demodulation and their total in the bottom line (Total) as well as the analog measured values (Analog) – similar to the UMTS option.

Display of cell-specific power values:

PSS

Primary sync signal; average power

SSS

Secondary sync signal; average power

RS Avg

Reference signal; average power of all antennas used

RS Sum

Reference signal; sum power of all antennas used

RS Max

Reference signal; maximum power of all antennas used

RS 0, RS 1, RS 2, RS 3

Reference signal; average power of the individual antennas

Result types available:

- Actual, Act
- Maximum, Max
- Maximum Average, MxA
- Average, Avg
- Minimum Average, MnA
- Minimum, Min



Measurement Functions

Detection of Narda Measurement Antennas	<p>Automatic consideration of antenna parameters after antenna is plugged in: antenna type, serial number, calibration date, and antenna factors (see below)</p> <p>Automatic limitation of the frequency range according to the frequency range of the connected antenna.</p>
Antenna Factors	<p>Used for display in field strength units</p> <p>Saved in all Narda antennas during calibration</p> <p>Antenna factor lists for antennas from other manufacturers can be saved (these lists defined using the PC configuration software <i>SRM Tools</i> or <i>SRM TS</i>)</p>
Detection of Narda Cables	<p>Automatic consideration of cable parameters after cable is plugged in: cable type, serial number, calibration date, and loss factors (see below)</p> <p>Automatic limitation of the frequency range according to the frequency range of the connected cable</p>
Cable Loss Factors	<p>Used for compensation of the power level display</p> <p>Saved in all Narda cables during calibration</p> <p>Cable loss lists for cables from other manufacturers can be saved (these lists defined using the PC configuration software <i>SRM Tools</i> included in delivery)</p>
Units	<p>with antenna % of the standard, V/m, A/m, W/m², mW/cm², dBVm, dBmV/m, dBA/m, dBμV/m</p> <p>without antenna dBV/m, dBmV/m, dBμV/m, dBm</p>
Isotropic Measurements	<p>Automatic switching of the antenna axes, when using Narda's triaxial measurement antenna, followed by computation of the isotropic result</p> <p>Sequential measurements, using single-axis antennas with subsequent computation of the isotropic result are supported</p> <p>Both results are directly displayed as a spectrum curve or as numerical values</p>
Weighted Display	<p>In % of the standard for the following human safety standards: ICNIRP, IEEE, FCC, BGV B11, BlmSchV, Safety Code 6</p> <p>Updating for new human safety standards can be made using the PC configuration software "SRM tools" included in delivery</p>
Correlation of Results with Telecom Services	<p>Definition and editing of service tables in the PC configuration software <i>SRM Tools</i> or <i>SRM TS</i> i.e., lists of frequency bands (upper and lower limit frequency, name for defined frequency band)</p> <p>Storage of service tables in the basic unit</p> <p>Use of the service tables for automatic correlation of measurement results with defined services based on frequency (marker functions, peak table evaluation function, Safety Evaluation mode)</p>
Setups	<p>Complete device configurations can be saved in the basic unit; up- and downloadable using <i>SRM Tools</i> or <i>SRM TS</i> Software</p>
Memory Modes	<p>Result stored as: SPECTRUM in Spectrum Analysis mode (SPEC), TABLE in Safety Evaluation mode (SAFETY), VALUES for Level Recorder (LEVEL) and Scope (SCOPE)</p>
Memory Capacity	128 MB
Hold	"Freezes" the display; the measurement continues in the background



Electric and Magnetic Field Measurement

SRM-3006 Selective Radiation Meter

Specifications

Basic Unit SRM-3006		
Frequency Range	9 kHz to 6 GHz	
Modes	Spectrum Analysis Level Recorder Safety Evaluation SCOPE UMTS P-CPICH Demodulation	
RF FEATURES		
Frequency	Resolution Bandwidths (RBW)	See specifications for each mode
	Phase Noise (SSB)	10 kHz carrier spacing < -70 dBc (1 Hz) 300 kHz carrier spacing < -100 dBc (1 Hz)
	Reference Frequency	Initial Deviation < 1.0 ppm Aging < 5.0 ppm over 15 years Thermal Drift < 1.5 ppm (within specified operating temperature range)
Amplitude	Measurement Range Setting (MR)	-30 dBm to +20 dBm (in steps of 1 dB)
	Display Range	1 dB above the measurement range
	Maximum RF Power Level	+27 dBm
	Maximum DC Voltage	50 V
	Intrinsic Noise	<MR -100 dB for RBW = 1 kHz and $f \leq 30$ MHz <MR -96 dB for RBW = 1 kHz and $f \leq 2$ GHz <MR -95 dB for RBW = 1 kHz and $f \leq 4$ GHz <MR -90 dB for RBW = 1 kHz and $f \leq 6$ GHz
	RF Attenuation	0 to 50 dB in steps of 1 dB (coupled with measurement range)
	2nd Order Intermodulation Products	≤ -40 dBc for two signals of level 6 dB below MR and a spectral line spacing of more than 1 MHz
	3rd Order Intermodulation Products	≤ -60 dBc for two signals of level 6 dB below MR and a spectral line spacing of more than 1 MHz
	Extended Level Measurement Uncertainty	< 1.1 dB for the entire frequency band (within the temperature range from 15°C to 30°C) < ± 1.2 dB SA and SE Modes only
	Spurious Responses (input-related)	< -60 dBc or MR -60 dB (whichever is worse)
RF Input	Type	N Connector, 50 Ω
	Return Loss	>12 dB for 1 kHz RBW, $f \leq 4.5$ GHz and MR ≥ -28 dBm >10 dB for 1 kHz RBW, $f > 4.5$ GHz and MR ≥ -28 dBm



GENERAL SPECIFICATIONS		
Operating Temperature Range		-10°C to +50°C during normal operation 0°C to +40°C when charging
Compliance	Climatic	
	Storage	1K3 (IEC 60721-3) extended to -10°C to +50°C
	Transport	2K4 (IEC 60721-3) restricted to -30°C to +70°C due to display
	Operating	7K2 (IEC 60721-3) extended to -10°C to +50°C
	Mechanical	
	Storage	1M2 (IEC 60721-3)
	Transport	2M3 (IEC 60721-3)
	Operating	7M3 (IEC 60721-3)
	ESD and EMC	EN 61326-1 : 2006
	Safety	EN 61010-1 : 2004
EU Guidelines	2003/11/EG 06.02.2003 (PBDE and OBDE) 2002/95/EG 27.01.2003 (RoHS) 2002/96/EG 27.01.2003 (WEEE)	
CE (European Community)		Yes
Air Humidity (Operating Range)		<29 g/m ³ (<93% at +30°C)
Weight		6.2 lbs. (2.8 kg) including rechargeable cell
Dimensions		11.7 x 8.4 x 3.1 inches (297 x 213 x 77 mm)
Display	Type	Color Display, TFT-LCD
	Size, Resolution	7 inch, (152 x 91 mm), 800 x 480 pixels
Interface		Optical 115.2 kbaud USB (2.0), Earphone
Power Supply	Rechargeable Cell	Lithium-Ion rechargeable battery - typical 2.5 hour operating time Charged using external power supply
	External Power Supply (12 V DC / 2.5 A)	AC/DC adapter (DIN 45323) Input: 9-15V
Recommended Calibration Interval		24 months
LEVEL RECORDER MODE		
Measurement Principle		Selective level measurement at a fixed frequency setting
Detection		Peak
		RMS (integration time = 480 ms), observation time selectable from, 480 ms up to 30 minutes
Filter Type		Steep cutoff channel filter
Resolution Bandwidth RBW (-6 dB)		40 kHz to 32 MHz (10 steps per decade)
Video Bandwidth (VBW)		4 Hz to 32 MHz (depending on the selected RBW)
Measurement Range Setting (MR)		Set individually from a list or using the "MR Search" function for determining the optimal measurement range at a given time
Result Type		Peak ACT: Displays the current (actual) value
		Peak MAX: Maximum hold function
		RMS ACT: Average over a defined time (0.48 seconds to 30 minutes)
		RMS MAX: Maximum hold function for the averaged values – with RMS detector only SAVG: Spatial averaging (option) in Value display mode
Time Averaging		Selectable from 0.96 seconds up to 30 minutes (0.96 s; 1.2 s; 2.4 s; 3.6 s; 6 s; 12 s; 18 s; 30 s; 1 min; 2 min; 3 min; 5 min; 6 min; 10 min; 15 min; 20 min; 30 min)
Axis		Measurement in the direction of the X, Y, and Z axis (separate measurement in one direction using an isotropic / three-axis measuring antenna)
Noise Suppression		Identifies whether measured values are above the device noise floor by setting a threshold (selectable at 0, 3, 6, 10, 15, or 20 dB relative to device noise floor). Measurement values below the threshold are shown as the absolute threshold value marked with "<" (less than threshold). Only applies to the numerical result display (Value)



Electric and Magnetic Field Measurement

SRM-3006 Selective Radiation Meter

SPECTRUM ANALYSIS MODE

Measurement Principle	Spectrum analysis
Resolution Bandwidths (-3 dB)	10 Hz to 20 MHz (in steps of 1, 2, 3, 5, 10) List of available RBWs depends on selected sweep SPAN
Measurement Range Setting (MR Range)	Set individually from a list or using the "MR Search" function for determining the optimum measurement range at a given time
Video Bandwidth	0.2 Hz to 2 MHz (depending on the selected RBW)
Filter Type	Gaussian
Shape Factor (-3 dB / -60 dB)	< 3.8 (for RBW ≤ 100 kHz)
Result Type	ACT: Displays current spectrum MIN: Minimum Hold function MAX: Maximum Hold function AVG: Average over a selectable number of spectra (4 to 256) or a selectable time period (1-30 min) MAX AVG: Maximum Hold function after averaging over the defined number of spectra MIN AVG: Minimum Hold function after averaging over the defined number of spectra STANDARD: Displays limit line of the selected safety standard
Marker Functions	Delta marker on one Result Type or for displaying the difference between two Result Types Highest peak, peak right, peak left, higher peak, lower peak Marker field (frequency, level and service name from selected service table)
Evaluation Functions	Peak Table (list of 50 highest peaks) Integration over a user-specified frequency range
Axis	Isotropic measurement (isotropic result displayed directly) Measurement of X-, Y- or Z- axis (separate measurement of a single axis using the isotropic / three-axis antenna)
Display Functions	Y-scale range 20, 40, 60, 80, 100 or 120 dB Y-scale reference MR -100 dB to MR +20 dB (-130 dB to +40 dB) Screen Arrangement (enlarges the graph window to fill the entire screen area)
Zoom Functions	Zoom Min: Sets the lower frequency limit of the zoom window Zoom Max: Sets the upper frequency limit of the zoom window Zoom Cent: Moves the zoom window along the frequency axis Zoom Span: Changes the scale of the zoom window Execute Zoom: Sets the zoom window limits to the selected frequency values

SAFETY EVALUATION MODE

Measurement Principle	Spectrum analysis, followed by integration over user-defined frequency bands ("services")
Resolution Bandwidths (-3 dB)	Automatic (Auto), depending on the narrowest user-defined service bandwidth, or user-defined (Manual) for all services, or separately defined for each individual service (individual)
Measurement Range Setting (MR Range)	Set individually from a list or using the "MR Search" function for determining the optimum measurement range at a given time
Filter	See <i>Spectrum Analysis</i> mode
Detection	RMS (integration time $\approx \frac{1}{\text{RBW}}$)
Result Type	See <i>Spectrum Analysis</i> mode
Axis	Isotropic measurement (for direct display of the isotropic result) Measurement in the direction of the X, Y, and Z axis (separate measurement in one direction using an isotropic / three-axis measuring antenna)
Display	Table view showing service names, field strengths and the corresponding frequency band (up to three columns) Individual Screen Arrangement Sort Function according to various criteria Bar graph of services showing contribution of different Result Types
Noise Suppression	Identifies whether measured values are above the device noise floor by setting a threshold (selectable at 0, 3, 6, 10, 15, or 20 dB relative to device noise floor). Measurement values below the threshold are shown as the absolute threshold value marked with "<" (less than threshold)
Others On/Off	Measurement of services and gaps in the Service Table (Others On) or Measurement of services in the Service Table excluding gaps (Others Off)



UMTS P-CPICH DEMODULATION MODE (OPTION)	
Measurement Principle	Demodulation of the P-CPICH (Primary Common Pilot Channel) as the basis for automatic assignment of measured field strength values to the individual UMTS radio cells (defined as cell name tables)
UMTS Channel Selection	By entering the center frequency (Fcent) By entering the channel number (Chann)
Resolution Bandwidth (-3 dB)	3.84 MHz (fixed)
Measurement Range Setting (MR Range)	Set individually from a list or using the "MR Search" function for determining the optimum measurement range at a given time
Frequency Setting Resolution	100 kHz (for Fcent frequency entry) 0.5 x channel number (for channel entry)
Detection	RMS (integration time = 10 ms)
Filter Type	Root-Raised Cosine (RRC)
Roll-Off Factor	$\alpha = 0.22$
Demodulation Algorithms	FAST SENSITIVE
Result Types	ACT: Displays the instantaneous value combined with the maximum value MAX (maximum hold function) which occurred since the last reset AVG: Averages over a selectable number of results (4 to 64) or over a specified time period (1 to 30 minutes) combined with Max AVRG (maximum hold function of the average values)
Marker Functions (in Hold mode only) (Bar graph, Mixed and Graph display)	Marker, highest peak, next peak right, next peak left, next highest peak, next lowest peak Display switchable between Value and Max Value
Evaluation Functions	Extrapolation factor settable from 0 to 100 in steps of 0.001
Received / Demodulated Signal	P-CPICH
Axis	Isotropic measurement (for direct display of the isotropic result) Measurement in the direction of the X, Y, and Z axis (separate measurement in one direction using an isotropic / three-axis measuring antenna)
Display	Up to 16 scrambling codes simultaneously Value (instantaneous) and MAX Value (maximum) channel power User-defines cell names (using cell name tables) Number of sweeps since the last reset Selection of individual scrambling codes Extrapolation factor settable from 0 to 100 in steps of 0.001
	Normal Table Table format: Index, Scrambling Code, Value, Max. Value, Cell Name Total of all ACT (Value) and MAX (Max Value) values (Total) Analog measurement result (Analog)
	Table Ratio Table format: Index, Scrambling Code, Value, Max. Value, Ratio of Value to Analog Total of all ACT (Value) and MAX (Max Value) values (Total) Analog measurement result (Analog)
	Bar Graph Bar graph display of selected scrambling codes, with the Total value and the Analog measurement result with maximum values indicated in each case
	Mixed Total of selected scrambling codes: Value and Max Value shown in enlarged numerical format with graphical display of the history for the last 1 to 60 minutes
	Value Total of selected scrambling codes Value and Max Value shown in enlarged numerical format
	Graph Total of selected scrambling codes Graphical display of the history for the last 1 to 60 minutes
	Noise Suppression Identifies whether measured values are above the device noise floor by setting a threshold (selectable at 0, 3, 6, 10, 15, or 20 dB relative to device noise floor). Measurement values below the threshold are shown as the absolute threshold value marked with "<" (less than threshold)



Electric and Magnetic Field Measurement

SRM-3006 Selective Radiation Meter

SCOPE MODE (OPTION)																						
Measurement Principle	Selective level measurement at a fixed frequency																					
Filter Type	Steep cutoff channel filter																					
Time Span	500 ns to 24 h																					
Time Resolution	Selectable from 31.25 ns up to 90 minutes (0.96 s; 1.2 s; 2.4 s; 3.6 s; 6 s; 12 s; 18 s; 30 s; 1 min; 2 min; 3 min; 5 min; 6 min; 10 min; 15 min; 20 min; 30 min)																					
Resolution Bandwidth RBW (-6 dB)	40 kHz to 32 MHz (10 steps per decade)																					
Measurement Range Setting (MR Range)	Set individually from a list or using the "MR Search" function for determining the optimum measurement range at a given time.																					
Video Bandwidth (VBW)	4 Hz to 32 MHz (depending on the selected RBW)																					
Result Type - Depends on Detector	ACT: Displays the current (actual) value STANDARD: Displays the selected safety standard OR																					
	MAX: Maximum value within the time resolution interval (corresponds to peak detector) AVG: Average value within the time resolution interval (corresponds to RMS detector) MIN: Minimum value within the time resolution interval STANDARD: Displays the selected safety standard																					
LTE MODE (OPTION)																						
Measurement Principle	Power level measurement of the cell specific and traffic independent signals PSS (Primary Sync Signal), SSS (Secondary Sync Signal) and RS (Reference Signal) of LTE cells (support for FDD networks only)																					
LTE Channel Selection	By entering the center frequency (Fcent)																					
Frequency Setting Resolution	100 kHz (for Fcent frequency entry)																					
Channel Bandwidth CBW (-6 dB nom.)	Can be set to the following values:																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No. of subcarriers</th> <th>72</th> <th>180</th> <th>300</th> <th>600</th> <th>900</th> <th>1200</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TBW (MHz)</td> <td>1.08</td> <td>2.7</td> <td>4.5</td> <td>9.0</td> <td>13.5</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>CBW (MHz)</td> <td>1.4</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	No. of subcarriers	72	180	300	600	900	1200	TBW (MHz)	1.08	2.7	4.5	9.0	13.5	18	CBW (MHz)	1.4	3	5	10	15	20
	No. of subcarriers	72	180	300	600	900	1200															
	TBW (MHz)	1.08	2.7	4.5	9.0	13.5	18															
CBW (MHz)	1.4	3	5	10	15	20																
Transmit Bandwidth (TBW) is the occupied bandwidth of all subcarriers																						
Detection	Root mean square value (RMS), integration time = 10 ms (5 ms at CBW 15 MHz, 20 MHz)																					
Filter: Type / Roll-off factor	Steep cut-off channel filter (app. Raised-Cosine) / $\alpha = 1 - (TBW/CBW)$																					
Cell Specific Signals (Signal) (Display of the average power level per Resource Element out of all elements of the considered signal)	Individually selectable for: PSS (Primary Sync Signal), SSS (Secondary Sync Signal) RS Avg (Reference Signal Average), RS Sum (Reference Signal Sum), RS Max (Reference Signal Maximum), RS 0 (Reference Signal antenna 0), RS 1 (Reference Signal antenna 1), RS 2 (Reference Signal antenna 2), RS 3 (Reference Signal antenna 3)																					
Result Types (applicable to all cell specific signals)	Individually selectable for: ACT: Displays the instantaneous (actual) value MAX: Maximum Hold function AVG: Average over a selectable number of measurements (4 to 256) or a selectable time period (1-30 min) MAX AVG: Maximum Hold function after averaging MIN: Minimum Hold function MIN AVG: Minimum Hold function after averaging Standard: Display of the selected safety standard																					
Axis	X, Y, Z axis selection for single-axis measurements using a Narda Three-Axis Antenna or selection of isotropic measurements																					
Extrapolation Function	Extrapolation factor adjustable from 1 to 10,000 in steps of 0.001																					
Results Display	Displayed Items	Selection of individual Cell ID's, Number of measurement runs since last reset																				
	Table Layout	Up to 16 Cell ID's simultaneously Table format: Index, Cell ID, No. Ant. (number of antennas), selected signals shown for each selected result type (up to 54 columns + Standard) Total: Total power of all listed Cell ID's Analog: Analog measurement result for the selected LTE frequency channel (no extrapolation)																				
Setting Parameters	Synchronization (Cell Sync): Sync/ No Sync Cyclic Prefix Length (CP Length): Normal/Extended																					
Noise Threshold	In case of "Analog" results: values are displayed only if they are above the typical noise floor when activated. The threshold is selectable (0, 3, 6, 10, 15, or 20 dB relative to the typical DANL). Measurement values below the threshold are shown as the absolute threshold value marked with "<" (less than threshold).																					
Extras (transfer of parameters)	"Go to: mode" changes the operating mode with automatic parameter transfer for Fcent and CBW. "Select Service" allows easy frequency settings by means of predefined service tables																					



Antenna Specifications

ANTENNA	Three Axis E-Field (supplied)	Three Axis E-Field 3502/01	Three Axis H-Field 3581/02	Single Axis E-Field 3531/01	Single Axis E-Field 3531/04	Single Axis H-Field 3551/02
Frequency Range ^a	27 MHz to 3 GHz	420 MHz to 6 GHz	9 kHz to 250 MHz	27 MHz to 3 GHz	9 kHz to 300 MHz	9 kHz to 300 MHz
Antenna Type	E-Field	E-Field	H-Field	E-Field	E-Field	H-Field
Sensor Type	Triaxial design with scanned axes	Triaxial design with scanned axes	Triaxial active magnetic loop design with scanned axes	Single axis passive wide band dipole	Single axis active broadband dipole	Single axis active magnetic loop
Dynamic Range ^b	0.25 mV/m to 200 V/m	0.14 mV/m to 160 V/m	2.5 µA/m to 560 mA/m	90 µV/m to 80 V/m	70 µV/m to 36 V/m	0.4 µA/m to 71 mA/m
CW Damage Level	435 V/m or 50 mW/cm ²	435 V/m or 50 mW/cm ²	250 A/m / f[MHz]	> 300 V/m or 25 mW/cm ²	> 1000 V/m	> 2.65 A/m above 1 MHz
RF Connector ^c	N connector, 50 Ω					
Operating Temperature Range	-10° C to 50° C (same as SRM basic unit)					
Compliance	Climatic					
	Storage ^d					
	Transport					
	Operating					
	Mechanical					
	Storage					
	Transport					
	Operating					
	ESD and EMC					
	Safety					
CE (European Community)	Yes					
Air Humidity	< 29 g/m ³ (< 93% at +30°C)					
Weight	450 g	400 g	470 g	450 g	550 g	450 g
Dimensions	450 mm length, 120 mm antenna head diameter	450 mm length, 120 mm antenna head diameter	450 mm length, 120 mm antenna head diameter	460 mm length, 135 x 90 mm antenna head dimension	460 mm length, 135 x 90 mm antenna head dimension	460 mm length; 43 x 100 mm antenna head dimension
Calibration	20 reference points ^e	21 reference points ^e	178 reference points ^e	24 reference points ^e	183 reference points ^e	183 reference points ^e
The SRM applies linear interpolation between reference points.	26, 45, 75, 100, 200, 300, 433, 600, 750, 900 MHz 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.2, 2.45, 2.7, 3 GHz	420, 600, 750, 900 MHz 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.2, 2.45, 2.7, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 5.8, 6 GHz		26, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 200, 300, 433, 600, 750, 900 MHz 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.2, 2.45, 2.6, 2.8, 3 GHz		
Calibration Interval	24 months (recommended)					

NOTES:

^a The correction factors determined individually during calibration are stored in an EEPROM and are applied automatically when used in conjunction with the SRM basic unit.

^b Typical measurement dynamic range for 10 dB signal to noise ratio (RBW = 1 kHz)

^c Typical Values

^d Extended to -10°C to +50°C

^e The SRM basic unit applies linear interpolation between reference points



Electric and Magnetic Field Measurement

SRM-3006 Selective Radiation Meter

Antenna Uncertainty^a

THREE AXIS E-FIELD ANTENNA (supplied antenna)			
Intrinsic Noise Display in conjunction with the SRM basic unit (separate measurement of a single axis) ^{a, b}	25 µV/m at 900 MHz with 1 kHz resolution bandwidth (RBW) 40 µV/m at 2.1 GHz with 1 kHz resolution bandwidth (RBW)		
Intrinsic Noise Display in conjunction with the SRM basic unit (for isotropic result) ^a	40 µV/m at 900 MHz with 1 kHz resolution bandwidth (RBW) 70 µV/m at 2.1 GHz with 1 kHz resolution bandwidth (RBW)		
Measurement Range Limit (for single CW signal)	300 V/m, 1000 V/m for $f \leq 110$ MHz		
Max. Measurement Range (in conjunction with the SRM basic unit) ^a	200 V/m (without restrictions for total span of 27 MHz to 3 GHz)		
Damage / Overload Level	≥ 1000 V/m		
Extended Measurement Uncertainty ^b (in conjunction with SRM basic unit and 1.5 m RF cable)	Frequency Range	Single Axis Measurement with Isotropic Antenna	Isotropic Measurement
	27-85 MHz	+2.4 / -3.3 dB	+3.2 / -4.7 dB
	85-900 MHz	+2.4 / -3.4 dB	+2.5 / -3.6 dB
	900-1400 MHz	+2.3 / -3.1 dB	+2.5 / -3.4 dB
	1400-1600 MHz	+2.3 / -3.1 dB	+2.6 / -3.8 dB
	1600-1800 MHz	+1.8 / -2.3 dB	+2.2 / -3.0 dB
	1800-2200 MHz	+1.8 / -2.3 dB	+2.4 / -3.3 dB
	2200-2700 MHz	+1.9 / -2.4 dB	+2.7 / -3.8 dB
2700-3000 MHz	+1.9 / -2.4 dB	+3.3 / -5.3 dB	
Calibration Uncertainty	< 1.5 dB		
THREE AXIS E-FIELD ANTENNA 3502/01			
Intrinsic Noise Display in conjunction with the SRM basic unit (separate measurement of a single axis) ^a	33 µV/m at 900 MHz with 1 kHz resolution bandwidth (RBW) 25 µV/m at 2.1 GHz with 1 kHz resolution bandwidth (RBW)		
Intrinsic Noise Display in conjunction with the SRM basic unit (for isotropic result) ^a	60 µV/m at 900 MHz with 1 kHz resolution bandwidth (RBW) 43 µV/m at 2.1 GHz with 1 kHz resolution bandwidth (RBW)		
Measurement Range Limit (for single CW signal)	200 V/m		
Max. Measurement Range (in conjunction with the SRM basic unit) ^a	160 V/m (without restrictions for total span of 420 MHz to 6 GHz)		
Extended Measurement Uncertainty ^b (in conjunction with SRM basic unit and 1.5 m RF cable)	Frequency Range	Single Axis Measurement with Isotropic Antenna	Isotropic Measurement
	420-750 MHz	+2.1 / -2.9 dB	+2.6 / -3.8 dB
	> 750-1600 MHz	+2.0 / -2.7 dB	+2.2 / -2.9 dB
	> 1600-2000 MHz	+1.7 / -2.2 dB	+1.9 / -2.4 dB
	> 2000-4000 MHz	+1.7 / -2.2 dB	+2.0 / -2.6 dB
	> 4000-4500 MHz	+1.8 / -2.3 dB	+2.2 / -3.0 dB
	> 4500-5000 MHz	+1.9 / -2.5 dB	+2.5 / -3.5 dB
	> 5000-6000 MHz	+1.9 / -2.5 dB	+2.9 / -4.3 dB
Calibration Uncertainty	< 1.5 dB		
THREE AXIS H-FIELD ANTENNA 3581/02			
Intrinsic Noise Display in conjunction with the SRM basic unit (separate measurement of a single axis) ^a	0.3 µA/m with 1 kHz resolution bandwidth (RBW)		
Intrinsic Noise Display in conjunction with the SRM basic unit (for isotropic result) ^a	0.8 µA/m with 1 kHz resolution bandwidth (RBW)		
Extended Measurement Uncertainty ^{a, b}	Frequency Range	Single Axis Measurement with Isotropic Antenna	Isotropic Measurement
	0.3-30 MHz	2.1 dB	2.4 dB
	30-60 MHz	2.2 dB	2.5 dB
	60-250 MHz	2.3 dB	3.2 dB
Calibration Uncertainty	< 1.5 dB		



Antenna Uncertainty^a con't.

SINGLE AXIS E-FIELD ANTENNA 3531/01		
Intrinsic Noise Display in conjunction with the SRM basic unit ^{a,c}	30 $\mu\text{V/m}$ from 100 MHz to 2.1 GHz with 1 kHz resolution bandwidth (RBW)	
Measurement Range Limit (for single CW signal) ^a	160 V/m	
Extended Measurement Uncertainty ^{a, b} (in conjunction with SRM basic unit and 1.5m RF cable)	Frequency Range	Single Axis Measurement
	27-300 MHz	2.1 dB
	300-433 MHz	2.4 dB
	433-1600 MHz	2.2 dB
1600-3000 MHz	1.9 dB	
Calibration Uncertainty	< 1.5 dB	
SINGLE AXIS E-FIELD ANTENNA 3531/04		
Intrinsic Noise Display in conjunction with the SRM basic unit ^a	20 $\mu\text{V/m}$ in the range from 100 MHz to 300 MHz with 1 kHz resolution bandwidth (RBW)	
Measurement Range Limit (for single CW signal) ^a	50 V/m	
Extended Measurement Uncertainty ^{a, b} (in conjunction with SRM basic unit and 1.5 m RF cable)	Frequency Range	Single Axis Measurement
	0.1-300 MHz	2.0 dB
Calibration Uncertainty	< 1.2 dB	
SINGLE AXIS H-FIELD ANTENNA 3551/02		
Intrinsic Noise Display in conjunction with the SRM basic unit ^a	0.12 $\mu\text{A/m}$ for each frequency > 10 MHz with 1 kHz resolution bandwidth (RBW)	
Measurement Range Limit (for single CW signal) ^a	100 mA/m	
Extended Measurement Uncertainty ^{a, b} (in conjunction with SRM basic unit and 1.5 m RF cable)	Frequency Range	Single Axis Measurement
	0.1-300 MHz	2.0 dB
Calibration Uncertainty	< 1.2 dB	

NOTES:

^a Typical Values

^b Typical value k=2 (k=extrapolation or correction factor for determining the assessment value); +15°C to +30°C

^c Intrinsic noise increases by 0.5 dB per 100 MHz above 2 GHz





SRM-3006 Selective Radiation Meter

Ordering Information

SRM-3006	ORDER NUMBER
Set comprising: Selective Radiation Meter SRM3006, basic unit, calibrated Triaxial antenna, E-field, 27 MHz to 3 GHz, calibrated 1.5 meter SRM RF cable, 9 kHz to 6 GHz, 50 Ω Carrying strap for SRM-3006 (basic unit) Operating manual Power supply 12.0 VDC, 100 – 240 VAC, universal AC line connector SRM-3006TS - Configuration, Evaluation and Remote Control Software USB 2.0 Cable - Master/Slave, 3 m DB9 / DB9 Cable for serial interface, 3 m Transport Hard Case	3006/127/USA
OPTIONS	
UMTS P-CPICH Demodulation	3701/04
SCOPE	3701/05
LTE (for LTE FDD networks)	3701/06
OPTIONAL ANTENNAS	
Three-axis E-Field Antenna, 420 MHz to 6 GHz	3502/01
Three-axis H Field Antenna, 9 kHz to 250 MHz	3581/02
Single-axis E-Field Antenna, 27 MHz to 3 GHz	3531/01
Single-axis E-Field Antenna, 9 kHz to 300 MHz	3531/04
Single-axis H-Field Antenna, 9 kHz to 300 MHz	3551/02
OPTIONAL ACCESSORIES	
5 meter SRM RF cable, 9 kHz to 6 GHz, 50 Ω	3602/02
Antenna holder for single axis and triaxial antennas	3501/90.01
Antenna holder for triaxial antennas (horizontal/vertical)	3501/90.02
Additional battery pack, rechargeable, 7.4 V / 4 A/h	3001/90.15
External charger set for SRM battery pack	3001/90.07
Tripod, non conductive, 1.65 m, with carrying bag	2244/90.31
Softcase with wheels	3001/90.05
O/E converter, RP-02/USB	2260/90.07
Cable, Fiber Optic Duplex, RP-02, 2 m	2260/91.02
Cable, Fiber Optic Duplex, RP-02, 20 m	2260/91.03



FlashRad

A Safety Monitoring System to Detect Excessive EMF Levels



- Alert users with sound and light
- Cover frequencies of all cellular networks including short pulsed signals **NEW**
- Monitor low EMF levels in public areas



Main features

User profile

- Companies situated near antennas or radar transmitters, who wish to protect their employees from questionable EMF levels (military bases, airports, etc.)

Measurement capabilities

- Continuous measurement of EMF levels. Each monitor detects signals and then transmits the data to the surveillance PC to be processed individually
- Data is collected separately from each monitor in place

Frequency bands

- 700 MHz – 11 GHz; higher or lower frequencies possible

Safety recommendations

- EMF exposure limits can be defined by users and adjusted to any regulation or recommendation

Product Configuration

Software

- FlashRad software on CD Rom

Equipment

- External connectors (mounted on cable or not)
- Ground or wall support

Accessories

- Case
- LEDs box with alarm + USB cable

Services

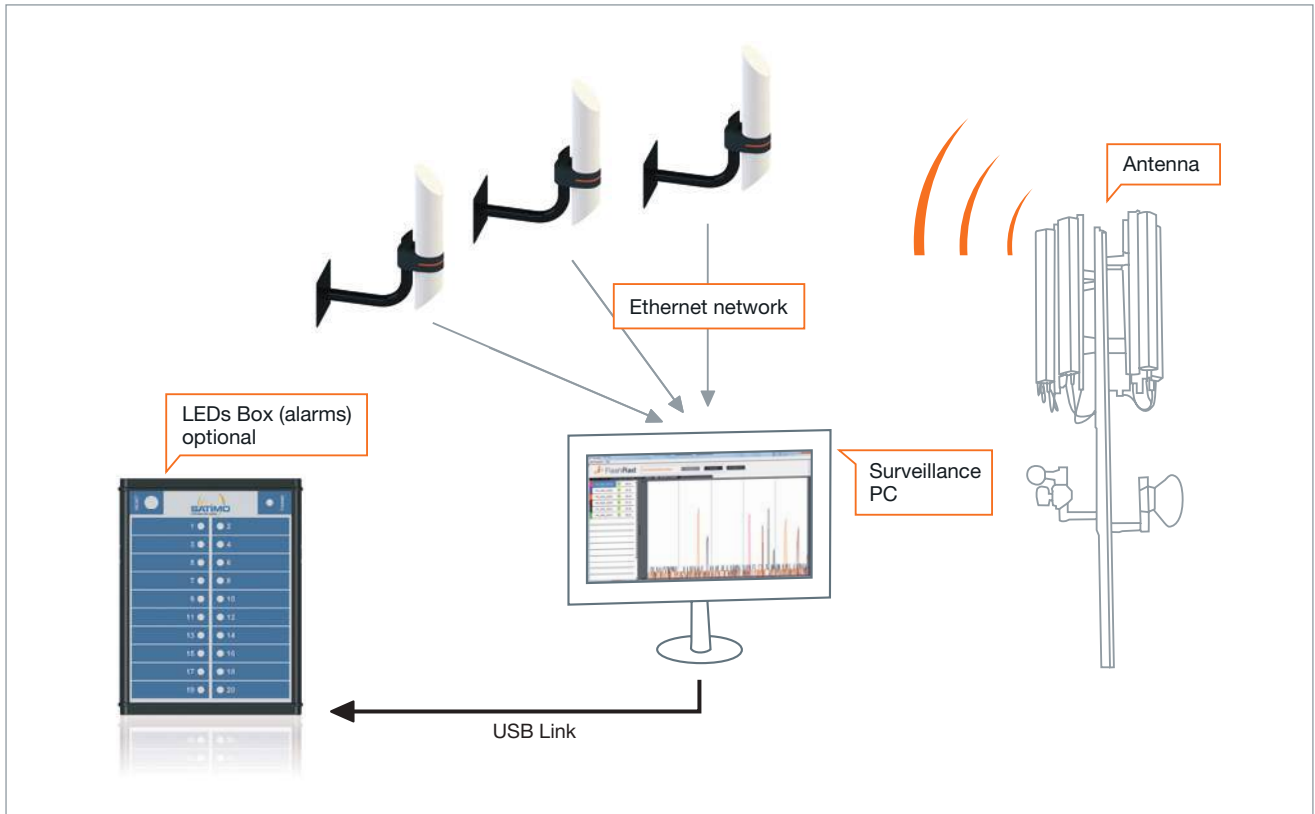
- Initial calibration
- Calibration report
- Ground or wall installation
- Training
- Additional calibration
- Extended warranty

■ Included

□ Optional

FlashRad is a safety wideband exposure monitoring system that performs continuous measurements of electromagnetic field (EMF) levels. It detects all kinds of pulsed signals, including short pulsed radar, emitted from various sources outside a building. When predetermined EMF levels are exceeded, the FlashRads monitor sounds and flashes a warning in its immediate surroundings while sending a signal to the surveillance PC for action.

Overview of FlashRad systems network



FlashRads are connected to a PC via Ethernet. Continuous EMF level measurements are sent to the PC where the FlashRad monitoring system software collects and displays the incoming data. If the FlashRads detect excessive RF levels, a signal is sent to the PC indicating which monitor is detecting the overexposed area. The technician can then take action. Note that each monitor can be stopped or started as necessary.

The PC will send a signal to trigger the alarms in the FlashRads when the EMF levels exceed the predetermined levels.

A LED light box is available as an option to allow monitoring in multiple areas. It is connected to the PC by a USB cable of up to 10 meters.

TECHNICAL CHARACTERISTICS

	HIGH LEVEL PULSED SIGNALS (RADAR...)	WORKERS AREA (BTS, TEST...)	PUBLIC AREA
Probe reference	FR100	FR200	FR300
Probe	Isotropic 3-axes probe	Isotropic 3-axes probe	Isotropic 3-axes probe
Frequency range	900 MHz – 11 GHz	700 MHz – 6 GHz	700 MHz – 3 GHz
Lower detection limit	50 V/m	10 V/m	0.25 V/m
Upper detection limit	1000 V/m	200 V/m	100 V/m
Destruction limit	> 1500 V/m	> 300 V/m	> 300 V/m
Minimum pulse width measurement	≥ 1 μs	≥ 50 μs	≥ 100 μs

MEASUREMENT UNCERTAINTY

Axial isotropy	<ul style="list-style-type: none"> 900 MHz – 6 GHz (@150 V/m) : +/-1 dB 6 GHz – 11 GHz (@150 V/m) : +/-2.2 dB 	<ul style="list-style-type: none"> 700 MHz – 6 GHz (@50 V/m) : +/-1 dB 700 MHz – 2,6 GHz (@10 V/m) : +/-2 dB 	<ul style="list-style-type: none"> 700 MHz – 2,6 GHz (@10 V/m) : +/-1 dB
Frequency response	<ul style="list-style-type: none"> 900 MHz – 1 GHz (@150 V/m) : +3.8/-1.2 dB 1 GHz – 8 GHz (@150 V/m) : +/-2 dB 8 GHz – 11 GHz (@150 V/m) : +5/+3 dB 	<ul style="list-style-type: none"> 700 MHz – 2 GHz (@50 V/m) : +/-3 dB 2 GHz – 6 GHz (@50 V/m) : +3/+1 dB 	<ul style="list-style-type: none"> 700 MHz – 3 GHz : +/-2.5 dB
Linearity	+/-0.5 dB (200 – 1000 V/m)	+/-1 dB (20 – 200 V/m)	+/-1 dB (1 – 100 V/m)

ALARM & CONFIGURATION

Alarms	Audio & visual
Reference threshold	Configurable from lower until upper detection limits of the probe
Measurement records	On PC
Measurement interval	1-60 sec

CONDITIONS FOR USE

Temperature, humidity	-15°C - 50°C, 95% max humidity
Power supply	90 – 264 VAC, 47 – 440 Hz
Type of network connection	Ethernet

SOFTWARE REQUIREMENTS

Processor	PC Pentium 500 MHz or equivalent
Network connection	Ethernet
Operating system	Windows XP 7/8
Memory	256 MB RAM
Free space on hard disk	100 MB

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Dimensions	Height = 570 mm Diameter = 100 mm
Weight	3.6 kg
Protection	IP 55

Mechanical installation



Ground Installation



Wall installation



FlashRad

A global presence

Microwave Vision exports more than 90% of its production outside of France. The Group spans Europe, Asia and America through 20 locations in 10 countries.

MVG Industries

17 avenue de Norvège
91140 Villebon-sur-Yvette
FRANCE

Tel: +33 (0)1 69 29 02 47

MVG - Corporate HQ

47, boulevard Saint Michel
75005 Paris
FRANCE

Tel: +33 (0)1 75 77 58 50

MVG Industries Bretagne

Technopole Brest Iroise,
Z.I. du Vernis,
225 rue Pierre Rivoalon,
29200 Brest
FRANCE

Tel: +33 (0)2 98 05 13 34

Orbit/FR Germany

ORBIT/FR Germany
J. S. Bach-Str. 11
85591 Vaterstetten
GERMANY

Tel: +49 (0)810 699 6060

Orbit/FR Israel

1 Gesher Ha-Ets St.,
P.O. Box 12096,
Emek Hefer Industrial Park,
38777-01 Emek Hefer
ISRAEL

Tel: +972 74 713 0130

MVG Italy

Via Castelli Romani, 59
00040 Pomezia, (Rome)
ITALY

Tel: +39 06 89 99 53 11

Research and Production center in France



MVG Sweden

P.O. Box 35
44121 Alingsås
Gothenburg
SWEDEN

Tel: +46 31 402 430

Rainford EMC Systems Limited

Unit 400,
Haydock Lane,
Haydock, WA11 9th
UNITED KINGDOM

Tel: +44 (0)1 942 296 190

MVG Hong-Kong

Suite 702, 7th floor
Cyberport 1
100 Cyberport Road
Pok Fu Lam
Hong Kong SAR
CHINA

Tel: +85 229 896 128

MVG India

N° 414 Cunnigham Road
Level 4 Prestige Centre Point,
560052 Bangalore
INDIA

Tel: +91 70 22 98 12 16

Production site in Israel



MVG Japan

#101 Confort Musashi-
Nakahara,
2-10-32, Shimokodanaka,
Nakahara-ku, Kawasaki-city
211-0041 Kanagawa,
JAPAN

Tel: +81 44 948 9301

Orbit/FR's Corporate HQ

506 Prudential Road
Horsham, PA
19044
UNITED STATES

Tel: +1(215) 674 5100

MVG, Inc

2105 Barrett Park Dr.,
Suite 104
Kennesaw, GA 30144
UNITED STATES

Tel: +1 678 797 9172

AEMI

1320 Air Wing Road,
Otay Mesa, CA 92154
UNITED STATES

Tel: +1 (619) 449 9492



Contact your local sales representative for more information

salesteam@mvg-world.com

www.mvg-world.com/rfsafety

EME Spy 200

A personal monitoring device to continuously measure human exposure to EMF on predefined frequency bands



- LTE 800 MHz / 2600 MHz frequency bands included
- Independent measurement on Uplink and Downlink for cellular network bands
- Real time monitoring on PC (USB) or Smartphone (Bluetooth)
- Android Application now available

Watch a success story
of EME Spy 140



Main features

User profile

- Municipalities, governmental agencies, regulatory bodies, research laboratories, universities, broadcast, PMR, and mobile phone operators

Measurement capabilities

- Continuous monitoring of personal exposure to electromagnetic fields and identification of the contributors

Frequency bands

- 20 selected frequency bands from 88 MHz – 5850 MHz

Safety recommendations

- Measurements can be compared with the reference levels advised by ICNIRP

Real time visualization kit (optional)

- The field level for each frequency band is displayed as it is measured
- Exports data to the EME Spy Analysis software for post processing and backup

Product Configuration

Equipment

- EME Spy analysis software
- User manual
- USB cable
- 4 rechargeable batteries
- Battery charger
- Case
- Real time visualisation kit

Services

- Initial calibration
- Calibration report
- Installation
- Training
- Additional calibration
- Extended warranty

■ Included □ Optional

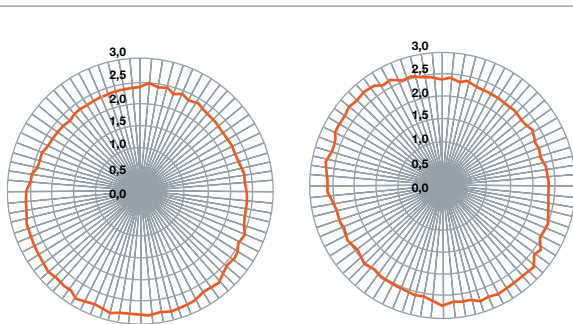
TECHNICAL CHARACTERISTICS

FREQUENCY RANGES

	Frequency MIN (MHz)	Frequency MAX (MHz)
FM	87	107
TV3	174	223
TETRA I	380	400
TETRA II	410	430
TETRA III	450	470
TV4&5	470	770
LTE 800 (DL)	791	821
LTE 800 (UL)	832	862
GSM + UMTS 900 (UL)	880	915
GSM + UMTS 900 (DL)	925	960
GSM 1800 (UL)	1710	1785
GSM 1800 (DL)	1805	1880
DECT	1880	1900
UMTS 2100 (UL)	1920	1980
UMTS 2100 (DL)	2110	2170
WiFi 2G	2400	2483.5
LTE 2600 (UL)	2500	2570
LTE 2600 (DL)	2620	2690
WiMax	3300	3900
WiFi 5G	5150	5850



Differentiating uplink⁽¹⁾ and downlink⁽²⁾ is not only useful to assess the contribution of each transmitter, but also to avoid discrepancy in the results by phones emitting close to the dosimeter.



Vertical Polarization

Horizontal Polarization

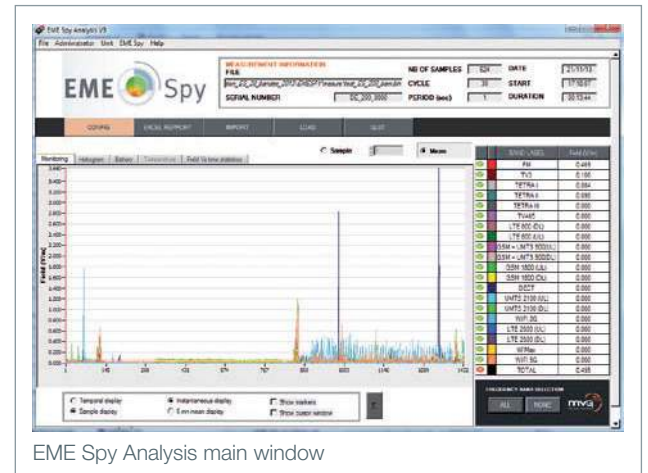
PROBE CHARACTERISTICS

Probe	Tri-axial E-field probe 80 MHz – 6 GHz
Sensitivity	<ul style="list-style-type: none"> • FM, TV3, TETRA, TV4 & 5, WiFi 5G = 0,01 V/m • LTE 800, GSM, DCS, DECT, UMTS, WiFi 2G, LTE 2600, WiMax = 0,005 V/m
Dynamic	61.6 dB (up to 6 V/m)

- (1) Uplink: Sending of information from the mobile station to the BTS
 (2) Downlink: Sending of information from the BTS to the mobile station

MEASUREMENT CONFIGURATION

Number of data points	80 000 max
Logging intervals	<ul style="list-style-type: none"> • From 1 to 4 bands: 2 - 255 s • From 5 to 10 bands: 3 - 255 s • From 11 to 20 bands: 4 - 255 s



EME Spy Analysis main window

OPERATING CONDITIONS

Temperature,	-10 to 50°C,
humidity	85% of humidity
Battery life*	Recording mode: > 15 hours with a recording period of 10 sec > 6 hours with a recording period of 4 sec BlueTooth mode: > 10 hours of recording

* 2 rechargeable batteries

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Dimensions	168.5 x 79 x 49.7 mm (H x L x W)
Weight	440 g
Protection	IP 55

HARDWARE REQUIREMENTS

Processor	PC Pentium 500 MHz
Cable link	USB Port
Operating system	XP / WIN7 / WIN8
Free space on hard disc	200 MB

EME Spy 200 Real Time Kit

A streamlined and ergonomic screen allows the visualization of only the most useful information in real time on a small laptop PC, tablet or smartphone via a ferrite USB cable (for Windows) or BlueTooth (for Android)



EME Spy Android Application **NEW**



<http://tinyurl.com/k268zrh>



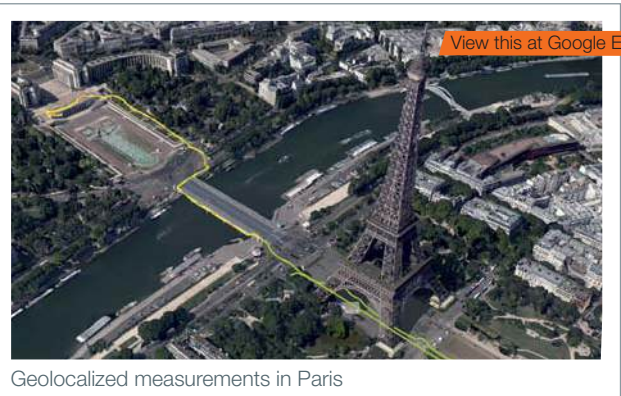
Viewing real-time measurements of electromagnetic field of the EME Spy.

Measurements of EME Spy are transmitted by a Bluetooth link to an Android smartphone to display the exposure levels generated by the main radio services (FM, TV, Cellular Networks, Wifi ...).

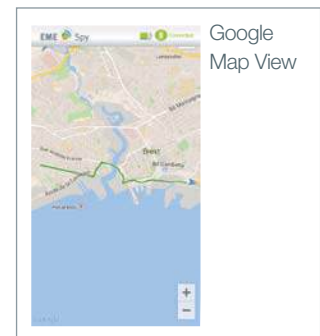
	BASIC MODE	PRO MODE
Real-time display	X	X
Backup + post-processing of measurements for compatibility with the EME Spy Analysis software		X
Geo-location of the measurements with GPS position		X
Generation of *.kmz files for compatibility with Google Earth		X

The EME Spy Android APP is certified for Smartphones below:

- Galaxy S series (Samsung)
- Xperia Neo (Sony Ericsson)
- Slim Cink (Wiko)
- XT925 (Motorola)



* Google Earth installation required. Visit our website for more information.



R&S® TS-EMF

EMF Measurement System

Easy, frequency-selective measurement of EMF emissions



R&S®TS-EMF

EMF Measurement System

At a glance

In combination with Rohde & Schwarz spectrum analyzers, the R&S®TS-EMF measurement system detects high-frequency electromagnetic fields in the environment (EMF). The isotropic antenna, together with the software, which has been specifically designed for EMF measurements, allows simple and precise evaluation of total and individual emissions on site.

Measuring EMF emissions in line with national and international standards provides a basis for ensuring that transmitter systems comply with the applicable limits and for communicating this to the general public. The key criterion is a precise, easy-to-make on-site measurement.

The R&S®TS-EMF measurement system supports users by providing automated test sequences, including preconfigured measurement packets. The isotropic antenna detects fields independent of their direction and polarization. A wide range of Rohde & Schwarz spectrum analyzers and test receivers is available for performing such measurements. In particular, the compact one-box solution with the R&S®FSL spectrum analyzer allows measurements to be performed even in locations that are difficult to access.

Key facts

- Automated EMF measurements
- Precise measurements of complex scenarios and RF signals
- Wide frequency range from 9 kHz to 6 GHz, covered by isotropic antennas
- Isotropic antenna detecting fields independent of direction and polarization
- Combined use possible with various Rohde & Schwarz spectrum analyzers, test receivers and network scanners



R&S®TS-EMF EMF Measurement System

Benefits and key features



Safety based on exact measurements for reproducible and reliable results

- ▮ Evaluation of total emissions, individual radio services or individual frequencies
- ▮ Measurements in line with all common EMF standards and measurement methods
- ▮ Correct evaluation of complex scenarios or RF signals
- ▮ Excellent reproducibility using automated measurements

▷ [page 4](#)

Efficient on-site measurements

- ▮ Fast, efficient measurements thanks to predefined test routines
- ▮ On-site interpretation of results using integrated report generation
- ▮ Easy adaptation to local conditions
- ▮ Versatile use due to the compact one-box solution with the R&S®FSL spectrum analyzer

▷ [page 6](#)

Suitable for a wide range of applications

- ▮ Investigation of specific problems or radio signals by directly setting individual measurement parameters
- ▮ Additional manual measurements using a full-fledged spectrum analyzer
- ▮ Optional storage of raw measurement data for further in-depth result evaluation
- ▮ Precise extrapolation for WCDMA and LTE signals using demodulation

▷ [page 7](#)

Future-ready

- ▮ Coverage of the complete frequency range from 9 kHz to 6 GHz using isotropic antennas
- ▮ Measurements of advanced radio services with wide bandwidths and high crest factors

▷ [page 8](#)

Compact EMF measurement solution: R&S®TS-EMF and R&S®FSL.

Safety based on exact measurements for reproducible and reliable results

Evaluation of total emissions, individual radio services or individual frequencies

Discussion about radiation exposure frequently focuses on individual transmitter sites or radio services. However, it is important in all cases to measure and assess the total emissions.

The R&S®TS-EMF measurement system provides an overview of the total emissions along with the individual results, e.g. for specific radio services. Moreover, for each subrange, the individual frequencies can be accessed to identify the emitters. Emissions that are not allocated to any measurement packet are handled as "Intermediate" and output.

Measurements in line with all common EMF standards and measurement methods

International and national EMF regulations protect the general public as well as workers against electromagnetic radiation.

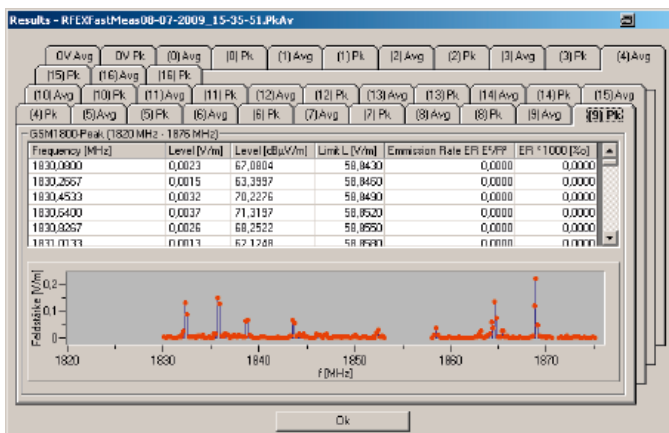
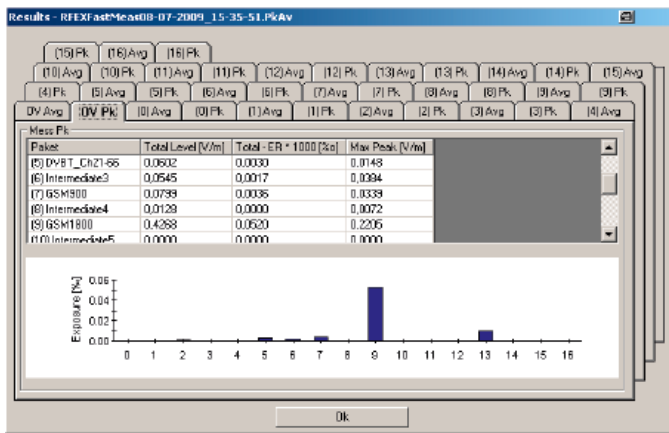
The R&S®TS-EMF covers the requirements of ICNIRP, EN 50400 and EN 50499 as well as many national standards that are derived from these standards.

All EMF measurement methods used in actual practice are covered by a single measurement system:

- Fast overview measurement
 - Provides a summary of the emissions scenario in the measurement range within seconds
- Average/peak value versus time
 - Measures the maximum and average value of signals, e.g. measurement of a six-minute interval in line with ICNIRP
- Grid method
 - Using different measurement points, a spatial area is covered, e.g. the human torso (example: EN 50400, EN 50499)
- Stirring method
 - The peak value for a measurement range is exactly determined by manually moving the antenna in a defined spatial range
- Long-term measurement
 - Changes in the field strength of individual radio services and the total value are determined over a user-definable period of time

The R&S®TS-EMF enables users to immediately decide on site which measurement method (or combination of measurement methods) is to be used for a particular test location. Software supports them by providing identical operation and evaluation for all measurement methods.

Fast overview of the total exposure and individual emissions immediately after the measurement.



Correct evaluation of complex scenarios or RF signals

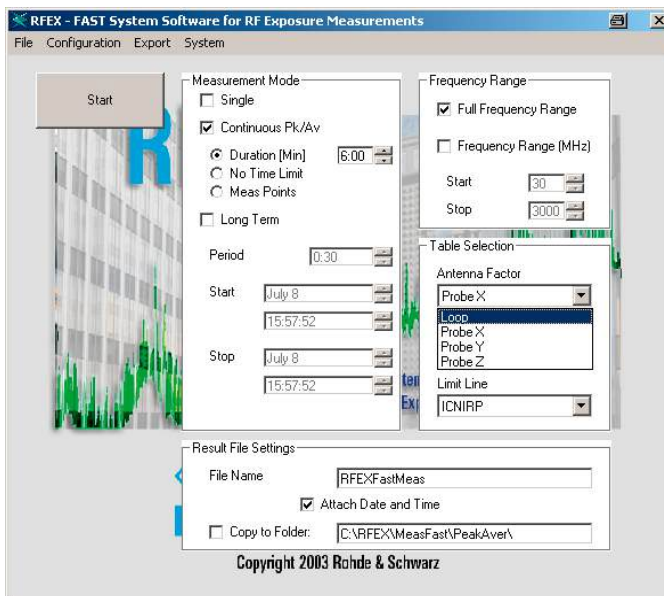
In an EMF measurement, it is important to ensure that signals with different bandwidths, modulation schemes and timing structures are correctly detected. The R&S®TS-EMF measurement system meets this requirement by covering frequency subranges with individually configured measurement packets. This makes it possible to correctly measure a mixture of different signals. The R&S®TS-EMF offers two different measurement modes:

■ R&S®RFEX-Fast

The R&S®RFEX-Fast measurement software allows the user to select the required measurement packets for any particular measurement. Each measurement packet is defined on the basis of the frequency range and signal type. The signal type (e.g. FM, DVB-T/T2, DAB, GSM, WCDMA, LTE, WIFI, DECT) automatically defines all other measurement parameters. Standard measurements are covered in a straightforward manner with this approach. Simply selecting the radio services ensures a correct measurement

■ R&S®RFEX

The R&S®RFEX measurement software handles special signal types and can also be used for detailed investigations. The different measurement parameters can be set individually. A library of sample measurement packets and a detailed description support users during the configuration process

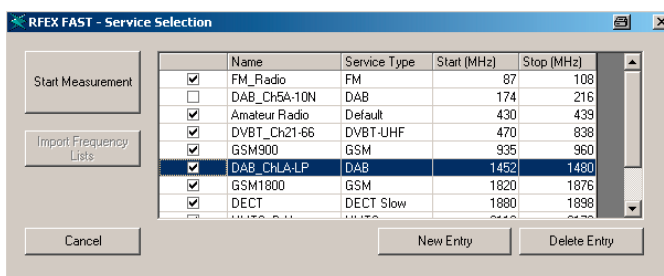


R&S®RFEX allows users to investigate special problems by directly configuring the measurement parameters.

Both measurement software packages (R&S®RFEX-Fast for fast standard measurements and R&S®RFEX for greater flexibility) are an integral part of the R&S®TS-EMF.

Excellent reproducibility using automated measurements

Using automated test sequences makes on-site work easier and also reduces the risk of errors. The measurement settings and (when using a GPS receiver) the location are automatically documented. This simplifies quality assurance and allows comparative measurement campaigns with identical settings for detecting changes that have occurred at a site.



R&S®RFEX-Fast software: easy measurement configuration for all measurement methods.

Efficient on-site measurements

Fast, efficient measurements thanks to predefined test routines

Predefined test routines and an automated test sequence allow measurements without a high expenditure on personnel along with a fast response to special requests and discussions or questions at the test site.

On-site interpretation of results using integrated report generation

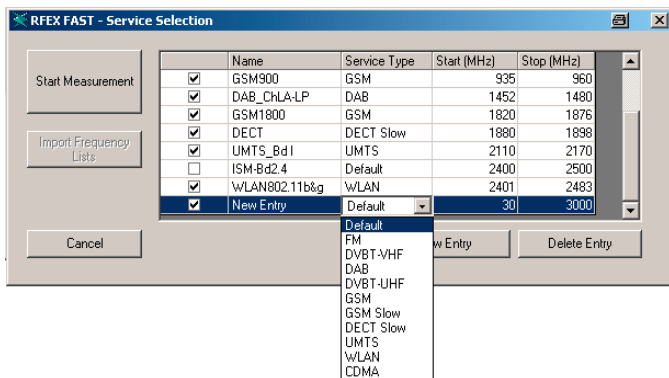
The automatically generated test report is useful for immediate evaluation of the measurement. The graphical presentation offers a fast overview, while the table shows precise results. Results are displayed as absolute values or as a % of the limit value. Fast evaluation allows immediate discussion and interpretation of the results and can be used to decide whether additional measurements are needed. Measurement results are also accessible in MS Excel format and are available for creating a custom test report.

Easy adaptation to local conditions

When making a measurement with measurement packets, other radio services can be added or removed to adapt the predefined measurement packets to local conditions. Even new services that have not yet been defined can be added to the R&S®RFEX-Fast measurement software simply by indicating the frequency range and signal type. They can then be measured separately.

Versatile use due to the compact one-box solution with the R&S®FSL spectrum analyzer

EMF measurement sites are often difficult to reach. The mobility provided by the R&S®TS-EMF is increased further through the one-box solution using the R&S®FSL spectrum analyzer. The R&S®RFEX-Fast measurement software runs directly on the compact analyzer and is operated solely via the instrument's keypad. The isotropic antenna, the software and the analyzer form the measurement system.



R&S®FSL with isotropic antenna.

Suitable for a wide range of applications

Investigation of specific problems or radio signals by directly setting individual measurement parameters

Besides handling standard measurements, the R&S®RFEX measurement software also allows detailed configuration of the measurement parameters. This makes the R&S®TS-EMF an ideal tool for further in-depth analysis, as required for many studies, for example.

Additional manual measurements using a full-fledged spectrum analyzer

In many cases, the EMF measurement is only one out of a whole series of measurements, e.g. when commissioning base stations or for providers of measurement services. For efficient operation, it is important that the spectrum analyzer or EMI test receiver can be used without restrictions for other measurements, too.

Optional storage of raw measurement data for further in-depth result evaluation

For the automatically generated report at the end of a measurement, the measurement results are compressed, especially in case of long measurement cycles. Optional storage of the raw data¹⁾ allows subsequent precision analysis with exact timing and frequency information. This enables users to trace and characterize measurement results in detail even after the measurement has been completed.

¹⁾ ASCII files with all measured isotropic field strength values exceeding an adjustable threshold.



Precise extrapolation for WCDMA and LTE signals using demodulation

In the case of wireless services, frequency-selective measurements have often to be combined with specialized measurement methods for various radio services. These methods allow exact extrapolation to maximum system utilization and allocation of emissions to the appropriate base station.

For WCDMA base stations, this involves demodulation of the CPICH control channel on which data is sent at constant power and a fixed ratio to the maximum power of the base station.

A similar procedure is used for LTE, i. e. the decoding and power measurement of the reference symbols on antennas 1 and 2 and of the S-SCH and P-SCH synchronization channels. Especially the decoding of the reference symbols is very popular because it allows the different MIMO channels to be measured independently.

The R&S®TS-EMF can decode all required values fast and accurately when combined with the R&S®TSME and R&S®TSMW radio network analyzers. Equipped with the required options, the R&S®TS-EMF/R&S®TSME covers the common wireless services with a frequency range from 350 MHz to 4.4 GHz in one very compact system. The R&S®TS-EMF/R&S®TSMW combination also includes other services, such as radio and TV with a frequency range from 30 MHz to 6 GHz. The system provides the following features:

- Automatic decoding of all received codes
- Identification of base station and sector using the decoded cell ID
- High measurement rate (approx. five measurements/s) to enable all EMF measurement methods, including the stirring method, even for decoding
- High sensitivity and wide dynamic range
- Large number of parallel rake receivers for correct evaluation even of signals with many reflections

In addition, the decoding functionality of the R&S®FSH is supported by the R&S®TS-EMF with the R&S®TSEMF-K23 option. This allows automatic decoding of the field strength of the surrounding base stations as well as automatic report generation.

Combination of R&S®TS-EMF and R&S®TSME for decoding LTE and WCDMA signals and for frequency-selective measurements.

Future-ready

Coverage of the complete frequency range from 9 kHz to 6 GHz using isotropic antennas

Three isotropic antennas are used to cover the entire frequency range from 9 kHz to 6 GHz:

- Isotropic loop antenna, 9 kHz to 200 MHz
- Isotropic antenna, 30 MHz to 3 GHz
- Isotropic antenna, 700 MHz to 6 GHz

Providing a frequency range from 9 kHz to 6 GHz, the antennas cover all common radio services as well as important standards such as EN50400 and EN50492. All services in the frequency range from 700 MHz to 6 GHz important to mobile radio and broadband services are covered with a single measurement without changing antennas. For frequencies below 10 MHz, the additional linear summation of the field strengths required by ICNIRP and other standards is performed automatically. In addition, the R&S®TS-EMF supports any other nonisotropic antennas, allowing the entire frequency range of the spectrum analyzer to be used.

Measurements of advanced radio services with wide bandwidths and high crest factors

The transmission methods used in today's radio services are undergoing continuous enhancement. Current services such as DVB-T/T2, WCDMA, LTE, and WLAN use wide bandwidths and high crest factors. The R&S®TS-EMF measurement system meets the requirements of current and future services with its true RMS detector and large selection of standard measurement bandwidths. In addition, special channel filters as well as the channel power measurement functions are supported depending on the spectrum analyzer used. The R&S®TS-EMF and a suitable spectrum analyzer are therefore an ideal combination for handling a wide variety of measurements.



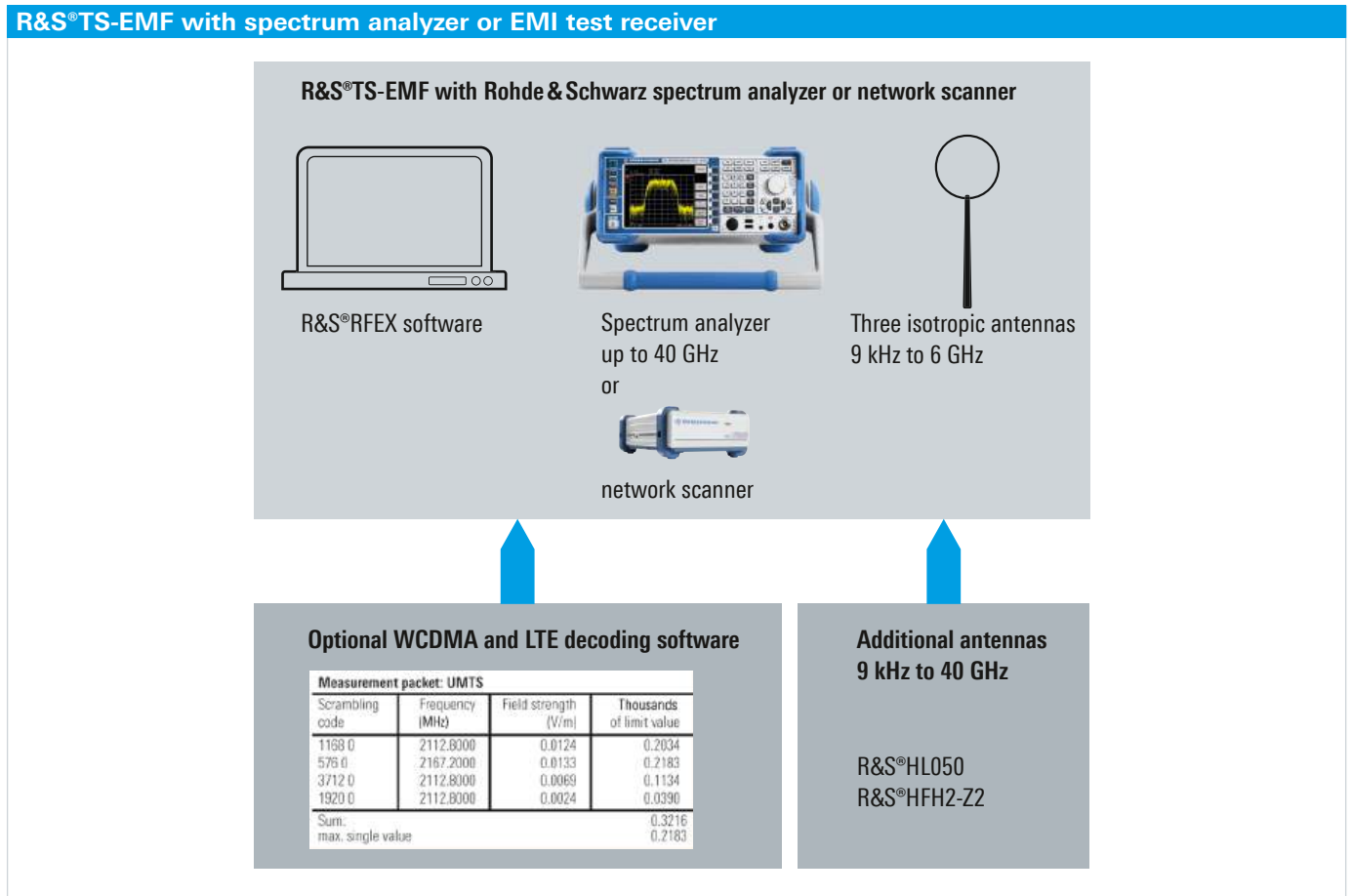
R&S®FSH with isotropic antennas.

Models

The R&S®TS-EMF supports the following spectrum analyzers:

Analyzer	R&S®RFEX-Fast	R&S®RFEX	Decoding		Comment
			WCDMA	LTE	
R&S®FSH	•	•	R&S®FSH-K44, R&S®TSEMF-K23	R&S®FSH-K50/-K50E and R&S®TSEMF-K23	R&S®FSH-K40 required
R&S®TSMW	–	•	R&S®TSEMF-U1 or -U2	R&S®TSEMF-K21	corresponding R&S®TSMW options required
R&S®TSME	–	•	R&S®TSEMF-U1 or -U2	R&S®TSEMF-K21	corresponding R&S®TSME options required
R&S®FSL	•	•	R&S®TSEMF-U1	–	R&S®RFEX-Fast option on ana- lyzer with R&S®TSEMF-K12 and R&S®FSL-K400 or -U400
R&S®FSV/FSU/FSW	–	•	R&S®TSEMF-U1	–	
R&S®ESR/ESRP/ESU	–	•	R&S®TSEMF-U1	–	
R&S®ETL	–	•	R&S®TSEMF-U1	–	

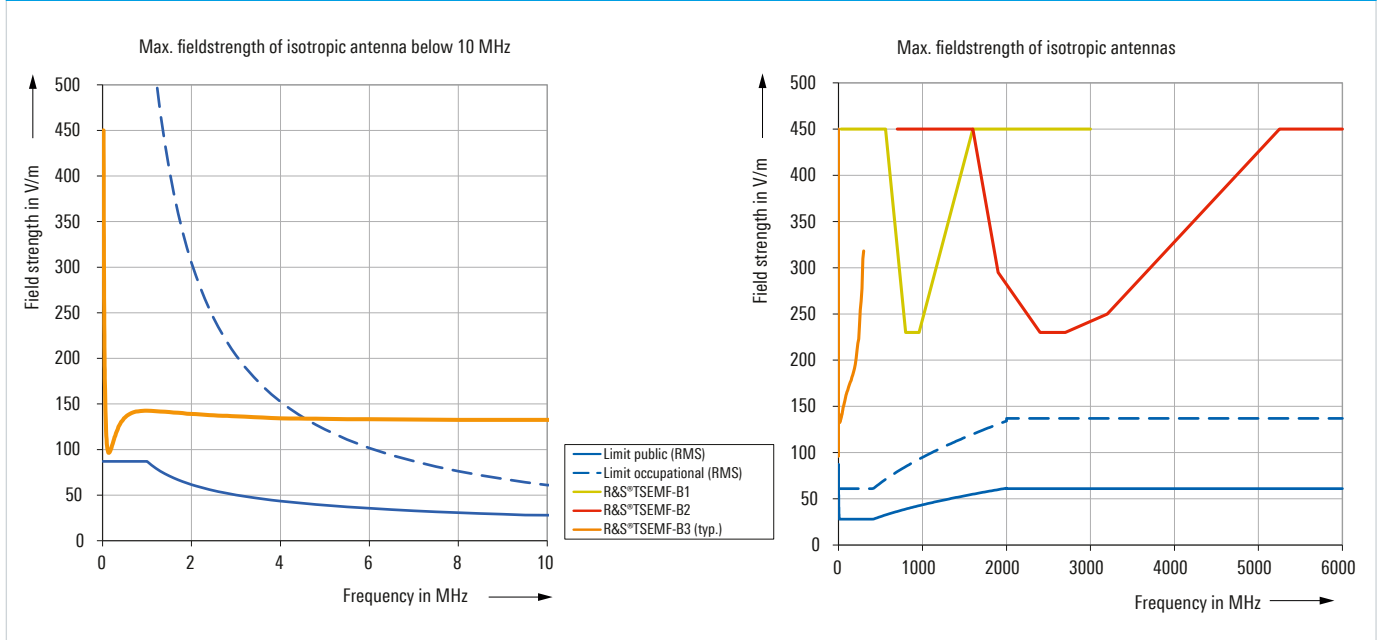
For support of other analyzers, see the R&S®TS-EMF user manual or contact Rohde&Schwarz



Specifications

Isotropic antennas	R&S®TSEMF-B3	R&S®TSEMF-B1	R&S®TSEMF-B2
Measurement principle	isotropic reception due to orthogonally arranged antenna elements that are electronically switched		
Frequency range	9 kHz to 200 MHz	30 MHz to 3 GHz	700 MHz to 6 GHz
Minimum detectable field strength	approx. 1 mV/m		
Maximum field strength	see diagram		
Isotropy	≤ ±1.37 dB	≤ ±2.1 dB, ±1.0 dB (f = 900 MHz), ±1.7 dB (f = 1800 MHz)	≤ ±2.5 dB (0.6 GHz to 2 GHz), ≤ ±2.2 dB (2 GHz to 3.6 GHz), ≤ ±3.0 dB (3.6 GHz to 6 GHz)
Mechanical design	radome protection against mechanical damage and environmental hazards		
Antenna factor	individual calibration data, saved on USB dongle and/or CD		
Axis switching	RF solid state switch		
Connecting cables	direct connection to spectrum analyzer (extension cable (length: 8 m) see accessories)	integrated cable (length: 2 m) ferrite-beaded (extension cable (length: 8 m) see accessories)	integrated cable (length: 2 m, extension cable (length: 8 m) see accessories))
RF connector	N male		
Connector, control line	7-pin connector (binder) for direct connection to R&S®FSH power sensor port, adapter cable for connection to notebook or spectrum analyzer with USB output		
Tripod adapter	¼-" thread, quick connector for antenna		
Requirements for notebook (not supplied)	MS Windows7 or Windows8 operating system, free hard disk space: min. 5 Gbyte display resolution: min. 800 × 600 pixel, two USB interfaces interface to test instrument (depending on analyzer: GPIB, LAN, USB or FireWire) recommended application: Excel 2007, 2010, 2013		
Equipment supplied	isotropic sensor with connecting cable, operator's guide for R&S®RFEX and R&S®RFEX-Fast measurement software (on CD), tripod adapter, USB adapter cable, transit case (R&S®TS-EMF with at least one isotropic antenna)		
Expanded measurement uncertainty R&S®TS-EMF with R&S®FSH (95% confidence level (k = 2))	≤ ±2.5 dB	≤ ±3.3 dB, ±2.3 dB at 0.9 GHz, ±2.9 dB at 1.8 GHz	≤ ±3.1 dB (0.7 GHz to 1 GHz), ≤ ±3.3 dB at (1 GHz to 3.6 GHz), ≤ ±3.7 dB at (3.6 GHz to 6 GHz)
Expanded measurement uncertainty R&S®TS-EMF with R&S®FSL (95% confidence level (k = 2))	≤ ±2.4 dB	≤ ±3.2 dB, ±2.2 dB at 0.9 GHz, ±2.9 dB at 1.8 GHz	≤ ±2.9 dB (0.7 GHz to 1 GHz), ≤ ±3.2 dB at (1 GHz to 3.6 GHz), ≤ ±3.6 dB at (3.6 GHz to 6 GHz)
Power supply	via spectrum analyzer or laptop		
Ambient conditions	-10°C to +50°C, safety class IP54 (see user manual for details)		
Weight (incl. cable)	0.85 kg 1.87 lb	1.3 kg 2.87 lb	0.95 kg 2.09 lb
Dimensions (L × Ø)	550 mm × 146 mm 21.7 in. × 5.75 in.	475 mm × 170 mm 18.7 in. × 6.69 in.	415 mm × 87 mm 16.3 in. × 3.43 in.

Maximum field strength for R&S®TS-EMF isotropic antennas



Ordering information

Designation	Type	Order number
Portable EMF Measurement System, requires R&S®TSEMF-Bx antenna, (without spectrum analyzer and notebook)	R&S®TS-EMF	1158.9295.06
Options		
Isotropic Antenna, 30 MHz to 3 GHz ¹⁾	R&S®TSEMF-B1	1074.5719.02
Isotropic Antenna, 700 MHz to 6 GHz ¹⁾	R&S®TSEMF-B2	1074.5702.02
Isotropic Antenna, 9 kHz to 200 MHz ²⁾	R&S®TSEMF-B3	1074.5690.02
R&S®TS-EMF Accredited Calibration for R&S®TSEMF-B1 or R&S®TSEMF-B2 (for R&S®TSEMF-B1 ISO calibration below 200 MHz, DAkkS above 200 MHz) ³⁾	R&S®EMF-DKD	1502.5675.14
Keycode for R&S®RFEX Measurement Software on R&S®FSL spectrum analyzer (requires R&S®FSL-K400 or R&S®FSL-U400)	R&S®TSEMF-K12	1510.9201.12
WCDMA Decoding for R&S®TS-EMF (can be used with R&S®FSL/FSU/FSW spectrum analyzers and R&S®ESR/ESRP/ESU test receivers); includes R&S®TSEMF-U2 option	R&S®TSEMF-U1	1063.3390.02
WCDMA Decoding for R&S®TS-EMF (can be used with R&S®TSMW/TSME radio network analyzers)	R&S®TSEMF-U2	1063.3449.02
LTE Decoding for R&S®TS-EMF (requires R&S®TSMW/TSME radio network analyzer with R&S®TSMx-K29 option)	R&S®TSEMF-K21	1516.4199.02
Automated LTE and WCDMA Decoding Measurement for R&S®TS-EMF in combination with R&S®FSH (requires R&S®FSH-K44, -K50 and -K50E)	R&S®TSEMF-K23	1515.3430.02
External accessories		
Cable Set for R&S®TS-EMF (length: 8 m), up to 6 GHz	R&S®TS-EMFZ2	1166.5708.04
Cable Set for R&S®TS-EMF (length: 8 m), up to 6 GHz, with DAkkS calibration	R&S®TS-EMFZ2	1166.5708.05
EMC Tripod for R&S®TS-EMF	R&S®TSEMF-O3	1101.8477.03
Desktop Tripod for R&S®TS-EMF	R&S®TSEMF-O5	1166.5850.02
Alternatives		
R&S®RFEX and R&S®RFEX-Fast EMF Measurement Software	R&S®TSEMF-K1	1166.5937.04

¹⁾ Delivered with individual calibration data (factory calibration) as standard.

²⁾ Delivered with typical calibration data as standard.

³⁾ Other accredited calibrations on request.

Service that adds value

- | Worldwide
- | Local and personalized
- | Customized and flexible
- | Uncompromising quality
- | Long-term dependability

About Rohde & Schwarz

The Rohde & Schwarz electronics group offers innovative solutions in the following business fields: test and measurement, broadcast and media, secure communications, cybersecurity, radiomonitoring and radiolocation. Founded more than 80 years ago, this independent company has an extensive sales and service network and is present in more than 70 countries. The electronics group is among the world market leaders in its established business fields. The company is headquartered in Munich, Germany. It also has regional headquarters in Singapore and Columbia, Maryland, USA, to manage its operations in these regions.

Sustainable product design

- | Environmental compatibility and eco-footprint
- | Energy efficiency and low emissions
- | Longevity and optimized total cost of ownership

Certified Quality Management

ISO 9001

Certified Environmental Management

ISO 14001

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

www.rohde-schwarz.com

Rohde & Schwarz Training

www.training.rohde-schwarz.com

Regional contact

- | Europe, Africa, Middle East | +49 89 4129 12345
customersupport@rohde-schwarz.com
- | North America | 1 888 TEST RSA (1 888 837 87 72)
customer.support@rsa.rohde-schwarz.com
- | Latin America | +1 410 910 79 88
customersupport.la@rohde-schwarz.com
- | Asia Pacific | +65 65 13 04 88
customersupport.asia@rohde-schwarz.com
- | China | +86 800 810 82 28 | +86 400 650 58 96
customersupport.china@rohde-schwarz.com

R&S® is a registered trademark of Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

Trade names are trademarks of the owners

PD 0758.2777.12 | Version 05.01 | April 2016 (as/we)

R&S®TS-EMF EMF Measurement System

Data without tolerance limits is not binding | Subject to change

© 2003 - 2016 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG | 81671 Munich, Germany



0758277712



R&S[®] EMF Monitor

Technical Information

Automated EMF long-term measurements expand snapshot measurements associated with risk communication

Since EMF measurements provide the facts required for discussing the possible dangers of radio emissions with the public, they are an integral part of risk communication. Conventional on-site measurements only cover the situation at the moment. Signal weighting is also difficult because some radio signals are only transmitted for a short time and because advanced technologies make use of adaptive power and radiation pattern control. Such problems are solved by automatically and continuously monitoring typical or critical measurement points, which yield conclusive results. This approach involves standard-compliant monitoring over the entire frequency range, where the individual electromagnetic emissions are allocated to exact frequencies. This solution allows the evaluation of both short-term and long-term fluctuations, e.g. due to new technologies, and provides reliable data for risk communication and research.

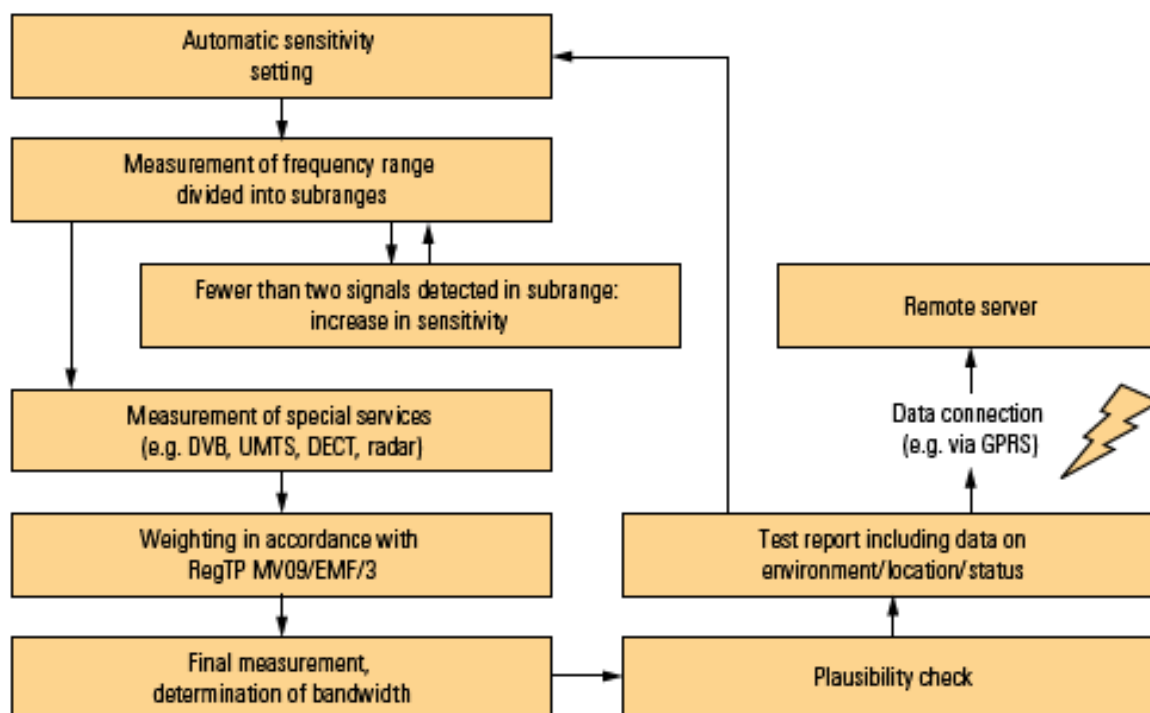
R&S® EMF Monitor – Overview

The R&S® EMF monitor is robust, reliable, and accurate. As an autonomous test station, it precisely and seamlessly detects electromagnetic emissions in the frequency range from 9 kHz to 3 GHz specified by many EMF standards. The wide dynamic range covers both strong and weak signals. The frequency selective field strength measurement is not dependent on the angle of incidence and polarization, and covers everything from analogue modulated signals up to digital, pulsed wideband, or radar signals. Measurement and signal analysis are controlled by the tried-and-tested ,RFEX EMF measurement software. This software allows the exact detection, allocation, and evaluation of electromagnetic emissions in accordance with the applicable regulations (e.g. RegTP MV 09/ EMF/3 in the case of the German monitoring network). Additionally the measurement can be configured to other standards or specific measurement tasks by remote control. The measurement results are automatically transmitted to a server and – in Germany, for example – made available to the public via the Internet.



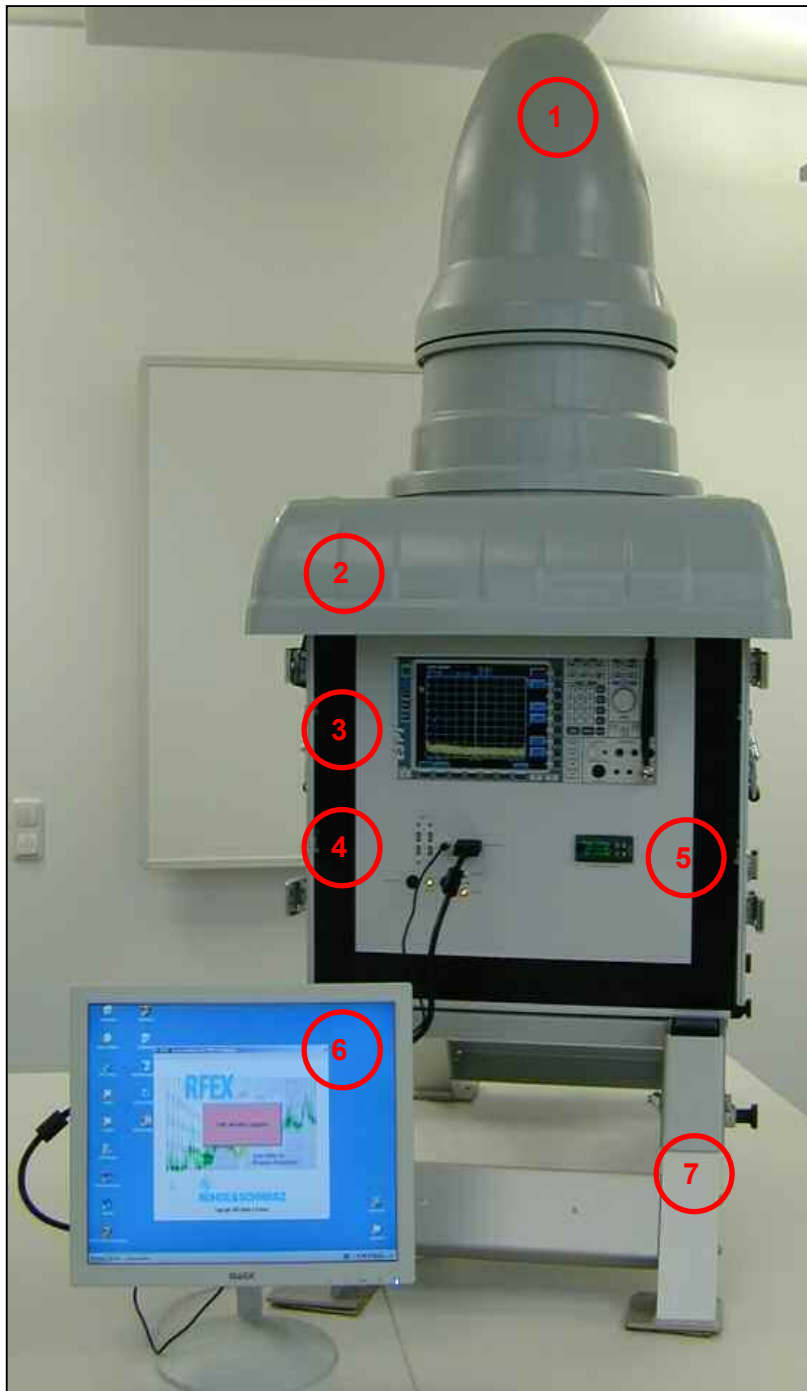
Application

By combining antennas decoupled from each other and from the ground (isotropic loop antenna in the lower frequency range and isotropic E-field antenna in the upper frequency range), site-specific calibration at the test site becomes unnecessary. The measurement is performed with the ESPI test receiver, which detects strong and weak signals at the same time owing to the combination of preselector and preamplifier. The measurement sequence is handled by special functions of the RFEX EMF measurement software, which is part of the tried-and-tested portable TS-EMF system for EMF measurements. Measurement and analysis consist of a series of steps that are repeated in cycles (see figure). After an automatic adjustment of sensitivity in order to prevent overload, the entire frequency range is measured. Different settings can be selected for each frequency subrange. To help ensure that signals are detected in every subrange, the measurement can be repeated with higher sensitivity, if required. Special predefined radio services with suitable bandwidth and specific settings are then measured to also weight these complex signals correctly. After evaluation and data reduction, the plausibility of the signal is checked by means of the bandwidth. The measurement results are transmitted together with the environment and system status data. Intermediate steps and raw data that may be required for subsequent detailed analysis can be stored locally.



Mechanical Overview

The following picture gives a mechanical overview of the R&S® EMF Monitor with removed covers showing its main components.



- 1 Radome with measurement antennas, thermo hygrosensor and GPRS antenna
- 2 Protective cover (housing GPS antenna)
- 3 Test receiver R&S ESPI
- 4 System controller with measurement software and watchdog
- 5 Temperature management with display
- 6 External monitor for local configuration
- 7 Foldable, detachable base

Specification

The specifications are based on the systems delivered to the German Regulation Authority BNetzA for the German EMF monitoring network.

Basic Functionality

Standards	Based on RegTP MV 09/EMF/3 Adaptable to several other EMF standards ¹⁾
Measurement procedure	<ul style="list-style-type: none"> • Frequency sweep with adaptable settings per frequency range, acc. to the respective standard • Evaluation of sweep-results and configurable automatic re-measurement • Specific settings for accurate evaluation of dedicated services (e.g. broadband services, radar signals)

Frequency

Frequency range	9 kHz to 3 GHz
Frequency subranges	SW configured for 13 frequency subranges
Resolution bandwidth	10 Hz to 10 MHz; in 1, 3, 10 sequence; additional channel filters (e.g. for GSM, UMTS); Zero span for specific services
Plausibility check	Configurable automatic warning in case of unexpected signal bandwidth and potential GSM frequency hopping

Level

Max. input level	87 V/m
Sensitivity	Typical < 60 dB μ V/m (See graphics)
Level accuracy	< $\pm 2,87$ dB expanded measurement uncertainty (see table)
Level adaptation	<ul style="list-style-type: none"> • Repetitious prescan for strong signals • Continuous automatic sensitivity adaptation • Detection of overload • Use of preselector
Detectors	Peak, RMS
Detection criteria	All signals higher than a user defineable offset to a limit line at least the two strongest signals per frequency subrange
Threshold	Noise suppression based on system specific threshold evaluation

Antennas

Antenna 1 (lower frequency range)	Isotropic three axis active loop antenna 9 kHz to 200 MHz
Antenna 2 (upper frequency range)	Isotropic three axis monopole antenna
Measurement Height (Centre of antenna 1)	1,50 m (with R&S [®] EMF Monitor placed on detachable base)
RF switching	Solid state switches for axis and frequency range

General data

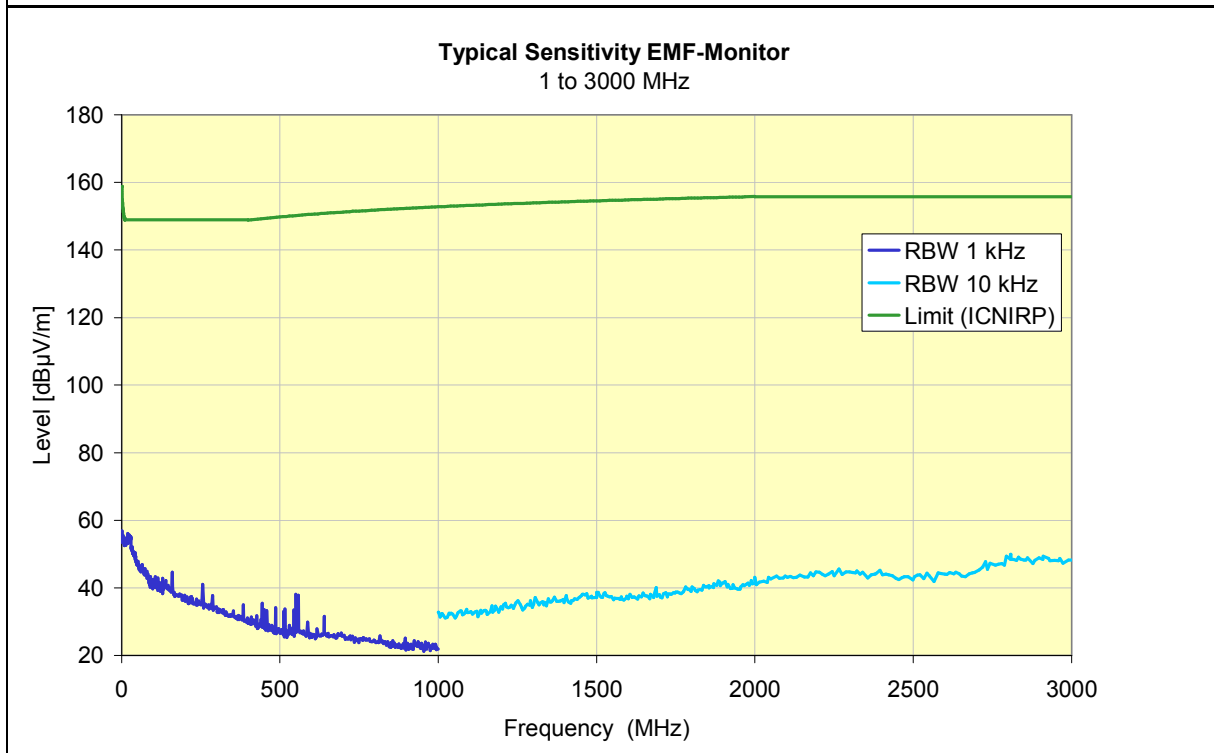
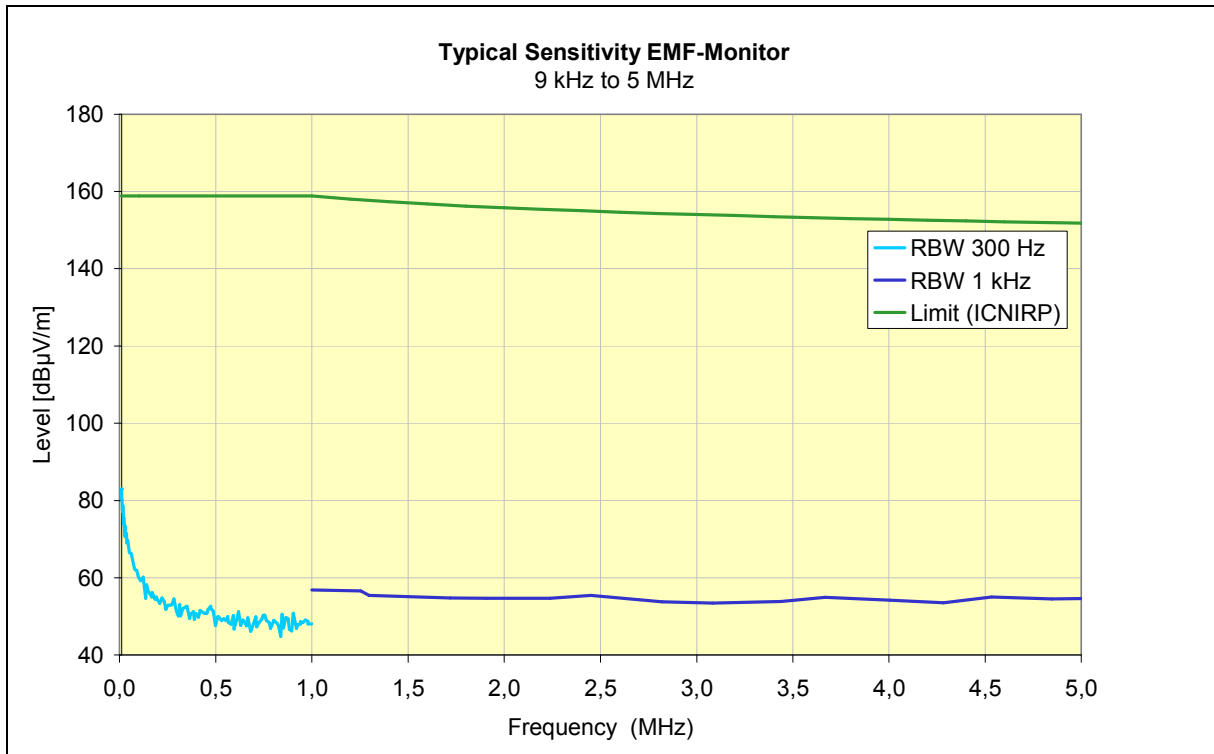
Dimension (W x H x L)	665 mm x 1210 mm x 735 mm 590 mm x 580 mm x 590 mm without radome
Weight (without detachable base)	80 kg
Transport	Radome easy to be removed for transport System portable by 2 persons
Operating temperature range	-25 °C to +40°C with additional incident solar radiation
Storage temperature range	-40 °C to + 70°C
Weather resistance	Designed for all-year outdoor operation under typical German weather conditions ²⁾
Power Supply	230 V AC, 230 W
Remote control	Full remote configuration of measurement settings. Remote software update possible
Remote link interface	GPRS, ISDN, LAN
Local control	Attachable LCD monitor and keyboard for local configuration
Environmental data monitoring	Location (via GPS), temperature and humidity
System integrity check	Automatic restart after power loss or severe detected failures (watchdog) Repetitive status report via remote link

1) Please contact R&S for details of standards and requirements

2) Please contact R&S for details and potential extensions

Total measurement uncertainty - major contributions

Frequency Range	Total Expanded Uncertainty		
	(without pre-selection)		
9 kHz - 200 MHz	2.17		
30 MHz - 3 GHz			
@ 900 MHz	1.91		
@ 1800 MHz	2.49		
> 2,4 GHz	2.87		
Major Uncertainty Contributions	Conditions	Uncertainty (dB)	Probability Distribution
loop antenna (9kHz - 200 MHz)			
antenna calibration (for typical)		1.35	normal (k=2)
antenna factor (deviation from typical)		1.35	normal (k=2)
E-field antenna (30 MHz - 3 GHz)			
antenna factor		1.00	normal (k=2)
deviation from isotropic behaviour (including radome)	1,0 dB @900 MHz	1.00	rectangular
	1,7 dB@1800 MHz	1.70	
	2,1 dB > 2.4 GHz	2.10	
measurement equipment			
test receiver ESPI	w/o pre-selection	0.50	rectangular
VSWR antenna / cabling	VSWR = 2.0	0.59	u-distribution



Sensitivity of R&S® EMF Monitor

TECHNICAL DATA SHEET

CONTINUOUS MEASUREMENT OF ELECTROMAGNETIC FIELDS

A permanent monitoring system that allows on-going scrutiny of the emission levels of any source of electromagnetic radiation (mobile telephone antennas, WiFi, high-voltage power lines, etc.) and verification that they meet the safety standards established by the competent authorities and regulations in each country. The measurements taken can be published via the Internet to the different stakeholder communities.



- **CONTINUOUS MONITORING** (24/365) of electromagnetic fields in specific locations (cities, schools, hospitals, etc.).
- **BROAD-BAND MEASUREMENT** that allows economies of scale in deployment of monitoring networks to cover large areas.
- **CONTROL CENTRE** with web interface for remote management of monitoring stations and display of electromagnetic field levels on any computer with Internet connection.
- **EASY TO INSTALL** anywhere. Autonomy ensured by solar power supply and wireless communication.
- **RESISTANT TO HARSH WEATHER CONDITIONS** thanks to IP66 protective casing, making it resistant to heavy rainfall, high temperatures, dust, etc.
- **COMPLIES WITH RECOMMENDATION ITU-T K.83** which specifies standards for implementation of networks for continuous measurement of electromagnetic emissions.

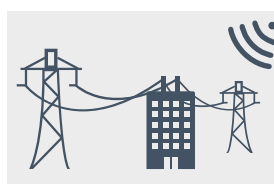
APPLICATIONS



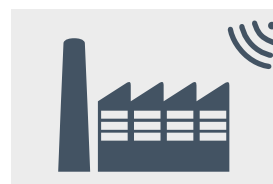
Telecommunications
On-going verification that EMF levels do not exceed limits.



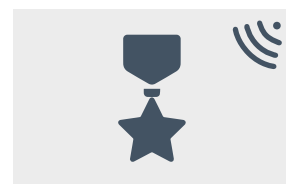
Sensitive locations
Real-time monitoring of EMF radiation in hospitals, schools and industries.



Power grids
Checking of electromagnetic field levels generated by power lines and transformer stations.



Industry
Ensure that workers are not exposed to high levels of EMF radiation (workplace safety).




Defence
Deployment of EMF radiation monitoring networks at military bases (workplace safety).


MonitEM


Monitoring of Electromagnetic Fields

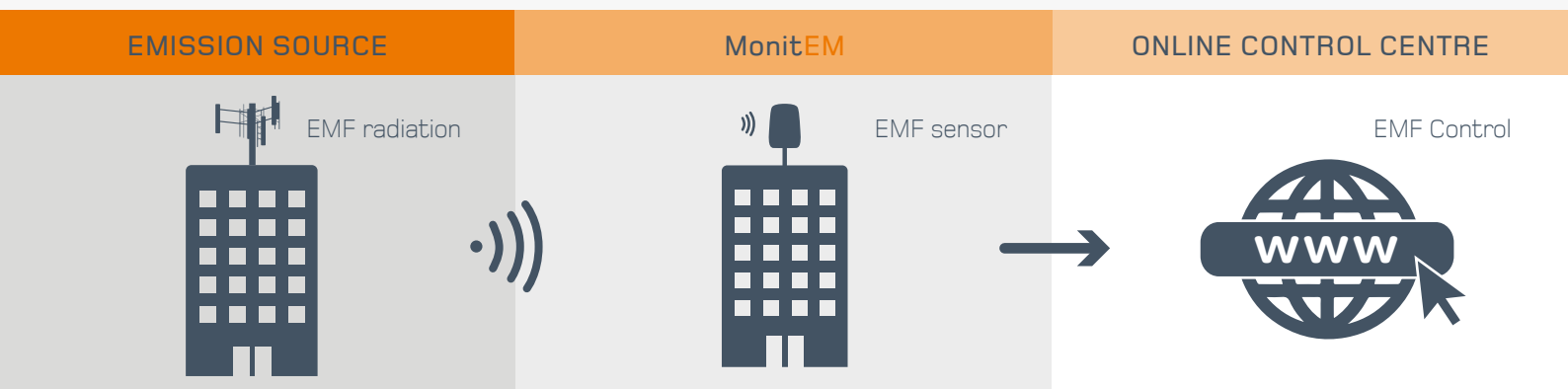


TECHNICAL SPECIFICATIONS 	
Sensor type	Isotropic, RMS Simultaneous 3-axis measurement
Probe system	Interchangeable, 10 Hz to 8 GHz
Sampling frequency	500 ms
Averaging	6-minute sliding window
Data retention period	Online: 30, 60 minutes Offline: configurable from 1 second to 60 minutes
Memory	Eeprom + MicroSD (configurable size)
Wireless communications	<ul style="list-style-type: none"> ● GPRS modem ▲ GPRS/3G (modem online) Modem radiation rejection
Programmable alarms	Field level, low battery, hibernation, opening, calibration, communication error, probe error, temperature
Operating log	Temperature, communications, power supply, operating modes, etc.
Power supply	<ul style="list-style-type: none"> ● AC 110-220V ▲ 12V DC, Solar Panel, Battery
Battery life	> 10 days (without sun)
Watchdog	Smart power control unit
Dimensions	253 mm x 292 mm x 385 mm
Weight	3.6 kg (including solar panel)
Environmental protection	IP66
▲ Installation kits	Wall, mast or tripod
▲ GPS	High-sensitivity WGS84 device (built-in)

● Included ▲ Optional

CONTROL CENTRE 	
Platform	On a server with Internet access
Administration interface	Web browser
Public interface	Web browser
Alarms	Receives and manages alarms from installed MonitEM units
Customization	Language, client's logo, general information
Reports	Automatic PDF, CSV reports sent by e-mail
Compatibility	Management of data from MonitEM units and portable SMP device

ADDITIONAL SERVICES 	
Hosted Control Centre:	eliminate infrastructure and server costs by using Wavecontrol's cloud server.
Warranty Extension:	the 2-year standard warranty can be extended to 3, 4 or 5 years.
Calibration Plans:	plan future calibrations now for 24 and 48 months with further discounts.
Update Plans:	keep the system up to date with the latest firmware versions and software development.
Training courses:	EMF theory and practical sessions at Wavecontrol or the client's offices.

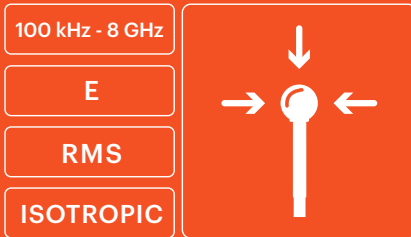


WPF8 Probe

100 kHz - 8 GHz



- High sensitivity from 0.3 V/m
- Isotropic and RMS measurement
- Excellent attenuation at 50/60 Hz
- Meets international standards



Telecommunications: certification and audit of telecommunication services (GSM, 3G, LTE, TDT, AM, FM, WiFi, etc.).



Industry: assessment of industrial processes for worker's exposure protection.



Defence: assessment of military sites and personnel exposure protection.



Labs/R&D: RF exposure protection of R&D and labs personnel.



Technical Specifications

	WPF8	WPF8-HP High Power version
Frequency range	100 kHz - 8 GHz	
Sensor type	Isotropic RMS diode technology	
Type of frequency response	Flat	
Measurement range	0.3 - 130 V/m (CW) 0.3 - 20 V/m (RMS)	0.3 - 1000 V/m (CW)
Dynamic range	52 dB	70 dB
Sensitivity	0.3 V/m	
Resolution	< 5 %	
Frequency response	± 1.5 dB (250 kHz - 6 GHz) + 0.5 / - 2.5 dB (6.5 GHz - 8 GHz) -3 dB (100 kHz)	
Linearity	± 0.5 dB (0.5 V/m - 100 V/m)	
Isotopic deviation	± 1.2 dB (@ 2 GHz)	
Calibration	ISO 17025 accredited (ILAC)	
Calibration period	24 months (recommended)	
Temperature range	-20 °C to 50 °C	
Temperature response	+0.1/ -1 dB (related to 20 °C)	
Dimensions	28.4 cm x 6 cm Ø	
Weight	95 g	
Attenuation at 50/60 Hz	> 80 dB	

Compatible with **SMP2**, **MonitEM**, **MapEM**



WPF8_HP_0416_EN_v1.1



MapEM Electromagnetic Maps

Comprehensive Large Area Electromagnetic Map

The MapEM system allows creation of a comprehensive map of electromagnetic field levels covering a large area, such as a city.

The device can be easily installed on a vehicle to measure the intensity of the electric field (V/m) as it drives around the streets, eventually providing a "snapshot" of electro-magnetic radiation levels throughout the area.

DRIVE TEST WITH MONITEM



COMPREHENSIVE ASSESSMENT

of electromagnetic radiation at street level in large areas (cities).

YEAR-ON-YEAR COMPARISON

to assess developments in electromagnetic fields depending on changes to infrastructure or technology.

DETECTION OF SENSITIVE POINTS

with high radiation to take corrective measures.

VISUAL COMMUNICATION TOOL

to allow simple presentation of the public's exposure to electromagnetic fields.



MONITEM Applications. Measurement of EMF radiation in:



Industry



Telecommunications



Powerline



Defense



Medical

CÓMO FUNCIONA?



Car



MonitEM



Electromagnetic Map

Technical specifications

Measurement equipment

Sensor type	Isotropic, RMS
Frequency range (customizable)	High frequencies: 100 kHz – 8 GHz Mobile telephones: GSM, UMTS, LTE
Measurement range	0.2 – 100 V/m
Sampling frequency	1 measurement per second
Calibration	By a laboratory with ISO 17025 accreditation
Operating temperature	- 30°C to + 80°C

Mechanical properties

Dimensions	70 x 40 x 8 cm
Weight	8 Kg
Environmental protection	IP66
Installation kit	Magnetic base Easily installation and removal on vehicle roof

Operating characteristics

Data transfer	External USB connector
Memory	Micro SD (1 GByte) + Eeprom
Power supply	12 Volt DC connected to vehicle and internal battery
Software	Compatible with Windows O.S.
Vehicle speed	0 a 60 km/h (recommended)
Results	Display software / Results database

Results

Display software	Display interface that superimposes measurement levels on the map
Coding	Editable scale: by colour and values
Data downloading	Georeferenced data in Access or CSV format
Exportation	Level map images in JPG format

MapEM_0416_EN_V1.1