

INSTITUT ZA RAZVOJ I ISTRAŽIVANJA U OBLASTI ZAŠZITE NA RADU

Broj: 01-1188

Datum, 21. 08. 2017. godine

STUDIJA

**O MOGUĆNOSTIMA KORIŠĆENJA RADIO-FREKVENCIJA
IZ OPSEGA 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-
2400MHz, 3400-3600MHz I 3600-3800MHz ZA IMT
SISTEME**

Podgorica, avgust 2017. god.

INSTITUT ZA RAZVOJ I ISTRAŽIVANJA U OBLASTI ZAŠZITE NA RADU

STUDIJA

O MOGUĆNOSTIMA KORIŠĆENJA RADIO-FREKVENCIJA IZ OPSEGA 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300- 2400MHz, 3400-3600MHz I 3600-3800MHz ZA IMT SISTEME

Investitor: Agencija za elektronske komunikacije i poštansku djelatnost

Ugovor broj: 01-521 od 25.04.2017. god.

Projektni tim:

- 1. Prof. dr Zoran Veljović, dipl.el.ing.**
- 2. Prof. dr Milica Pejanović-Đurišić, dipl.el.ing.**
- 3. Doc. dr Enis Kočan, dipl.el.ing.**
- 4. mr Uglješa Urošević, dipl.el.ing.**

DIREKTOR,

mr Branimir Čulafić

Projektni zadatak

Projektni zadatak za izradu Studije o mogućnostima korišćenja radio-frekvencija iz opsega 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz za IMT sisteme, definisan je Pozivom za javnu nabavku broj 0102-6802/6 od 23.12.2006. god. na stranama 6-8. Projektni zadatak obuhvata Tehničke karakteristike i specifikacije kako slijedi.

Tehničke karakteristike i specifikacije predmeta javne nabavke

U cilju obezbjeđivanja dodatnog spektra potrebnog za dalji razvoj mobilnih komunikacionih mreža i usluga, na nivou CEPT-a su identifikovani opsezi 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema (obuhvata IMT tehnologije). Tokom 2015. godine definisan je kompletan regulatorni i tehnički okvir, donošenjem odgovarajućeg seta CEPT ECC odluka i preporuka. Frekvencijski opseg 694-790 MHz je na Konferenciji WRC-12, osim za radio-difuznu službu (trenutno sekao dio opsega 470-790MHz koristi od strane sistema zemaljske digitalne televizije), namijenjen i za mobilnu službu na primarnoj osnovi, za korišćenje od strane IMT sistema. Na Konferenciji WRC-15 je utvrđen regulatorni i tehnički okvir za uvođenje IMT sistema u ovom opsegu na globalnom nivou. Opsezi 1452-1492MHz i 2300-2400MHz su u Evropi već namijenjeni za mobilnu službu, ali se koriste za kopnene mobilne sisteme i PMSE aplikacije. Iako je namjena opsega 3400-3600MHz za IMT sisteme ranije harmonizovana na nivou CEPT-a, ovaj opseg se pretežno koristi od strane ne LTE tehnologija, isto kao i opseg 3600-3800 MHz, koji je takođe nedavno opredijeljen za IMT. Situacija sa trenutnim statusom korišćenja ovih opsega u Crnoj Gori, sa izuzetkom opsega 3600-380 MHz koji je slobodan, je takođe složena. Dio opsega 694-790MHz se koristi za potrebe prvog DVB-T2 multipleksa, opseg 1452-1492MHz se koristi za jednosmjernu vezu za prenos televizijskih signala (prenosne kamere) i za prenos radijskih modulacionih signala od studija do predajnika, opseg 2300-2400MHz se koristi za PMSE (SAP/SAB) aplikacije, dok su u opsegu 3400-3600 MHz implementirane FWA i BWA mreže na bazi WiMAX tehnologije. Implementacija MFCN (TRA-ECS) sistema u ovim opsezima sa sobom nosi niz regulatornih i tehničkih izazova koje je prethodno potrebno riješiti.

Studija o mogućnostima korišćenja radio-frekvencija iz opsega 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz

za IMT sisteme (u daljem tekstu: Studija) treba da, polazeći od trenutnog statusa u vezi sa korišćenjem predmetnih opsega, odgovori na pitanje da li i pod kojim uslovima je moguća implementacija MFCN (TRA-ECS) sistema u ovim opsezima.

Redni broj	Opis predmeta nabavke, odnosno dijela predmeta nabavke	Opis predmeta nabavke, odnosno dijela predmeta nabavke	Jedinica Mjere	Količina
1.	Usluga izrade Studije o mogućnostima korišćenja radiofrekvencija iz opsega 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz za IMT sisteme	Studija treba da u posebnim poglavljima obuhvati sljedeće: 1. Pregled stepena tehnološkog razvoja i dostupnosti mobilnih komunikacionih mreža i usluga u Crnoj Gori; 2. Analiza trenutnih frekvencijskih dodjela mobilnim operatorima u Crnoj Gori i procjena potreba za spektrom neophodnim za dalji razvoj mobilnih komunikacionih sistema, sa posebnim osvrtom na spektralne zahtjeve u vezi sa implementacijom 5G mobilnih mreža; 3. Analiza trenutnog statusa u vezi sa namjenom i korišćenjem radiofrekvencija iz opsega 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz (za svaki opseg pojedinačno) u Crnoj Gori i susjednim državama; 4. Pregled iskustava najmanje pet evropskih zemalja sa uporedivim stepenom razvoja mobilnih EK mreža u vezi sa korišćenjem opsega 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz (za svaki opseg pojedinačno) za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema; 5. Analiza regulatornog okvira za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsezima 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz (za svaki opseg pojedinačno) na nacionalnom i CEPT/ECC nivou, sa predlogom aktivnosti i mjera koje je na nacionalnom nivou neophodno preduzeti u cilju obezbjeđivanja regulatornih uslova za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u ovim	Komplet	1

		opsezima u Crnoj Gori; 6. Analiza tehničkih mogućnosti, uslova i vremenskih rokova za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsezima 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz (za svaki opseg pojedinačno) u Crnoj Gori, i to za scenario: a) zajedničkog korišćenja spektra sa postojećim sistemima, b) oslobađanja opsega od strane postojećih sistema (migracijom u druge opsege); 7. Pregled prednosti i nedostataka implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsezima 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz (za svaki opseg pojedinačno) prema scenariju a) i b) iz prethodne tačke, sa predlogom odgovarajućih mjera.		
--	--	--	--	--

SADRŽAJ

UVOD	1
1. STEPEN TEHNOLOŠKOG RAZVOJA I DOSTUPNOSTI MOBILNIH KOMUNIKACIONIH MREŽA I USLUGA U CRNOJ GORI	3
1.1. Stepen tehnološkog razvoja mobilnih komunikacionih mreža u Crnoj Gori	3
1.2. Stepen dostupnosti mobilnih komunikacionih mreža i usluga u Crnoj Gori	8
1.3. Pregled tržišta mobilnih komunikacionih usluga u Crnoj Gori	11
1.4. Stepen tehnološkog razvoja i dostupnosti širokopojasnih komunikacionih mreža i usluga	13
2. ANALIZA TRENUTNIH RF DODJELA MOBILNIM OPERATORIMA I PROCJENA BUDUĆIH POTREBA ZA RF SPEKTROM	18
2.1. Analiza trenutnih radio-frekvencijskih dodjela mobilnim operatorima u Crnoj Gori	18
2.2. Procjena potreba za spektrom neophodnim za dalji razvoj mobilnih komunikacionih sistema	24
2.2.1. ITU-R procjena spektralnih zahtjeva za IMT do 2020. godine	25
2.2.1.1. Validnost rezultata procjene spektralnih zahtjeva prema ITU-R metodologiji	29
2.2.1.2. Druge procjene spektralnih zahtjeva do 2020. godine	32
2.2.2. Spektralni zahtjevi nakon 2020. godine	33
2.2.2.1. Uvod u 5G sisteme	33
2.2.2.2. Aplikacije koje determinišu 5G spektralne zahtjeve	34
2.2.2.3. Frekvencijski opsezi koji se razmatraju za 5G sisteme	38
2.2.2.3.1. Uticaj propagacionih karakteristika	40
2.2.2.3.2. Opsezi ispod 6GHz	41
2.2.2.3.2. Opsezi iznad 6GHz	45
2.2.2.3.3. Perspektiva korišćenja opsega iznad 6GHz za IMT sisteme	46
3. ANALIZA NAMJENE I KORIŠĆENJA RADIO-FREKVENCIJA IZ OPSEGA 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz I 3600-3800MHz	50
3.1. Analiza namjene i korišćenja radio-frekvencija iz opsega 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz u Crnoj Gori	50
3.1.1. Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 694-790MHz	50
3.1.2. Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 1452-1492MHz	54

3.1.3.	Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 2300-2400MHz	58
3.1.4.	Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 3400-3600MHz	62
3.1.5.	Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 3600-3800MHz	63
3.2.	Analiza namjene i korišćenja radio-frekvencija iz opsega 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz u susjednim državama	64
3.2.1.	Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 694-790MHz	65
3.2.2.	Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 1452-1492MHz	69
3.2.3.	Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 2300-2400MHz	71
3.2.4.	Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 3400-3600MHz	74
3.2.5.	Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 3600-3800MHz	77
4.	ISKUSTVA EVROPSKIH ZEMALJA U VEZI SA KORIŠĆENJEM OPSEGA 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz I 3600-3800MHz ZA IMPLEMENTACIJU MFCN(TRA-ECS) SISTEMA	81
4.1.	Iskustva u implementaciji MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 694-790MHz	81
4.2.	Iskustva u implementaciji MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 1452-1492MHz	85
4.3.	Iskustva u implementaciji MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 2300-2400MHz	87
4.4.	Iskustva u implementaciji MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 3400-3600MHz	89
4.5.	Iskustva u implementaciji MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 3600-3800MHz	94
5.	ANALIZA REGULATORNOG OKVIRA ZA IMPLEMENTACIJU MFCN (TRA-ECS) SISTEMA U OPSEZIMA 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz,3400-3600MHz I 3600-3800MHz NA NACIONALNOM I CEPT/ECC NIVOU	97
5.1.	Analiza regulatornog i tehničkog okvira za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u Crnoj Gori	97
5.1.1.	Plan namjene radio-frekvencijskog spektra	98
5.1.2.	Planovi raspodjele radio-frekvencija	99
5.1.2.1.	Plan raspodjele radio-frekvencija iz opsega 3410-3600MHz za BWA sisteme	100
5.1.2.2.	Plan raspodjele radio-frekvencija iz opsega 3600-3800MHz za BWA sisteme	102

5.1.3.	Postupak dodjele odobrenja za korišćenje radio-frekvencija zerealizaciju javne mobilne komunikacione mreže	105
5.2.	Analiza regulatornog i tehničkog okvira za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema na CEPT/ECC nivou	106
5.2.1.	Regulatorni okvir za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 694-790MHz	106
5.2.1.1.	CEPT/ECC Odluka ECC/DEC/(15)01	107
5.2.1.2.	Implementaciona odluka Evropske Komisije broj (EU) 2016/687	109
5.2.1.3.	Odluka Evropskog Parlamenta i Savjeta broj (EU) 2017/899	109
5.2.1.4.	CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(15)01	111
5.2.2.	Regulatorni okvir za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 1452-1492MHz za suplemetarnu silaznu vezu (SDL)	113
5.2.2.1.	CEPT/ECC Odluka ECC/DEC/(13)03	114
5.2.2.2.	Implementaciona odluka Evropske Komisije broj (EU) 2015/750	115
5.2.2.3.	CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(15)01	116
5.2.3.	Regulatorni okvir za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 2300-2400MHz	116
5.2.3.1.	CEPT/ECC Odluka ECC/DEC/(14)02	116
5.2.3.2.	CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(14)04	118
5.2.3.3.	CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(15)04	119
5.2.4.	Regulatorni okvir za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 3400-3800MHz	120
5.2.4.1.	CEPT/ECC Odluka ECC/DEC/(07)02	121
5.2.4.2.	CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(04)05	121
5.2.4.3.	CEPT/ECC Odluka ECC/DEC/(11)06	122
5.2.4.4.	Implementaciona odluka Evropske Komisije broj 2014/276/EU	124
5.2.4.5.	CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(15)01	124
6.	ANALIZA TEHNIČKIH MOGUĆNOSTI, USLOVA I VREMENSKIH ROKOVA ZA IMPLEMENTACIJU MFCN (TRA-ECS) SISTEMA U OPSEZIMA 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz I 3600-3800MHz U CRNOJ GORI	126
6.1.	Analiza mogućnosti implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 694-790MHz	126
6.2.	Analiza mogućnosti implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 1452-1492MHz	129
6.3.	Analiza mogućnosti implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 2300-2400MHz	130
6.4.	Analiza mogućnosti implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema	

u opsegu 3400-3600MHz	134
6.5. Analiza mogućnosti implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 3600-3800MHz	136
7. KOMPARATIVNA ANALIZA SCENARIJA ZA IMPLEMENTACIJU MFCN (TRA-ECS) SISTEMA U OPSEZIMA 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz I 3600-3800MHz U CRNOJ GORI SA PREPORUKAMA	137
7.1. Komparativna analiza scenarija za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 694-790MHz i preporuke	137
7.2. Komparativna analiza scenarija za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 1452-1492MHz i preporuke	139
7.3. Komparativna analiza scenarija za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 2300-2400MHz i preporuke	140
7.4. Komparativna analiza scenarija za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 3400-3600MHz i preporuke	142
7.5. Komparativna analiza scenarija za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 3600-3800MHz i preporuke	143
LISTA SKRAĆENICA	145
REFERENCE	151

UVOD

Uvođenje savremenih ICT usluga za koje su potrebne velike brzine prenosa podataka nezamislivo je bez razvijenog širokopojasnog pristupa internetu i izgrađene odgovarajuće telekomunikacione infrastrukture. Razvoj i izgradnja savremenih elektronskih komunikacionih mreža, efikasno korišćenje radio-frekvencijskog spektra, geografska i ekonomska dostupnost širokopojasnog pristupa je cilj u funkciji razvoja digitalnog društva. Načelo tehnološke neutralnosti i stvaranje mogućnosti za implementaciju svih postojećih tehnologija mreža za pristup sljedeće generacije (NGA), je pravac u kom treba da se razvijaju fiksne i mobilne elektronske komunikacione mreže u Crnoj Gori.

Za naredni period Strategija razvoja informacionog društva Crne Gore do 2020. godine je predvidjela da je, kao jedan od osnovnih preduslova za dalji društveni i privredni razvoj Crne Gore, odnosno tranziciju prema digitalnom društvu, potrebno obezbijediti dostupnost širokopojasnog pristupa na sljedeći način:

- osnovni širokopojasni pristup $\Rightarrow$ pokrivenost: 100% stanovništva do 2018. godine;
- brzi širokopojasni pristup (30 Mb/s ili više) $\Rightarrow$ pokrivenost: 100% stanovništva do 2020. godine;
- ultra-brzi širokopojasni pristup (100 Mb/s ili više) $\Rightarrow$ korišćenje: 50% domaćinstava do 2020. godine.

U cilju: ispunjavanja narastajućih zahtjeva korisnika javnih mobilnih komunikacionih mreža u pogledu brzine prenosa i dostupnosti servisa, doprinosa postizanju navedenih ciljeva Strategije razvoja informacionog društva Crne Gore do 2020. godine, daljeg razvoja 4G mobilnih mreža i implementacije 5G mreža, neophodno je obezbijediti dodatne resurse radio-frekvencijskog spektra. Pri tome svakako treba uzeti u obzir činjenicu da su na Svjetskoj konferenciji o radiokomunikacijama iz 2015. godine (WRC-2015) opredjeljeni dodatni resursi za razvoj IMT sistema među kojima u ITU Regionu 1 (kome pripada Crna Gora) i opsezi 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz. Kako se navedeni opsezi koriste od postojećih sistema drugih službi, nadležne administracije na nacionalnom nivou treba da obezbijede uslove za korišćenje navedenih opsega od strane MFCN (*Mobile/Fixed Communications Network*) sistema. Ova Studija upravo ima za cilj da, kroz sveobuhvatnu analizu sprovedenu u skladu sa Projektnim zadatkom, ponudi Agenciji za elektronske komunikacije i poštansku djelatnost Crne Gore (u daljem tekstu: Agencija) jasna opredjeljenja i preporuke za efektivnu implementaciju MFCN sistema u navedenim opsezima.

Studija je organizovana na sljedeći način. Nakon ovog Uvoda, u prvoj glavi Studije daje se analiza stepena tehnološkog razvoja i pregled dostupnosti mobilnih komunikacionih mreža i usluga u Crnoj Gori sa pregledom stanja na ovom segmentu tržišta. Takođe se daje osvrt i na stepen razvoja i

dostupnosti širokopojasnih komunikacionih mreža i usluga u Crnoj Gori, sa odgovarajućim zaključcima. Predmet druge glave Studije je analiza trenutnih radio-frekvencijskih dodjela mobilnim operatorima u Crnoj Gori i procjena potreba za spektrom neophodnim za dalji razvoj mobilnih komunikacionih sistema do 2020. godine, sa posebnim osvrtom na spektralne zahtjeve u vezi sa implementacijom 5G mobilnih mreža u periodu poslije 2020. godine. Nakon toga, u trećoj glavi se analizira trenutni status namjene i korišćenja radio-frekvencija iz opsega 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz u Crnoj Gori i u susjednim državama. Pregled iskustava evropskih zemalja sa uporedivim stepenom razvoja mobilnih elektronskih komunikacionih mreža u vezi sa korišćenjem radio-frekvencija iz predmetnih opsega za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema prikazan je u glavi 4, dok se u glavi 5 daje prikaz regulatornog i tehničkog okvira za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u razmatranim opsezima, na nacionalnom i CEPT/ECC nivou. U glavi 6 se vrši analiza tehničkih mogućnosti, uslova i vremenskih rokova za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u predmetnim opsezima u Crnoj Gori, i to za dva moguća scenarija: (a) zajedničko korišćenje spektra sa postojećim sistemima i (b) oslobađanje opsega od strane postojećih sistema i opredjeljivanje cjelokupnog opsega za MFCN (TRA-ECS) sisteme. Konačno, u glavi 7 se, kroz pregled prednosti i nedostataka, daje komparativna analiza mogućih scenarija za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u navedenim opsezima u Crnoj Gori. Takođe, za svaki opseg pojedinačno se daje predlog odgovarajućih mjera i aktivnosti koje Agencija treba da sprovede da bi se stvorili uslovi za efektivnu implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u Crnoj Gori.

1. STEPEN TEHNOLOŠKOG RAZVOJA I DOSTUPNOSTI MOBILNIH KOMUNIKACIONIH MREŽA I USLUGA U CRNOJ GORI

U ovom poglavlju Studije daje se analiza stepena tehnološkog razvoja i pregled dostupnosti mobilnih komunikacionih mreža i usluga u Crnoj Gori sa pregledom stanja na ovom segmentu tržišta. Takođe se daje osvrt i na stepen razvoja i dostupnosti širokopojsnih komunikacionih mreža i usluga u Crnoj Gori, sa odgovarajućim zaključcima.

1.1. Stepen tehnološkog razvoja mobilnih komunikacionih mreža u Crnoj Gori

Već duži niz godina mobilne komunikacije predstavljaju najrazvijeniji segment tržišta telekomunikacija u Crnoj Gori. Prema stepenu i dinamici tehnološkog razvoja i dostupnosti naprednih usluga, kao i prema stepenu tržišne konkurencije i penetraciji korisnika mobilnih usluga, Crna Gora se može svrstati u društvo sa najrazvijenim državama Evrope. Koristeći pogodnosti pripadnosti velikim (regionalnim i globalnim) telekomunikacionim grupama, mobilni operatori u Crnoj Gori su postali regionalni lideri u implementaciji novih tehnologija. Uspješno sprovedenom dodjelom spektra mobilnim operatorima postupkom aukcije radio-frekvencija iz opsega 800MHz, 900MHz, 1800MHz, 2100MHz i 2600MHz u septembru 2016. godine stvorena je osnova za dalji, ubrzan razvoj mobilnih komunikacionih mreža u Crnoj Gori, prije svega ka nacionalnoj LTE pokrivenosti.

Mreže sva tri mobilna operatora: Telenor-a, Crnogorskog Telekoma (T-Mobile) i Mtel-a, su zasnovane na harmonizovanim standardima druge generacije - 2G (GSM/DCS1800, uključujući i paketski segment GPRS, odnosno EDGE), treće generacije - 3G (IMT-2000/UMTS, uključujući HSPA+ i DC-HSDPA) i četvrte generacije - 4G (LTE/LTE-Advanced). Radio pristupni dio GSM/DCS1800 mreža realizovan je u opsezima 900MHz i 1800MHz, dok je pristupni dio UMTS mreža realizovan u opsezima 2100MHz i 900MHz (u opsegu 900MHz na bazi refarminga spektra). Za realizaciju radio pristupnog segmenta LTE mreža koriste se opsezi 800MHz ili 900MHz, 1800MHz i 2600MHz (opsezi 900MHz i 1800MHz na bazi refarminga spektra).

Stepen tehnološkog razvoja savremenih mobilnih komunikacionih mreža ogleda se u mogućnostima mreže da podrži, prije svega, širokopojsne usluge prenosa podataka. Stalna potreba korisnika za sve većim brzinama prenosa podataka i kvalitetom servisa uslovlja je mobilne operatore i u Crnoj Gori da konstantno unapređuju svoje mreže i na taj način drže korak u tehnološkom razvoju sa operatorima u razvijenim evropskim državama.

Kada je riječ o podršci za pružanje *data* usluga, GPRS/EDGE je implementiran na svim GSM/DCS1800 radio baznim stanicama sva tri operatora. Podsjećanja radi, GPRS omogućava protok od 53kb/s prema korisniku, a EDGE od oko 230kb/s prema korisniku (teorijski maksimum od

115kb/s za GPRS, odnosno 384kb/s za EDGE ograničen je brzinom procesiranja terminala).

Teorijski, u UMTS mrežama bez HSxPA unapređenja (WCDMA, 3GPP *Release* 99) moguće je ostvariti maksimalni protok od 384kb/s, a u zavisnosti od implementirane verzije HSDPA/HSUPA tehnologije (3GPP *Release* 5 i 6) teorijski je moguće ostvariti maksimalni protok od 14,4Mb/s prema korisniku (*downlink*), odnosno 5,76Mb/s od korisnika (*uplink*). U pristupnom dijelu 3G mreža (bez obzira na primijenjeni opseg) sva tri mobilna operatora u Crnoj Gori su implementirala HSPA+ tehnologiju (3GPP *Release* 7). Sve 3G radio bazne stanice, sva tri mobilna operatora, teorijski omogućavaju maksimalni protok od 21,1Mb/s prema korisniku u kanalu širine 2x5MHz. Usljed ograničenih spektralnih kapaciteta u opsegu 900MHz, čiji dio je angažovan i za GSM i/ili LTE, u ovom opsegu se koristi redukovana širina UMTS nosioca od 2x4,2MHz, koja omogućava srazmjerno manji kapacitet bazne stanice. U zavisnosti od potreba za kapacitetom, na većem broju lokacija u urbanim djelovima većih gradova implementiran je *dual-carrier* (DC) koncept, koji teorijski omogućava protok od maksimalno 42,2Mb/s prema korisniku, koristeći dva susjedna kanala širine 2x5MHz (ukupno 2x10MHz). DC-HSDPA (3GPP *Release* 8) je trenutno posljednja komercijalno dostupna verzija IMT-2000/UMTS standarda na globalnom nivou.

U Tabeli 1.1 dat je pregled svih verzija IMT-2000/UMTS standarda, sa naznakom onih koji su implementirani u Crnoj Gori.

Tabela 1.1. Pregled verzija IMT-2000/UMTS standarda

Tehno- logija	3GPP Release	Modu- lacija	MIMO, DC	Max. protok downlink [Mb/s]	Max. protok uplink [Mb/s]	Impleme- ntirano u Crnoj Gori
WCDMA	Release 99	QPSK	-	0,384	0,384	Da
HSDPA	Release 5	QPSK	-	1,8	0,384	Da
	Release 5	16-QAM	-	3,6	0,384	
	Release 5	16-QAM	-	7,2	0,384	
	Release 5	16-QAM	-	14,4	0,384	
	Release 5	16-QAM	-	14,4	0,384	
HSUPA	Release 6	QPSK	-	14,4	5,76	Da
HSPA+	Release 7	64-QAM	-	21,1	11,0	Da
	Release 7	16-QAM	2x2 MIMO	28,8	11,0	Komercijalno nedostupno
	Release 8	64-QAM	2x2 MIMO	42,2	11,0	Komercijalno nedostupno
	Release 8	64-QAM	DC	42,2	11,0	Da
DC- HSDPA	Release 9	64-QAM	DC, 2x2 MIMO	84	23	Komercijalno nedostupno
MC-HSDPA	Release 10	64-QAM	4C, 2x2 MIMO	168	23	Komercijalno nedostupno
MC-HSDPA	Release 11	64-QAM	8C, 2x2 MIMO	336	70	Komercijalno nedostupno

Treba napomenuti da navedene vrijednosti protoka predstavljaju teorijske maksimume, koji se u realnim uslovima ne mogu postići. Realni protoci na aplikativnom nivou zavise od mnogo parametara, kao što su stanje u mobilnom radio kanalu, broj aktivnih korisnika u ćeliji, kapacitet veze prema jezgru mreže..., a neki čak nijesu ni povezani sa performansama mreže (zagušenje u mrežama drugih operatora, brzina procesiranja servera, ...). Tipična korisnička brzina prenosa u mrežama sa HSPA+ tehnologijom se najčešće kreće u rasponu od 1-5Mb/s na *downlink*-u, odnosno od 500kb/s do 2Mb/s na *uplink*-u.

Kako je već navedeno, 3G mobilne komunikacione mreže, zasnovane na WCDMA tehnici višestrukog pristupa, prošle su razvojni put od WCDMA, preko HSDPA/HSUPA do HSPA+ i DS-HSDPA verzije, kao posljednjeg komercijalno dostupnog unaprjeđenja u ovom trenutku. Iako omogućavaju protoke reda nekoliko Mb/s ka korisniku, UMTS mreže se ne ubrajaju u širokopojasne mobilne mreže kojima je moguće obezbijediti potpunu podršku za sve zahtjevnije multimedijalne servise. Za dalji razvoj mobilnih komunikacionih mreža, od kojih se očekuje ispunjenje znatno većih zahtjeva, bilo je neophodno implementirati sasvim novu tehnologiju pristupnog radio interfejsa.

Iako je prema ITU nomenklaturi zvanično dio IMT-2000 familije standarda, LTE (3GPP Release 8) se, zbog činjenice da se zasniva na potpuno novom konceptu višestrukog pristupa (OFDMA), u mobilnoj industriji smatra 4G tehnologijom mobilnih komunikacionih mreža. LTE tehnologiju odlikuju znatno veća propusnost (veće brzine prenosa podataka), veća brzina odziva mreže za zahtijevane servise (manji *ping*), veća fleksibilnost u korišćenju spektra (podržane različite širine kanala), kao i *all* IP komutacija. Ukupni kapacitet radio bazne stanice u smislu brzine prenosa podataka ka i od korisnika u LTE sistemu zavisi od širine raspoloživog spektra i uslova u mobilnom radio kanalu, tj. od izbora parametara prenosa. U Tabeli 1.2 i Tabeli 1.3 date su teorijski maksimalne brzine prenosa na LTE *downlink*-u i *uplink*-u, respektivno.

Tabela 1.2. Maksimalne brzine prenosa podataka na LTE *downlink*-u

Modulacija i kodni odnos	Biti po simb.	MIMO	Dostupna brzina prenosa [Mb/s] za različite širine LTE nosioca					
			1,4 MHz	3 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
QPSK 1/2	1	SISO	0,8	2,2	3,7	7,4	11,2	14,9
16QAM 1/2	2	SISO	1,5	4,4	7,4	14,9	22,4	29,9
16QAM 3/4	3	SISO	2,3	6,6	11,1	22,3	33,6	44,8
64QAM 3/4	4,5	SISO	3,5	9,9	16,6	33,5	50,4	67,2
64QAM 1/1	6	SISO	4,6	13,2	22,2	44,7	67,2	89,7
64QAM 3/4	9	2X2 MIMO	6,6	18,9	31,9	64,3	96,7	129,1
64QAM 1/1	12	2X2 MIMO	8,8	25,3	42,5	85,7	128,9	172,1
64QAM 1/1	24	4X4 MIMO	16,6	47,7	80,3	161,9	243,5	325,1

Tabela 1.3. Maksimalne brzine prenosa podataka na LTE uplink-u

Modulacija i kodni odnos	Biti po simb.	MIMO	Dostupna brzina prenosa [Mb/s] za različite širine LTE nosioca					
			1,4 MHz	3 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
QPSK 1/2	1	SISO	0,9	2,2	3,6	7,2	10,8	14,4
16QAM 1/2	2	SISO	1,7	4,3	7,2	14,4	21,6	28,8
16QAM 3/4	3	SISO	2,6	6,5	10,8	21,6	32,4	43,2
16QAM 1/1	4	SISO	3,5	8,6	14,4	28,8	43,2	57,6
64QAM 3/4	4,5	SISO	3,9	9,7	16,2	32,4	48,6	64,8
64QAM 1/1	6	SISO	5,2	13,0	21,6	43,2	64,8	86,4

Dio RF resursa kojima su raspolagali u opsegu 1800MHz Telenor i T-Mobile su još 2013. godine iskoristili za implementaciju LTE tehnologije. Dodjelom opsega 800MHz otvorena su vrata za širenje LTE pokrivenosti i na ruralna područja, kao i za implementaciju LTE-Advanced tehnologije (3GPP Release 10).

Usljed preraspodjele spektra u opsegu 1800MHz nakon aukcije spektra 2016. godine¹ mobilni operatori su dobili mogućnost da u ovom opsegu implementiraju LTE nosilac pune širine od 2x20MHz na svim baznim stanicama. LTE tehnologija implementirana u mrežama crnogorskih operatora omogućava maksimalni protok od 150Mb/s na *downlink*-u i 75Mb/s na *uplink*-u, u kanalu širine 2x20MHz i uz primjenu 2x2 MIMO tehnike. Stvarni protok na aplikativnom nivou je manji iz razloga koji su prethodno navedeni.

S obzirom da raspolaže blokom širine 2x20MHz u opsegu 800MHz, T-Mobile je primjenom tehnike agregiranja LTE nosilaca (CA) u opsezima 800MHz i 1800MHz omogućio protok ka korisniku od 300Mb/s u većini urbanih oblasti. U užem urbanom dijelu Kotora, Budve i Bara implementirana je 3CA tehnika, korišćenjem, pored navedena dva, i opsega 2600MHz. Tehnika agregiranja LTE nosilaca je dio 3GPP Release 10 specifikacije, poznate pod imenom LTE-Advanced, koja prema ITU definiciji pripada familiji 4G mobilnih komunikacionih mreža. LTE-Advanced tehnologija na bazi 3GPP Release 10 je trenutno najnaprednija komercijalno dostupna tehnologija mobilnih komunikacionih mreža. U Tabeli 1.4 dat je pregled karakteristika 3GPP standarda, koji se odnose na LTE tehnologiju i unaprjeđenja.

Preraspodjelom spektra u opsegu 900MHz i usljed činjenice da na aukciji spektra iz 2016. godine nije dobio radio-frekvencije iz opsega 800MHz, Telenor je dio resursa u opsegu 900MHz (blok širine 2x10MHz u urbanim, odnosno 2x5MHz u ruralnim oblastima) angažovao za implementaciju LTE/LTE-Advanced tehnologije, u kombinaciji sa opsegom 1800MHz. Mtel je

¹ Za više podataka o statusu RF dodjela za mobilne mreže u Crnoj Gori vidjeti Poglavlje 2.1 Studije.

primijenio strategiju frekvencijskog planiranja LTE/LTE-Advanced mreže koja podrazumijeva agregiranje LTE nosilaca u opsezima 800MHz (širina LTE nosioca od 2x10MHz) i 1800MHz (širina LTE nosioca od 2x20MHz), s tim što ovaj operator raspolaže i blokom širine 2x20MHz u opsegu 2600MHz, koji trenutno nije u upotrebi.

Tabela 1.4. Karakteristike LTE standarda i unaprjeđenja po 3GPP specifikacijama

3GPP Release	LTE: Rel. 8, 9	LTE-Advanced: Rel. 10, 11, 12	LTE-Advanced Pro: Rel. 13, 14
Frekvencijski opsezi	800MHz; 900MHz; 1800MHz; 2100MHz; 2300-2400MHz; 2600MHz	700MHz; 1500MHz; 3,5GHz; 3,7GHz	5GHz ISM
Agregacija spektra	jedan nosilac (1,4-20MHz), simetričan DL/UL	dvostruka konektivnost, agregacija nosilaca: do 5 CC, unutar/između opsega, ne/kontinualno, FDD i/ili TDD, Kolociran/RRH, asimetričan DL/UL	masivna CA (32 CC), LAA (5GHz), LWA, SDL za CA: 2300-2400MHz
Licenciranje spektra	samo licencirani spektar	licencirani spektar, nosilac WiFi	licencirani spektar, nelicencirani spektar, DL LAA, LWA, LSA
Tip dupleksa	odvojeno FDD, TDD	FDD i TDD (na bazi CA), eIMTA	FDD fleksibilni dupleks
Modeli dijeljenja spektra/mreže	statičko (MOCN, MORAN)	statičko (MOCN, MORAN)	RSE, LSA
Refarming spektra	statički	statički	dinamički, DSA, MRAT, zajednička koordinacija

Treba napomenuti da implementacijom LTE/LTE-Advanced mreža dolazi do postepene migracije *data* saobraćaja i rasterećenja UMTS mreža, što direktno utiče i na kvalitet servisa, tj. na protok na *downlink-u* i *uplink-u* u 3G mrežama.

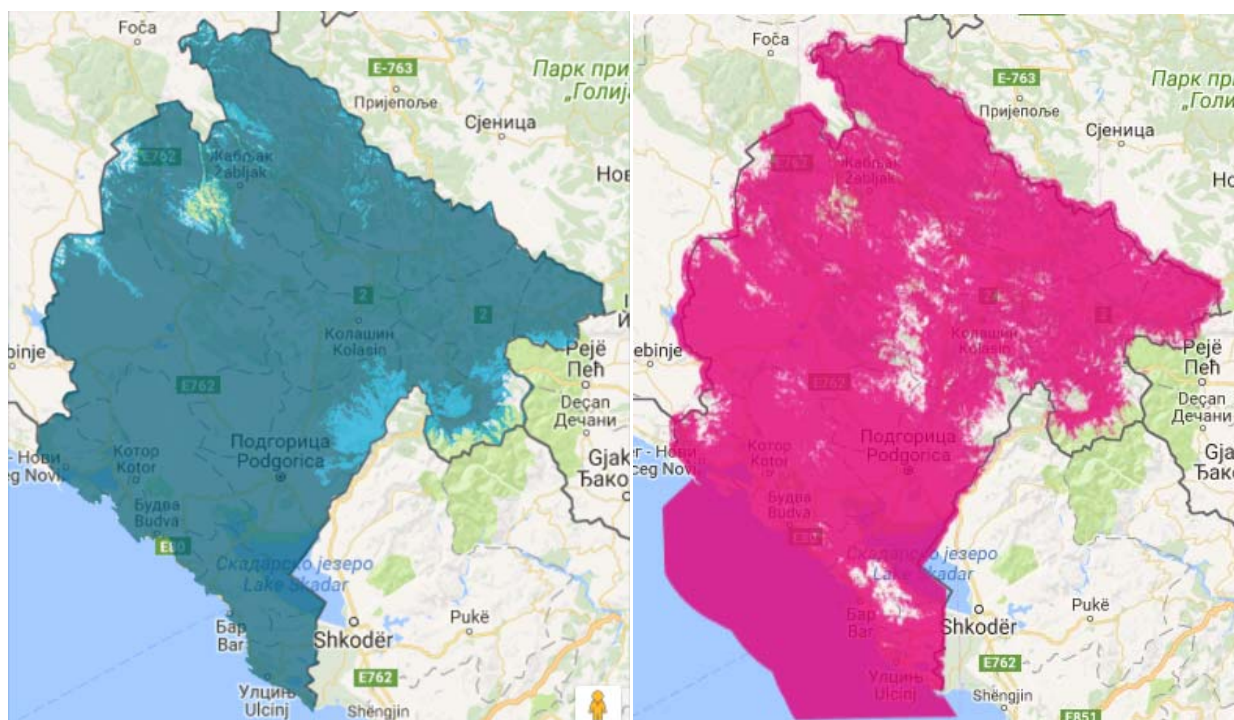
Kod sva tri mobilna operatora GSM/DCS1800, UMTS i LTE/LTE-Advanced mreže funkcionišu integralno, sa integrisanim jezgrom i zajedničkom prenosnom mrežom. U mrežama sva tri operatora omogućen je tzv. vertikalni *handover*, tj. automatsko prebacivanje konekcije sa jedne na drugu tehnologiju, čime se postiže ostvarivanje maksimalnih performansi prenosa i neprekidnost veze.

Prenosni dio mreže Telenor-a i Mtel-a zasnovan je uglavnom na mikrotalasnim radio-relejnim vezama, sa za sada još uvijek manje

zastupljenim prenosom po optičkim vlaknima, za koji se može reći da je u ekspanziji. T-Mobile na kičmi prenosne mreže koristi optičke prenosne kapacitete, a u *last mile* dijelu se takođe u značajnoj mjeri oslanja na mikrotalasne radio-relejne veze. U cilju obezbjeđivanja podrške za zadovoljenje rastućih zahtjeva za širokopojasnim uslugama, kapaciteti prenosnih mreža se konstantno proširuju, povećanjem kapaciteta radio-relejnih veza (na nekim trasama do tehnološkog maksimuma) i razvojem optičkih spojnih puteva u *last mile* dijelu. Važno je napomenuti da su sva tri mobilna operatora izvršila migraciju prenosnih mreža ka *all IP* prenosu.

1.2. Stepen dostupnosti mobilnih komunikacionih mreža i usluga u Crnoj Gori

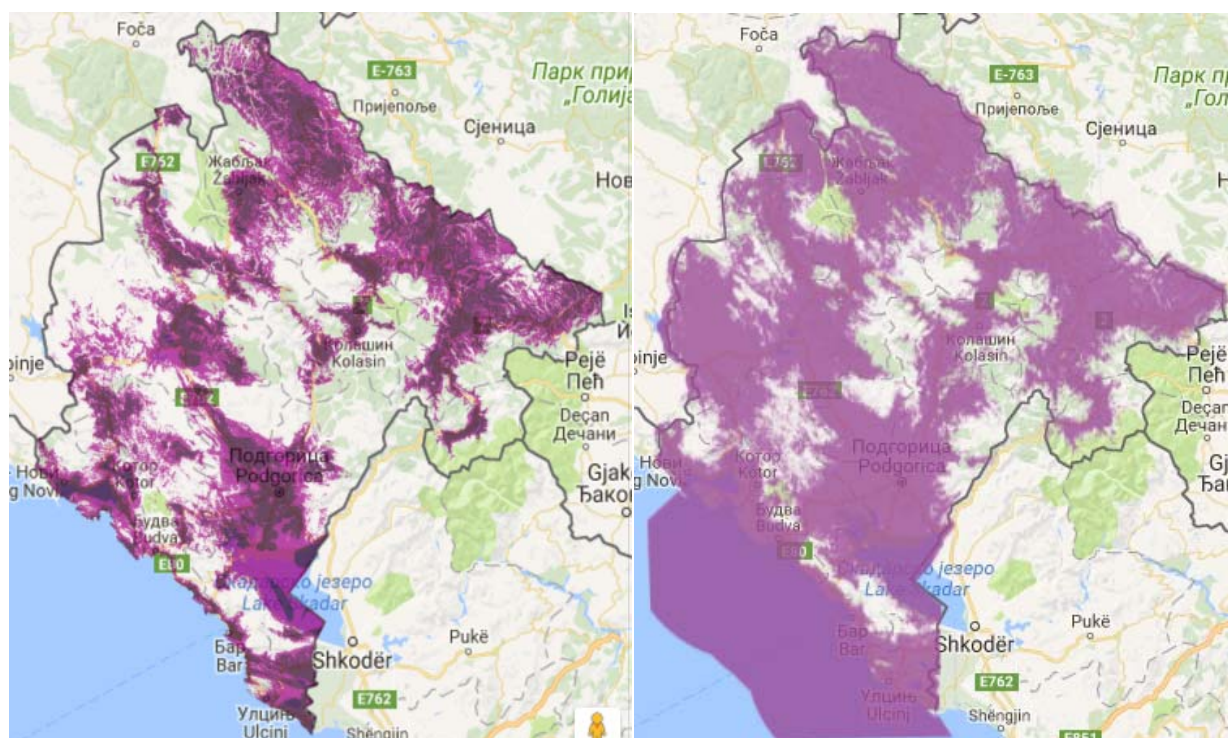
Ono po čemu se Crna Gora može svrstati u red sa najrazvijenijim zemljama Evrope je stepen pokrivenosti stanovništva signalom mobilnih komunikacionih mreža. Naime, sva tri mobilna operatora ističu pokrivenost stanovništva signalom GSM mreža od preko 99%, što Crnu Goru svrstava u red zemalja sa izuzetno dobrom pokrivenošću stanovništva. Pokrivenost teritorije Crne Gore GSM signalom obuhvata sve naseljene oblasti, glavne saobraćajnice (uključujući i duže tunele) i turističke centre i iznosi blizu 90% ukupne teritorije Crne Gore. Pri tome, pokrivenost GSM mrežom se dalje unaprjeđuje i kroz mehanizme univerzalnog servisa. Na Slici 1.1 dat je prikaz pokrivenosti teritorije Crne Gore signalom GSM mreža Telenor-a i T-Mobile-a (Izvor: www.telenor.me i www.telekom.me).



Slika 1.1. Pokrivenost teritorije Crne Gore signalom GSM mreže: Telenor (lijevo), T-Mobile (desno)

Imajući u vidu veoma zahtjevnu konfiguraciju terena u Crnoj Gori sa aspekta pokrivanja signalom mobilne komunikacione mreže, radio pristupni dio GSM mreže sva tri operatora realizovan je sa prilično velikim brojem radio baznih stanica (reda 330-350 lokacija baznih stanica u mrežama svakog od operatora). Osim GSM radio baznih stanica u opsegu 900MHz, koje se koriste za osnovno pokrivanje 2G signalom, problemi kapaciteta, naročito u gusto naseljenim područjima, gdje se očekuje veliki obim govornog saobraćaja, rješavani su, uglavnom kolociranim, GSM/DCS1800 radio baznim stanicama u opsegu 1800MHz. Usljed implementacije UMTS i/ili LTE tehnologije u opsezima 900MHz i 1800MHz, obim GSM/DCS1800 instalacija se postepeno smanjuje.

Pokrivenost signalom UMTS mreža je takođe na visokom nivou i obuhvata sva urbana naselja, kao i značajan dio suburbanih i ruralnih oblasti. Implementacijom UMTS tehnologije u opsegu 900MHz sva tri operatora su značajno unaprijedila dostupnost 3G servisa, a Telenor i T-Mobile navode pokrivenost stanovništva Crne Gore signalom UMTS mreže od preko 90%. Na Slici 1.2 dat je prikaz pokrivenosti teritorije Crne Gore signalom UMTS mreža Telenor-a i T-Mobile-a (Izvor: www.telenor.me i www.telekom.me).



*Slika 1.2. Pokrivenost teritorije Crne Gore signalom UMTS mreže:
Telenor (lijevo), T-Mobile (desno)*

Radio pristupni dio UMTS mreža sva tri operatora takođe je realizovan sa prilično velikim brojem *Node B* stanica, tipično kolociranih sa GSM/DCS1800 radio baznim stanicama. Razvoj UMTS RAN mreže u opsegu 2100MHz upotpunjen je implementacijom ove tehnologije u dijelu dodijeljenog spektra za GSM u opsegu 900MHz, čime je pokrivenost proširena na veliki

dio ruralnih oblasti. U UMTS mrežama svakog od operatora je instalirano preko 250 *Node B* stanica, od kojih u mreži Telenor-a i Mtel-a po 50-ak, a u mreži T-Mobile-a oko 100 stanica u opsegu 900MHz.

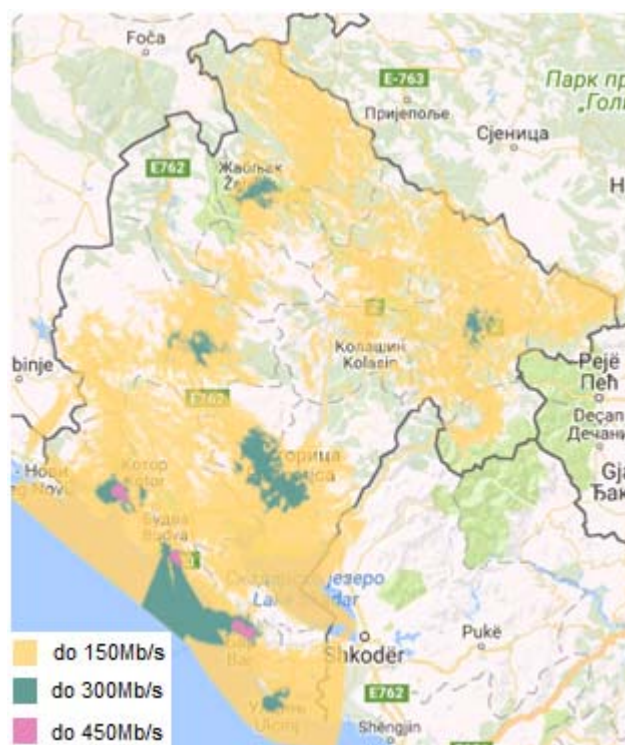
Bez obzira što se radi o HSPA+ mrežama (sa maksimalnim protokom od 21,1Mb/s) i izuzetno velikom stepenu pokrivenosti, ipak se još uvijek ne može govoriti o dostupnosti mobilnih širokopojasnih *data* usluga u svim naseljenim oblastima Crne Gore. Procjenjuje se da bi dalje unaprjeđenje 3G pokrivenosti evidentno iziskivalo značajna ulaganja, a s obzirom da je raspoloživost spektra za UMTS u nižim opsezima (prije svega u opsegu 900MHz) ograničena na maksimalno 2x5MHz, pitanje je da li bi se i mogla postići, ako se uzmu u obzir sve veći zahtjevi korisnika, uključujući i one u ruralnim oblastima. Stoga se kao efikasno sredstvo za postizanje nacionalne *broadband* pokrivenosti i zadovoljenje rastućih potreba svih kategorija korisnika nameće spektralno efikasnija LTE/LTE-Advanced tehnologija.

Iako je i prije dodjele opsega 800MHz LTE tehnologija bila dostupna u gradskim područjima skoro svih opština u Crnoj Gori (putem LTE mreža T-Mobile-a i Telenor-a), ključni iskorak ka (gotovo) nacionalnoj *broadband* pokrivenosti se desio nakon aukcije spektra iz 2016. godine, intenzivnim implementiranjem LTE tehnologije u opsegu 800MHz (T-Mobile i Mtel) i 900MHz (Telenor). Uočavajući značaj opsega 800MHz za postizanje cilja nacionalne *broadband* pokrivenosti, Agencija je mobilnom operatoru T-Mobile, kao korsniku frekvencijskog bloka iz opsega 800MHz sa specifičnim *coverage* zahtjevima, odobrenjem za korišćenje radio-frekvencija propisala obavezu da do septembra 2017. godine pokrije najmanje 70%, do septembra 2018. godine najmanje 85% i do septembra 2019. godine najmanje 95% stanovništva Crne Gore signalom mreže koji će omogućiti pružanje usluge prenosa podataka brzinom od najmanje 10Mb/s ka korisniku. Uz ovaj zahtjev, T-Mobile je obavezan da svake od prve tri godine važenja odobrenja implementira po pet LTE radio baznih stanica u ruralnim oblastima u kojima ne postoji drugi način pružanja širokopojasnih usluga prenosa podataka.

T-Mobile navodi stepen pokrivenosti stanovništva signalom LTE mreže od preko 90%, sa najavljenim planom da do kraja 2017. godine pokrije 95% stanovništva Crne Gore. Usluge posredstvom LTE tehnologije su dostupne u svim urbanim djelovima svih opština u Crnoj Gori i u velikom dijelu suburbanih i ruralnih područja, s tim da je u većini urbanih naselja dostupna i LTE-Advanced tehnologija na bazi 2CA tehnike, a u primorskim opštinama Bar, Budva i Kotor i na bazi 3CA tehnike. U pristupnom dijelu LTE mreže T-Mobile je instalirao *eNode B* stanice na preko 200 lokacija, od kojih na oko 100 lokacija u opsegu 800MHz. Na Slici 1.3 dat je prikaz trenutne pokrivenosti teritorije Crne Gore signalom LTE/LTE-Advanced mreže T-Mobile-a (Izvor: www.telekom.me).

Pored značajnog obima LTE instalacija u opsegu 1800MHz, širenje pokrivenosti LTE mrežom na suburbana i ruralna područja Telenor zasniva na implementaciji ove tehnologije u opsegu 900MHz. Projekat modernizacije RAN mreža je u toku, a najave su da će do kraja 2017. godine LTE

pokrivenost dostići nivo od 95% stanovništva. LTE-Advanced tehnologija je implementirana u naseljima gradskog tipa na bazi agregacije LTE nosilaca u opsezima 1800MHz i 900MHz. Treći mobilni operator Mtel još uvijek nije počeo sa komercijalnim pružanjem usluga korisnicima posredstvom LTE/LTE-Advanced mreže, premda je ova tehnologija već implementirana na velikom broju lokacija.



Slika 1.3. Pokrivenost teritorije Crne Gore signalom LTE/LTE-Advanced mreže T-Mobile-a

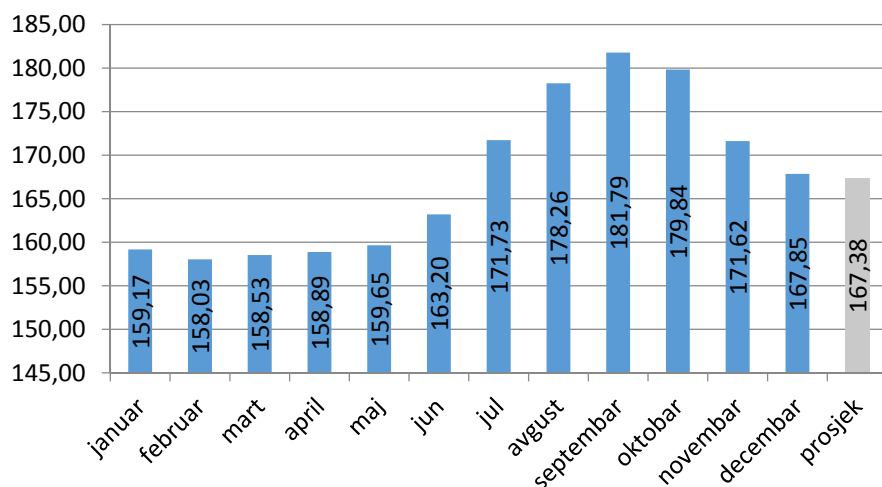
1.3. Pregled tržišta mobilnih komunikacionih usluga u Crnoj Gori

Prema izvještajima Agencije, na kraju 2016. godine broj korisnika mobilnih komunikacionih usluga u Crnoj Gori iznosio je 1.040.747, što odgovara penetraciji od 167,85%. Prosječna penetracija korisnika mobilnih usluga tokom 2016. godine bila je 167,38%. Najveći broj korisnika zabilježen je tokom septembra, kada je iznosio 1.127.170, što odgovara penetraciji od 181,79%, a najmanji tokom februara, kada je iznosio 979.817, što odgovara penetraciji od 158,03%. Na Slici 1.4 prikazano je kretanje penetracije korisnika mobilnih usluga tokom 2016. godine.

Od ukupnog broja mobilnih korisnika na kraju 2016. godine 44,38% su bili *postpaid* korisnici, a 55,62% *prepaid*. Tržišni lider prema broju korisnika je Telenor sa učešćem od 36,29%, slijedi T-Mobile sa 34,70%, dok je tržišno učešće Mtel-a na kraju 2016. godine bilo 29,01%.

Prema obimu ostvarenog odlaznog govornog saobraćaja svih korisnika u 2015. godini lider na tržištu je Telenor sa učešćem od 38,46%, slijedi T-Mobile sa 37,84%, pa Mtel sa 23,70%. Udjeli operatora prema obimu

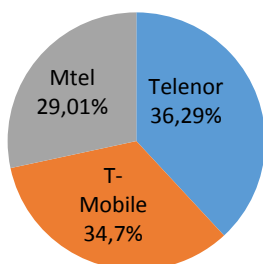
saobraćaja podataka svih korisnika u 2015. godini su: Telenor 40,28%, T-Mobile 36,56% i Mtel 23,16%, a prema ukupnom broju poslatih SMS poruka: T-Mobile 37,35%, Mtel 31,91% i Telenor 30,74%



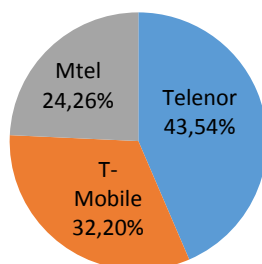
Slika 1.4. Penetracija korisnika mobilnih usluga tokom 2016. godine u [%]

Udjeli operatora u ukupnim prihodima od pružanja mobilnih komunikacionih usluga u 2015. godini su: Telenor 43,54%, T-Mobile 32,20% i Mtel 24,26%. Važno je napomenuti da su odnosi na tržištu po sva tri kriterijumima stabilni u posljednjih nekoliko godina. Na Slici 1.5 prikazano je tržišno učešće mobilnih operatora u Crnoj Gori u odnosu na broj korisnika, obim saobraćaja i ukupne prihode od pružanja mobilnih komunikacionih usluga.

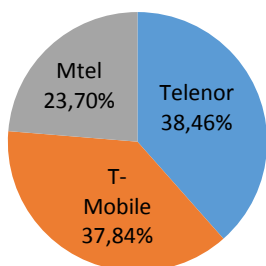
tržišno učešće
prema broju korisnika
na kraju 2016. godine



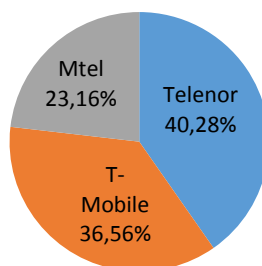
tržišno učešće prema
prihodima od mobilnih
usluga u 2015. godini



tržišno učešće
prema obimu govornog
saobraćaja u 2015. godini



tržišno učešće prema
obimu saobraćaja
podataka u 2015. godini



Slika 1.5. Tržišno učešće mobilnih operatora u Crnoj Gori

Prosječan mjesečni prihod od mobilnih usluga po korisniku (ARPU) u 2015. godini je iznosio 9,57 Eura.

Prema podacima Agencije, na kraju 2016. godine 711.914 korisnika mobilnih usluga je koristilo mobilne *data* usluge, nezavisno od pristupne tehnologije. Od tog broja 334.907 mobilnih korisnika je koristilo mobilne širokopojasne *data* usluge (posredstvom UMTS/HSPA/LTE mreže). Širenjem baze "*smartphone*" terminala povećava se i broj korisnika mobilnih širokopojasnih usluga.

1.4. Stepen tehnološkog razvoja i dostupnosti širokopojasnih komunikacionih mreža i usluga

Za potrebe ove Studije, osim pregleda tržišta mobilnih elektronskih komunikacionih usluga značajno je dati osvrt i na tržište fiksnih širokopojasnih usluga. Ovo iz razloga što se širokopojasne mobilne mreže mogu efikasno iskoristiti za obezbjeđivanje širokopojasnog pristupa na fiksnoj lokaciji, posebno na područjima gdje nije razvijena infrastruktura fiksnih pristupnih mreža.

Dosadašnji razvoj širokopojasnih pristupnih mreža u Crnoj Gori karakteriše:

- Relativno kasni početak razvoja tržišta širokopojasnih pristupnih mreža (ADSL: 2005. godine, KDS: 2007. godine, WiMAX: 2007. godine, FTTx: 2011. godine, satelitski pristup: 2012. godine);
- Niža penetracija priključaka širokopojasnog pristupa Internetu od prosjeka Evropske Unije;
- ADSL tehnologija ima najveće učešće u broju širokopojasnih priključaka, pri čemu je u posljednjih pet godina broj korisnika ove tehnologije pristupa u padu;
- Značajne investicije u FTTx mreže u dijelovima urbanih sredina, što je dovelo do porasta broja instaliranih i uključenih FTTH/B priključaka;

- Porast investicija u naprednu infrastrukturu KDS-a (HFC, DOCSIS 3.0), koje su do skoro uglavnom bile usmjerene na djelove najvećih urbanih sredina, ali su u posljednjem periodu usmjerene i na suburbana područja, što je dovelo do rasta udjela širokopojsnih priključaka putem HFC pristupa;
- Udio ostalih tehnologija u ukupnom broju širokopojsnih priključaka je relativno mali;
- Postojanje infrastrukturne konkurencije u širokopojsnom pristupu prisutno je samo u urbanim sredinama;
- Gotovo kompletna pokrivenost stanovništva signalom 3G mobilnih mreža i ubrzan rast pokrivenosti signalom LTE mreža.

Fiksne Internet usluge, uključujući i fiksne širokopojsne *data* usluge se u Crnoj Gori pružaju korišćenjem više različitih tehnologija i više žičanih i bežičnih mreža. Operatori u Crnoj Gori su razvili sopstvene transportne mreže, koje koriste radi povezivanja različitih elemenata u svojim mrežama. Transportni dio mreža operatora (eng. *backbone*) je baziran na SDH, DWDM i MPLS tehnologijama i sistemima prenosa koji su realizovani preko kablova sa optičkim vlaknima i radio-relejnih veza kao fizičkih medijuma za prenos signala. Za realizaciju sistema prenosa operatori djelimično koriste i optička vlakna zakupljena kod infrastrukturnih operatora. Ovako razvijene transportne mreže, predstavljaju preduslov za razvoj širokopojsnih pristupnih mreža, od kojih se očekuje da u budućnosti omoguće dostizanje ciljeva postavljenih u Strategiji razvoja informacionog društva Crne Gore do 2020. godine.

Pristupni dio fiksnih mreža u Crnoj Gori je još uvijek u najvećoj mjeri baziran na telekomunikacionim kablovima sa bakarnim paricama, ali se koriste i koaksijalni kablovi, kablovi sa optičkim vlaknima, fiksni bežični pristupni sistemi (WiMAX, RLAN itd.). U posljednjih pet godina povećava se broj priključaka pristupnih mreža baziranih na optičkim vlaknima (FTTx), koji mijenjaju priključke realizovane bakarnim paricama i koaksijalnim kablovima.

Fiksni širokopojsni priključci bazirani na telekomunikacionim kablovima sa bakarnim paricama dostupni su u svim opštinama u Crnoj Gori, u svim urbanim, suburbanim i djelimično ruralnim područjima. Dominantna tehnologija koja se koristi za širokopojsni pristup putem telekomunikacionih kablova sa bakarnim paricama je ADSL. Od nedavno Crnogorski Telekom je implementirao i VDSL tehnologiju, uglavnom u urbanim djelovima većih gradova. I pored toga što je broj korisnika ADSL/VDSL priključaka u blagom padu, ovaj način širokopojsnog pristupa i dalje koristi najveći broj korisnika.

Kablovski distributivni sistemi (KDS), kroz implementaciju DOCSIS standarda, pored distribucije AVM sadržaja omogućavaju i pružanje usluga govorne telefonije i pristupa Internetu. U prethodnom periodu se klasični KDS sa koaksijalnim kablovima migrira na modernije sisteme, tzv. HFC

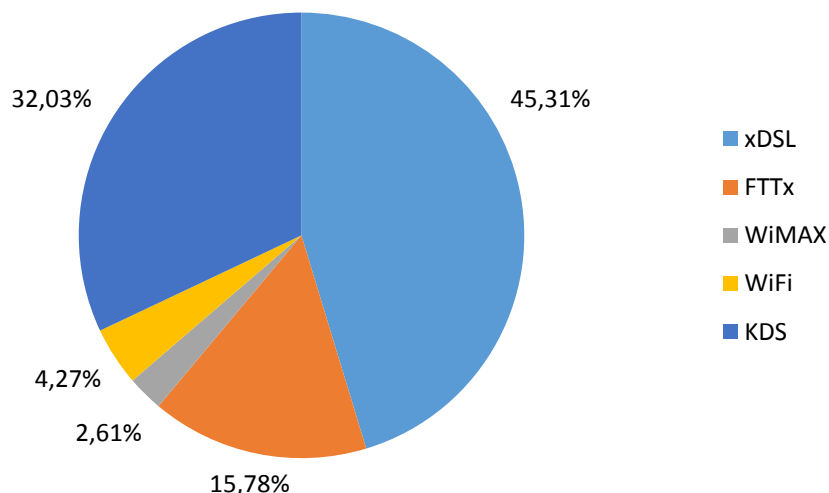
mreže, uvođenjem kablova sa optičkim vlaknima u distributivni dio mreže. Priključci na bazi KDS i HFC dostupni su u 13 opština, u gradskim područjima u kojima živi 59% stanovnika Crne Gore.

Posljednjih godina intenziviran je razvoj pristupnih mreža zasnovanih na kablovima sa optičkim vlaknima (FTTH/B). Priključci sa optičkim vlaknima su dostupni krajnjim korisnicima u 10 opština, u urbanim područjima u kojima živi 54% stanovnika Crne Gore.

Fiksni bežični pristupni sistemi (WiMAX, RLAN itd.) su, takođe, prisutni kao način realizacije širokopojasnog pristupa. Međutim, broj priključaka ne predstavlja značajan udio u ukupnom broju fiksnih širokopojasnih priključaka.

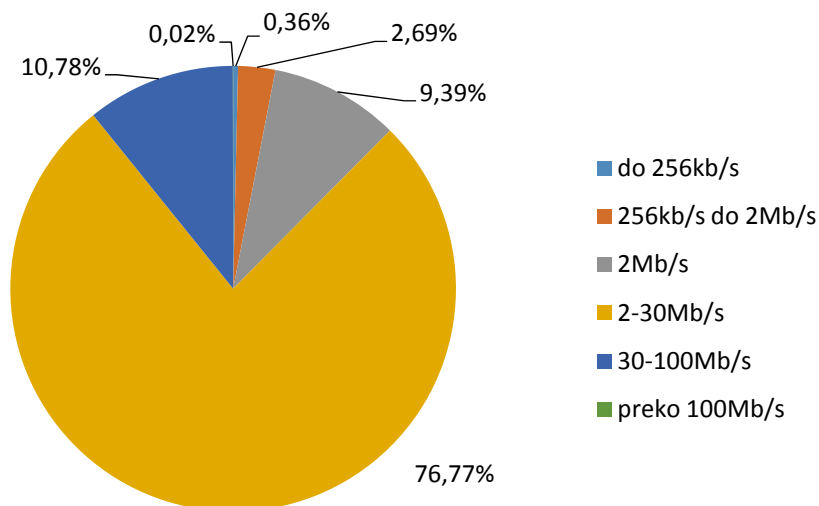
Brzina prenosa podataka ka korisniku u pristupnom dijelu varira od nekoliko stotina kb/s za korisnike koji kao jedinu mogućnost koriste osnovni WiMAX servis, 1-2Mb/s kod naprednijih WiMAX i osnovnih ADSL paketa, 2-10Mb/s za napredne ADSL i KDS korisnike, pa sve do 20Mb/s i više, za korisnike koji ostvaruju pristup putem optičkih vlakana i VDSL tehnologije.

Ukupan broj korisnika usluge fiksnog širokopojasnog prenosa podataka, nezavisno od upotrijebljene tehnologije fiksnog pristupa, na kraju maja 2017. godine iznosio je 127.727 (rast za 8% u odnosu na kraj 2016. godine). Na Slici 1.6 dato je učešće pojedinih tehnologija fiksnog pristupa na tržištu usluga prenosa podataka u Crnoj Gori na kraju maja 2017. godine, sa koje se uočava da je xDSL dominantna tehnologija fiksnog pristupa sa 45,31% učešća. Trenutno su u ponudi ADSL paketi za rezidencijalne korisnike sa maksimalnim omogućenim protokom između 1Mb/s i 10Mb/s, i VDSL paketi sa maksimalnim omogućenim protokom između 20Mb/s i 40Mb/s. Pristup preko kablovskih distributivnih mreža slijedi na drugom mjestu sa 32,03% učešća, pri čemu je očigledno da su i HFC priključci svrstani u ovu kategoriju. Udio pristupa preko optičkih vlakana FTTx je u porastu i trenutno iznosi 15,78%. U budućnosti se očekuje nastavak trenda pada broja korisnika xDSL tehnologije i povećanje udjela pristupa preko optičkih vlakana FTTx.



Slika 1.6. Učešće pojedinih tehnologija fiksnog pristupa na tržištu usluga prenosa podataka u Crnoj Gori na kraju maja 2017. godine

Na Slici 1.7 data je struktura korisnika fiksnih usluga prenosa podataka u odnosu na brzinu pristupa na kraju maja 2017. godine. Sa slike se vidi da 12,44% korisnika fiksnih usluga prenosa podataka ostvaruje pristup brzinama do 2Mb/s. Najveći broj korisnika ostvaruje fiksni *data* pristup brzinama od 2-30Mb/s (76,77%). Pristup brzinama većim od 30 Mb/s koristi 10,80%, a brzinama većim od 100Mb/s samo 0,02% od ukupnog broja korisnika fiksnih *data* usluga. Treba napomenuti da je prosječna brzina pristupa u posljednje tri godine značajno povećana.



Slika 1.7. Struktura korisnika fiksnih usluga prenosa podataka u odnosu na brzinu pristupa u Crnoj Gori na kraju maja 2017. godine

U poređenju sa podacima navedenim u Studiji o načinu dodjele radio-frekvencija iz opsega 790-862MHz iz 2015. godine, može se uočiti značajan pad broja fiksnih korisnika koji pristupaju brzinama do 2Mb/s (sa 34,55%

na 12,44%), kao i veliki rast broja korisnika sa fiksnim pristupom brzinama većim od 30Mb/s (sa 0,29% na 10,8%). Međutim, iako je progres u posljednjih nekoliko godina evidentan, ni dostupnost širokopojasnih *data* usluga, niti prosječni omogućeni protok na korisničkom nivou, još uvijek nijesu zadovoljavajući. Naime, *Strategija razvoja informacionog društva Crne Gore do 2020. godine* je kao jedan od ciljeva postavila obezbjeđivanje dostupnosti osnovnog širokopojasnog pristupa za 100% stanovništva do 2018. godine, brzog širokopojasnog pristupa (30Mb/s ili više) za 100% stanovništva do 2020. godine i obezbjeđivanje korišćenja ultra-brzog širokopojasnog pristupa (100Mb/s ili više) od strane 50% domaćinstava do 2020. godine.

U modernim telekomunikacijama brzine reda 10Mb/s ka korisniku se tipično zahtijevaju za iole naprednije multimedijalne usluge. Strategija definiše osnovni širokopojasni pristup kao pristup brzinama od najmanje 2Mb/s u fiksnim mrežama, odnosno kao dostupnost signala 3G mobilne mreže. Treba napomenuti da dostupnost 3G signala ne podrazumjeva brzine pristupa veće od 2Mb/s. Naprotiv, brzine pristupa u 3G mrežama su često značajno ispod 2Mb/s. To znači da se ispunjenjem prvog cilja Strategije neće postići širokopojasni pristup u pravom smislu te riječi.

S obzirom da trenutno preko 12% korisnika fiksnih usluga prenosa podataka ima pristup brzinama manjim od 2Mb/s, uz činjenicu da nije obezbijeđena nacionalna 3G pokrivenost (prema izvještajima mobilnih operatora pokrivenost se kreće od 90-97% stanovništva), može se zaključiti da zadovoljenje i ovako postavljenog prvog cilja podrazumijeva značajna ulaganja u modernizaciju fiksnih pristupnih mreža i dodatno širenje 3G pokrivenosti, koja se ne zasniva na osnovnom WCDMA pristupu. Za postizanje ovog cilja od ključnog značaja je razvoj LTE/LTE-*Advanced* mreža, kojima se efikasno može omogućiti širokopojasni pristup u pravom smislu te riječi i u ruralnim i slabo naseljenim područjima, gdje ne postoji nikakva fiksna infrastruktura, ili je njen razvoj potpuno ekonomski neopravdan. Ako se uzme u obzir trenutni stepen pokrivenosti signalom LTE/LTE-*Advanced* mreža (95% stanovništva do kraja 2017. godine + najmanje 10 ruralnih oblasti do septembra 2018. godine, shodno odobrenju Agencije izdatom Crnogorskom Telekomu), kao i zahtjev za minimalnim protokom ka korisniku od 10Mb/s, šanse za postizanje prvog cilja Strategije postaju realnije.

Kada se govori o fiksnim mrežama, brzine pristupa od 30Mb/s i više mogu se postići samo u FTTx mrežama i kod ograničenog broja KDS i VDSL priključaka, a brzine od 100Mb/s samo u FTTx mrežama. S obzirom da trenutno samo oko 16% od ukupnog broja aktivnih fiksnih priključaka omogućava pristup brzinama većim od 30Mb/s, ključ za postizanje drugog cilja je dalji razvoj optičkih pristupnih mreža i njihovo širenje na suburbana područja, kao i proširenje LTE-*Advanced* pokrivenosti na ruralna i slabo naseljena područja. Međutim, za omogućavanje protoka od najmanje 30Mb/s ka korisniku (za sve korisnike) neophodno je implementirati tehniku agregiranja najmanje dva LTE nosioca pune širine od 2x20MHz, za šta je, u

slučaju pokrivanja ruralnih oblasti, neophodno angažovanje novih RF resursa u opsezima ispod 1GHz. Upravo se opsezi 700MHz, 800MHz i 900MHz smatraju pogodnim za postizanje ovog cilja, te je pravovremena valorizacija opsega 700MHz za mobilne komunikacione mreže od presudnog značaja, u smislu doprinosa ostvarenju drugog cilja Strategije.

Treći cilj Strategije takođe podrazumijeva dalje širenje FTTH pristupnih mreža, s tim što se ultra-brzi širokopojasni pristup (100Mb/s ili više za sve korisnike) može ostvariti i posredstvom *LTE-Advanced* i *LTE-Advanced Pro* mobilnih mreža, ali sa agregiranjem tri ili više LTE nosilaca pune širine u *downlink*-u. Pored postojećih opsega 1800MHz i 2600MHz, za povećanje kapaciteta *downlink*-a se mogu iskoristiti i opsezi 1452-1492MHz i 2300-2400MHz, o čemu će više riječi biti u narednim poglavljima Studije. Budućnost ultra-brzog mobilnog pristupa (brzine reda Gb/s ka korisniku) se bazira na 5G mobilnim mrežama.

2. ANALIZA TRENUTNIH RF DODJELA MOBILNIM OPERATORIMA I PROCJENA BUDUĆIH POTREBA ZA RF SPEKTROM

U ovom poglavlju Studije daje se analiza trenutnih radio-frekvencijskih dodjela mobilnim operatorima u Crnoj Gori i procjena potreba za spektrom neophodnim za dalji razvoj mobilnih komunikacionih sistema do 2020. godine, sa posebnim osvrtom na spektralne zahtjeve u vezi sa implementacijom 5G mobilnih mreža u periodu poslije 2020. godine.

2.1. Analiza trenutnih radio-frekvencijskih dodjela mobilnim operatorima u Crnoj Gori

Planom namjene radio-frekvencijskog spektra u Crnoj Gori su za realizaciju radio pristupnog dijela javnih mobilnih/fiksni komunikacionih mreža (MFCN) namijenjeni sljedeći radio-frekvencijski opsezi:

- 694-790MHz (opseg 700MHz), za MFCN (TRA-ECS) sisteme;
- 790-862MHz (opseg 800MHz), za MFCN (TRA-ECS) sisteme;
- 880-915/925-960MHz (opseg 900MHz), za GSM i IMT (TRA-ECS) sisteme;
- 1452-1492MHz (opseg 1500MHz), za MFCN (TRA-ECS) sisteme;
- 1710-1785/1805-1880MHz (opseg 1800MHz), za DCS1800 i IMT (TRA-ECS) sisteme;
- 1920-1980/2110-2170MHz (upareni opseg 2100MHz) za MFCN (TRA-ECS) sisteme i 1900-1920MHz i 2010-2025MHz (neupareni opseg 2100MHz) za DA2GC i IMT sisteme;
- 2300-2400MHz (opseg 2350MHz), za MFCN (TRA-ECS) sisteme;
- 2500-2690MHz (opseg 2600MHz), za MFCN (TRA-ECS) sisteme;
- 3400-3600MHz (opseg 3,5GHz), za MFCN (TRA-ECS) sisteme;
- 3600-3800MHz (opseg 3,7GHz), za MFCN (TRA-ECS) sisteme.

Saglasno najnovijim verzijama odgovarajućih CEPT/ECC dokumenata, raspodjela kanala u svakom od navedenih opsega zasniva se na podjeli na jedinične blokove širine 2x5MHz za uparene, odnosno 5MHz za neuparene frekvencijske blokove. U Tabeli 2.1 dat je pregled spektralnih resursa za svaki od gore nabrojanih opsega.

Trenutno su u Crnoj Gori za javne mobilne komunikacione mreže dodijeljeni RF resursi iz opsega 800MHz, 900MHz, 1800MHz, 2100MHz i 2600MHz. Važeće dodjele su rezultat aukcije spektra iz navedenih opsega koju je Agencija sproveda 2016. godine, osim dodjela Mtel-u u opsezima 900MHz, 1800MHz i 2100MHz koje su iz 2007. godine i koje važe do aprila 2022. godine.

Tabela 2.1. Radio-frekvencijski opsezi opredijeljeni za mobilne komunikacione mreže

Opseg	Ukupna količina spektra	FDD/TDD	Broj blokova širine 5MHz	Tehnologija
700MHz	60-80MHz, 2x30MHz+do 20MHz	FDD, TDD	5 uparenih+ do 4 neuparena	MFCN (TRA-ECS)
800MHz	60MHz, 2x30MHz	FDD	6 uparenih	MFCN (TRA-ECS)
900MHz	70MHz, 2x35MHz	FDD	7 uparenih	GSM, IMT (TRA-ECS)
1500MHz	40MHz	TDD	8 neuparenih	MFCN (TRA-ECS)
1800MHz	150MHz, 2x75MHz	FDD	15 uparenih	DCS1800, IMT (TRA-ECS)
2100MHz	120MHz+35, 2x60MHz+35MHz	FDD	12 uparenih+ 7 neuparenih	MFCN (TRA-ECS) DA2GC, IMT
2350MHz	100MHz	TDD	20 uparenih	MFCN (TRA-ECS)
2600MHz	190MHz, 2x70MHz +50MHz	FDD, TDD	14 uparenih+ 10 neuparenih	MFCN (TRA-ECS)
3,5GHz	200MHz ili 160MHz, 2x80MHz	TDD ili FDD	40 neuparenih ili 16 uparenih	MFCN (TRA-ECS)
3,7GHz	200MHz	TDD	40 neuparenih	MFCN (TRA-ECS)

Planovi dodjele radio-frekvencija u opsezima 800MHz, 900MHz, 1800MHz, 2100MHz (upareni), 2100MHz (neupareni) i 2600MHz dati su u Tabelama 2.2 do 2.7, respektivno.

Tabela 2.2. Plan dodjele radio-frekvencija iz opsega 800MHz

Oznaka bloka	Širina bloka	Granice bloka (UL/DL)[MHz]	Nosilac odobrenja
U periodu od 01. 09. 2016. godine do 01. 09. 2031. godine			
A1,A2	2x10MHz	832-842/791-801	Mtel
A3,A4,A5,A6	2x10MHz	842-862/801-821	Crnogorski Telekom

Tabela 2.3. Plan dodjele radio-frekvencija iz opsega 900MHz

Oznaka bloka	Širina bloka	Granice bloka (UL/DL)[MHz]	Nosilac odobrenja
U periodu od 01. 02. 2017. godine do 20. 04. 2022. godine			
B1,B2	2x10MHz	880-890/925-935	Mtel
B3,B4,B5	2x15MHz	890-905/935-950	Telenor
B6,B7	2x10MHz	905-915/950-960	Crnogorski Telekom
U periodu od 21. 04. 2022. godine do 01. 09. 2031. godine			
B1,B2	2x10MHz	880-890/925-935	nedodijeljeno
B3,B4,B5	2x15MHz	890-905/935-950	Telenor
B6,B7	2x10MHz	905-915/950-960	Crnogorski Telekom

Tabela 2.4. Plan dodjele radio-frekvencija iz opsega 1800MHz

Oznaka bloka	Širina bloka	Granice bloka (UL/DL)[MHz]	Nosilac odobrenja
U periodu od 01. 02. 2017. godine do 20. 04. 2022. godine			
C1,C2,C3,C4,C5	2x25MHz	1710-1735/1805-1830	Telenor
C6,C7,C8,C9,C10	2x25MHz	1735-1760/1830-1855	Mtel
C11,C12,C13,C14,C15	2x25MHz	1760-1785/1855-1880	Crnogorski Telekom
U periodu od 21. 04. 2022. godine do 01. 09. 2031. godine			
C1,C2,C3,C4,C5	2x25MHz	1710-1735/1805-1830	Telenor
C6	2x5MHz	1735-1740/1830-1835	Mtel
C7,C8,C9,C10,C11	2x25MHz	1740-1765/1835-1860	Crnogorski Telekom
C12,C13,C14,C15	2x20MHz	1765-1785/1860-1880	nedodijeljeno

Tabela 2.5. Plan dodjele radio-frekvencija iz opsega 2100MHz (upareni)

Oznaka bloka	Širina bloka	Granice bloka (UL/DL)[MHz]	Nosilac odobrenja
U periodu od 01. 02. 2017. godine do 20. 04. 2022. godine			
D1	2x5MHz	1920-1925/2110-2115	nedodijeljeno
D2	2x5MHz	1925-1930/2115-2120	Crnogorski Telekom
D7,D8,D9	2x15MHz	1950-1965/2140-2155	
D3,D4,D5,D6	2x20MHz	1930-1950/2120-2140	Telenor
D10,D11,D12	2x15MHz	1965-1980/2155-2170	Mtel
U periodu od 21. 04. 2022. godine do 01. 09. 2031. godine			
D1,D2,D3,D4	2x20MHz	1920-1940/2110-2130	nedodijeljeno
D5,D6,D7,D8	2x20MHz	1940-1960/2130-2150	Crnogorski Telekom
D9,D10,D11,D12	2x20MHz	1960-1980/2150-2170	Telenor

Tabela 2.6. Plan dodjele radio-frekvencija iz opsega 2100MHz (neupareni)

Oznaka bloka	Širina bloka	Granice bloka (UL/DL)[MHz]	Nosilac odobrenja
U periodu od aprila 2017. godine do aprila 2022. godine			
E1	5MHz	1900-1905	nedodijeljeno
E2	5MHz	1905-1910	Telenor
E3	5MHz	1910-1915	Crnogorski Telekom
E4	5MHz	1915-1920	Mtel
E5,E6,E7	15MHz	2010-2025	nedodijeljeno
U periodu od aprila 2022. godine do 01. 09. 2031. godine			
E1	5MHz	1900-1905	Crnogorski Telekom
E2,E3,E4	15MHz	1905-1920	nedodijeljeno
E5,E6,E7	15MHz	2010-2025	nedodijeljeno

Tabela 2.7. Plan dodjele radio-frekvencija iz opsega 2600MHz

Oznaka bloka	Širina bloka	Granice bloka (UL/DL)[MHz]	Nosilac odobrenja
U periodu od 01. 09. 2016. godine do 01. 09. 2031. godine			
F1,F2	2x10MHz	2500-2510/2620-2630	Crnogorski Telekom
F3,F4,F5,F6	2x20MHz	2510-2530/2630-2650	Mtel
F7 do F14	2x40MHz	2530-2570/2650-2690	nedodijeljeno
G1 do G8	40MHz	2570-2610	nedodijeljeno
G9	5MHz	2610-2615	Crnogorski Telekom

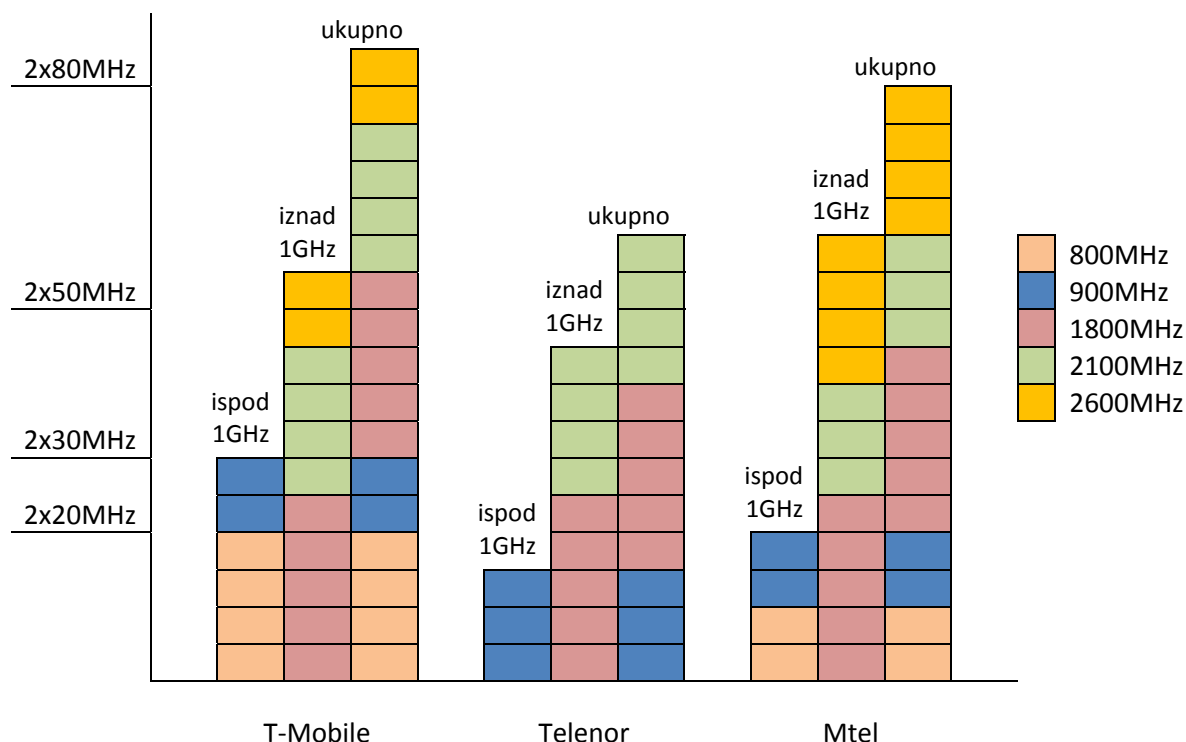
Datum isteka odobrenja		f [MHz]											
2031	nedodijeljeno	T-Mobile						Telenor					
2022		T-Mob.	Telenor				T-Mobile			Mtel			
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12
		1920-1925/ 2110-2115	1925-1930/ 2115-2120	1930-1935/ 2120-2125	1935-1940/ 2125-2130	1940-1945/ 2130-2135	1945-1950/ 2135-2140	1950-1955/ 2140-2145	1955-1960/ 2145-2150	1960-1965/ 2150-2155	1965-1970/ 2155-2160	1970-1975/ 2160-2165	1975-1980/ 2165-2170

Datum isteka odobrenja	100-105 MHz	105-110 MHz	110-115 MHz	115-1905 MHz	1905-2015 MHz	2015-2020 MHz	2020-2500 MHz
2031	T-Mobile	nedodijeljeno	nedodijeljeno	nedodijeljeno	nedodijeljeno	nedodijeljeno	nedodijeljeno
2022	nedodijeljeno	Telenor	T-Mobile	Mtel	nedodijeljeno	nedodijeljeno	nedodijeljeno
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
	1900-1905	1905-1910	1910-1915	1915-1920	2010-2015	2015-2020	2020-2025

Datum isteka odobrenja		f [MHz]									
2031	↑	T-Mobile		Mtel				nedodijeljeno	nedodijeljeno	T-Mobile	nedodijeljeno
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7-F14	G1-G8	G9	G10
		2500-2505/ 2620-2625	2505-2510/ 2625-2630	2510-2515/ 2630-2635	2515-2520/ 2635-2640	2520-2525/ 2640-2645	2525-2530/ 2645-2650	2530-2570/ 2650-2690	2570-2610	2610-2615	2615-2620

22

Na Slici 2.5 dat je uporedni prikaz širine uparenog RF spektra kojim trenutno raspolažu mobilni operatori u Crnoj Gori za realizaciju radio pristupnog dijela GSM/UMTS/LTE mreža.



Slika 2.7. Uporedni prikaz širine RF spektra kojim trenutno raspolažu mobilni operatori u Crnoj Gori

Neupareni dio opsega 2100MHz, iako prvobitno opredijeljen za UTRA TDD, nije našao svoju komercijalnu upotrebu u 3G mrežama. Trenutno se na nivou CEPT-a razmatra buduća namjena opsega 2010-2025MHz, dok je opseg 1900-1920MHz otvoren za DA2GC primjene.

Analizom navedenih podataka može se zaključiti da Crnogorski Telekom sa 2x85MHz (37,78% ukupnih resursa u pet opsega) i Mtel sa 2x80MHz (35,55% ukupnih resursa u pet opsega) raspolažu približno istom ukupnom širinom spektra, s tim što Crnogorski Telekom raspolaže sa 2x10MHz više spektra u opsegu 800MHz, a Mtel sa isto toliko spektra više u opsegu 2600MHz, uz blok širine 2x5MHz manje u opsegu 2100MHz. Crnogorski Telekom je jedan od svega nekoliko mobilnih operatera u Evropi koji raspolaže sa 2x20MHz spektra u opsegu 800MHz. Sa druge strane, Telenor koji ne raspolaže spektrom iz novododijeljenih opsega 800MHz i 2600MHz, sa ukupnom širinom od 2x60MHz (26,67% ukupnih resursa u pet opsega), značajno zaostaje za konkurencijom. Ako se distribucija spektralnih resursa posmatra na nivou tzv. *coverage* (ispod 1GHz) i tzv. *capacity* (iznad 1GHz) opsega, mogu se izvesti slični zaključci, s tim što dodatnih 2x5MHz u opsegu 900MHz daju Telenor-u mogućnost da implementacijom LTE tehnologije u tom opsegu nadomjesti nedostatak resursa iz opsega 800MHz, barem u sljedećih nekoliko godina. Raspoloživi resursi u opsezima 800MHz, 1800MHz i 2600MHz omogućavaju Crnogorskom Telekomu i Mtel-u implementaciju

3CA tehnike u LTE/LTE-*Advanced* mrežama, za šta Telenor nema mogućnost, s obzirom da opseg 2100MHz još uvijek nije dio LTE strategije mobilnih operatera.

Sa mogućnošću implementacije LTE nosioca pune širine od 2x20MHz u opsegu 800MHz i njegovim agregiranjem sa LTE nosiocem, takođe pune širine, u opsegu 1800MHz, Crnogorski Telekom je u pogledu protoka koji može ponuditi korisnicima u svojoj LTE mreži, bilo da se radi o ruralnim ili suburbanim i urbanim oblastima, osigurao leadersku poziciju ne samo u Crnoj Gori, već i u regionu. Uz to, ovaj operator nije primoran da zbog širenja LTE mreže redukuje GSM/DCS1800 i UMTS instalacije. Kada se ovome doda i obaveza ispunjenja veoma visokih zahtjeva za pokrivanjem, lako je zaključiti da Crnogorski Telekom može kroz svoju 4G mrežu Crnoj Gori donijeti (skoro) nacionalnu pokrivenost širokopojasnim servisima.

Pretpostavlja se da će resursi kojima trenutno raspolažu mobilni operatori u Crnoj Gori biti dovoljni da zadovolje zahtjeve korisnika u sljedećih tri do pet godina, a Crnogorskom Telekomu i Mtel-u vjerovatno i duže. Međutim, trend rasta obima saobraćaja i potreba korisnika za većim protocima, uz razvoj novih usluga i tehnologija, iziskuje dodatne alokacije spektra za mobilne mreže, na šta je ITU već odgovorio na WRC-15 u opsezima do 6GHz. Slična očekivanja su i od WRC-19 kada su u pitanju opsezi od 6-100GHz.

2.2. Procjena potreba za spektrom neophodnim za dalji razvoj mobilnih komunikacionih sistema

Mobilni komunikacioni sistemi, uključujući i mobilne širokopojasne mreže, igraju veoma važnu ulogu u ekonomskom i društvenom razvoju, kako razvijenih, tako i zemalja u razvoju. Mobilne komunikacije, direktno i kroz podršku drugim granama privrede, doprinose rastu ekonomije na nacionalnom i globalnom nivou, smanjenju "digitalnog jaza" među stanovništvom, kao i unaprjeđenju kvaliteta svakodnevnog života građana.

Rast broja korisnika mobilnih *data* usluga, uz razvoj multimedijalnih aplikacija i naprednih korisničkih uređaja, uslovio je i enorman porast obima *data* saobraćaja u mobilnim komunikacionim mrežama. Prema raspoloživim podacima, obim saobraćaja u periodu 2010-2015. godina se svake godine u prosjeku duplirao. Najnovije prognoze govore da će obim mobilnog *data* saobraćaja u periodu 2010-2020. godina na globalnom nivou porasti gotovo 100 puta, na približno 200 EB (10^{18} B) u 2020. godini. Dva su ključna generatora rasta obima mobilnog *data* saobraćaja: nagli razvoj širokog spektra mobilnih multimedijalnih aplikacija (koje podrazumijevaju prenos velike količine podataka) i masovna upotreba pametnih telefona i uređaja sa širokim ekranom (tableti, *notebook* i *laptop* računari, mobilni projektori, konzole za video igre, ...) za pristup Internet servisima. Rastu obima saobraćaja podataka snažno doprinosi i dramatično visok trend rasta obima M2M komunikacija, kao i Internet stvari (IoT). Ericsson je u svom Izvještaju o trendovima u mobilnoj industriji iz 2016. godine predvidio da će do 2022.

godine broj IoT uređaja rasti po godišnjoj stopi od 21% i da će od 5,6 milijardi u 2016. godini doći nivo od 18,1 milijardu u 2022. godini. U istom izvještaju se navodi procjena da će broj uređaja povezanih na globalnu mrežu do 2022. godine doći 29 milijardi, od čega će samo 8,6 milijardi biti tradicionalni mobilni terminali.

Da bi se obezbijedila tehnološka podrška za rastuće zahtjeve u pogledu obima saobraćaja, neophodan je razvoj modernih širokopojasnih mobilnih mreža, zasnovanih na spektralno efikasnijim tehnologijama, koje će omogućiti znatno veće brzine prenosa podataka ka i od korisnika, kao i alokacija dodatnog RF spektra u cilju podrške implementaciji takvih mreža.

Tri osnovne karakteristike koje utiču na kapacitet bežične mreže su gustina pristupnih tačaka (baznih stanica u mobilnim komunikacionim mrežama), efikasnost upotrebe spektra i širina dostupnog spektra. Spektralna efikasnost ima fizička ograničenja (npr. *Shannon*-ov zakon i fizička dostupnost nekorelisanih antena), dok povećanje gustine pristupnih tačaka postaje sve manje efikasno u supe gustom okruženju, tako da se angažovanje dodatnog spektra nameće kao jedino rješenje za obezbjeđivanje velikog kapaciteta u ovim slučajevima. Pri tome, kontinualni spektar ima prednosti u odnosu na više fragmentiranih frekvencijskih opsega, kroz smanjenje složenosti uređaja, veličine signalizacionog zaglavlja, zaštitnih opsega i interferencije.

Svaki nekoliko godina, ITU-R u okviru svoje agende razmatra buduće spektralne zahtjeve i moguće dodatne alokacije za IMT sisteme.

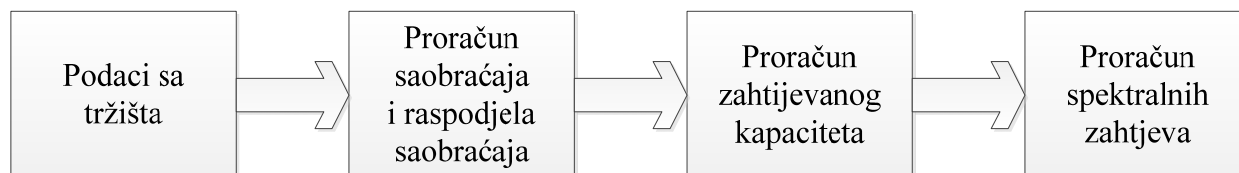
2.2.1. ITU-R procjena spektralnih zahtjeva za IMT do 2020. godine

Postavlja se pitanje kako procijeniti spektralne zahtjeve za IMT sisteme? U tu svrhu Sektor za radiokomunikacije ITU-a (ITU-R) je razvio metodologiju, koja je opisana u Preporuci ITU-R M.1768-1. Aktuelna procjena spektralnih zahtjeva do 2020. godine je kompletirana u decembru 2013. godine i data u Izvještaju ITU-R M.2290-0. Kao ulazni parametri za proračun IMT spektralnih zahtjeva, korišćeni su podaci iz Izvještaja ITU-R M. 2078, ITU-R M.2243 i ITU-R M.2289. Preporuka ITU-R M.1768-1 uključuje sve najbitnije karakteristike IMT tehnologija i primjene IMT mreža, uključujući i dijeljenje spektra između makro i mikro ćelija kod IMT-*Advanced* sistema i uvođenje novog parametra granularnosti spektra za IMT sisteme.

ITU-R metoda daje mogućnost procjene spektralnih zahtjeva za IMT kao cjelinu, kao i za dvije odvojene grupe radio pristupnih tehnologija (RATG): RATG1 (pre-IMT-2000, IMT-2000 sistemi i unaprjeđenja), gdje spadaju GSM/DCS1800, UMTS/HSPA i LTE sistemi, i RATG2 u koje se ubraja LTE-*Advanced*.

Metodologija procjene spektralnih zahtjeva podrazumijeva tehnološki neutralan pristup i uzima u obzir tržište, tehnologiju i informacije vezane za samu primjenu.

U opštem slučaju, postupak procjene spektralnih zahtjeva podrazumijeva primjenu devet uzastopnih koraka, koji su grupisani u četiri glavna bloka, kao što je prikazano na Slici 2.8.

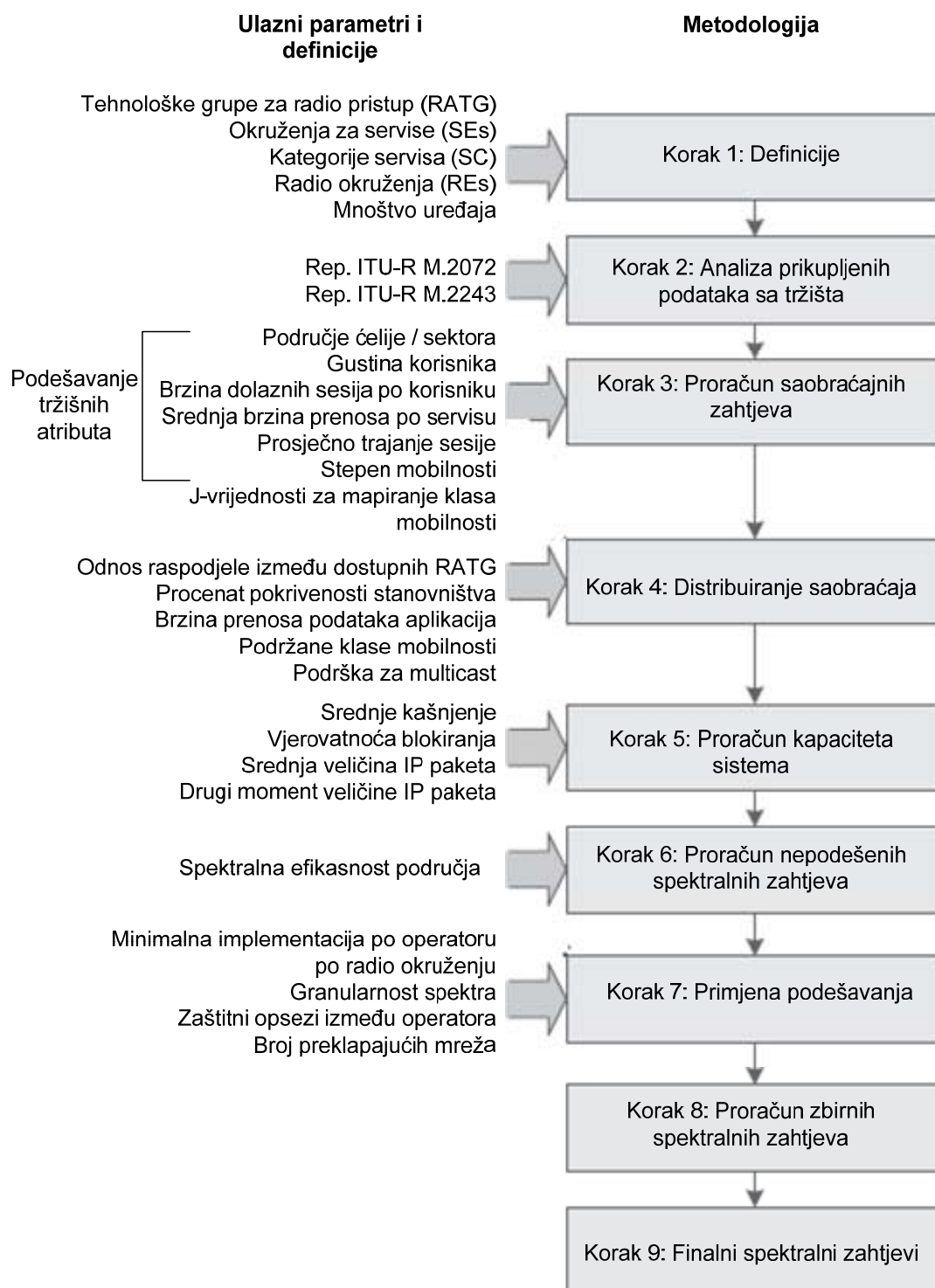


Slika 2.8. Dijagram toka procjene spektralnih zahtjeva

Postupak počinje analizom podataka sa tržišta, a zatim se u drugom bloku proračunava obim saobraćaja i vrši njegova raspodjela po različitim radio pristupnim tehnologijama (RAT). U trećem bloku se proračunava zahtijevani kapacitet, i na osnovu toga se u četvrtom bloku proračunava količina spektra neophodna za obezbjeđivanje zahtijevanog kapaciteta. Sam proces proračuna može biti veoma komplikovan, u slučaju kada postoje različiti tipovi saobraćaja, različita okruženja i više tipova ćelija različitih pristupnih tehnologija.

Slika 2.9 prikazuje devet koraka koji se primjenjuju pri proračunu potrebnog spektra u skladu sa Preporukom ITU-R M.1768-1, kao i relevantne ulazne parametre.

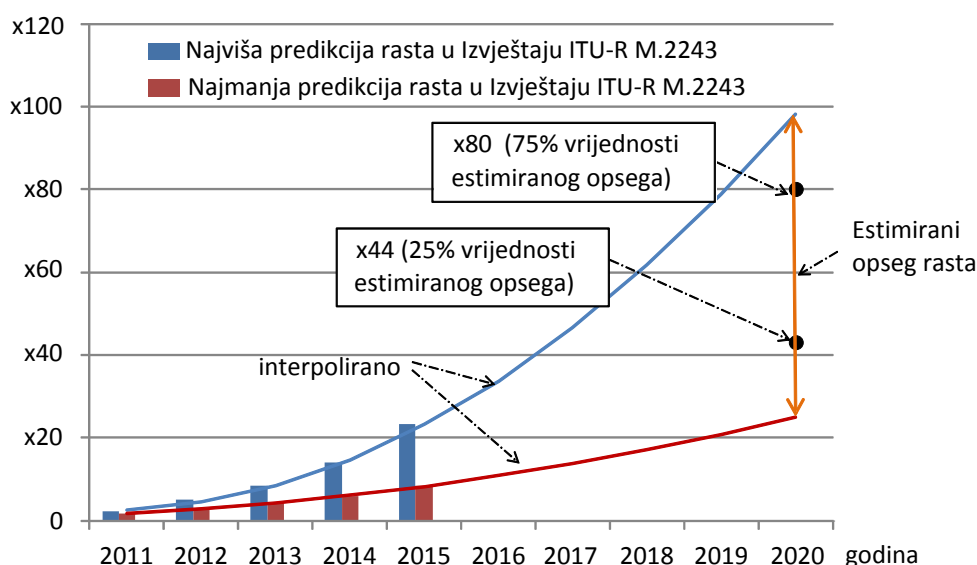
Postupak prikazan na Slici 2.9 počinje definisanjem ulaznih parametara (korak 1), poslije čega slijedi analiza tržišta u kojoj se razmatra sav saobraćaj koji prenose IMT i drugi mobilni komunikacioni sistemi, što odgovara koracima 2 i 3. U koraku 4, ukupni saobraćaj koji je procijenjen na osnovu proučavanja tržišta, se distribuira između različitih radio okruženja i radio pristupnih tehnologija, u skladu sa faktorima kao što su karakteristike saobraćaja (zahtijevana brzina prenosa podataka i stepen mobilnosti korisnika), mogućnosti pojedinih grupa radio pristupnih tehnologija (podržane brzine prenosa, tipovi ćelija koji su na raspolaganju i njihovo pokrivanje, itd.). Kapacitet sistema potreban za prenos procijenjenog obima saobraćaja se zatim proračunava u koraku 5, i to primjenom posebnih algoritama za proračun kapaciteta, za slučaj saobraćaja na principu rezervisanih resursa i za paketski tip saobraćaja. Inicijalna estimacija potrebnog spektra se dobija iz zahtjeva za kapacitetom, tako što se on podijeli sa spektralnom efikasnošću odgovarajuće tehnologije (korak 6). Nakon toga se vrše korekcije inicijalne procjene, koje uzimaju u obzir konkretnu primjenu mreže, sa združenim spektralnim zahtjevima za relevantne primjene (koraci 7 i 8). Konačno, primjenom ove metodologije, u koraku 9 se dobijaju spektralni zahtjevi za RATG1 i RATG2, koji zajedno predstavljaju zahtjeve za IMT sisteme.



Slika 2.9. Koraci u proračunu potrebnog spektra i relevantni ulazni parametri

Za potrebe procjene spektralnih zahtjeva za IMT sisteme do 2020. godine, ITU je u Izvještaju ITU-R M.2290-0 dao estimaciju rasta godišnjeg obima saobraćaja podataka do 2020. godine. Estimacija je urađena na osnovu rezultata predikcija rasta obima saobraćaja za period 2010-2015. godina datih u Izvještaju ITU-R M.2243 iz 2011. godine. Rezultati estimacije su prikazani na Slici 2.10.

Rast obima saobraćaja
u odnosu na 2010. g.



Slika. 2.10. Estimacija rasta godišnjeg obima saobraćaja podataka do 2020. godine data u Izvještaju ITU-R M.2290

Pod pretpostavkom navedenog trenda rasta godišnjeg obima saobraćaja na globalnom nivou, napravljena je predikcija potreba za količinom spektra neophodnog za razvoj mobilnih komunikacionih sistema do 2020. godine, koji bi bili u mogućnosti da podrže rastuće zahtjeve. Predikcija je napravljena za dva scenarija i objavljena u Izvještaju ITU-R M.2290-0. Prvi scenario podrazumijeva niži stepen korisničkih zahtjeva (scenario sa manjom gustom korisnika), koji odgovara nivou od 25% vrijednosti estimiranog opsega rasta obima saobraćaja podataka (x44 u odnosu na 2010. godinu), a drugi viši stepen korisničkih zahtjeva (scenario sa većom gustom korisnika), koji odgovara nivou od 75% vrijednosti estimiranog opsega rasta obima saobraćaja podataka (x80 u odnosu na 2010. godinu).

U Tabeli 2.8 su dati estimirani spektralni zahtjevi za RATG1 i RATG2 do 2020. godine dobijeni primjenom opisane ITU-R metodologije.

Tabela 2.8. Spektralni zahtjevi za RATG1 i RATG2 go 2020. godine

Spektralni zahtjevi	RATG 1	RATG 2	RATG1 i RATG 2
Scenario sa manjom gustom korisnika	440MHz	900MHz	1340MHz
Scenario sa većom gustom korisnika	540MHz	1420MHz	1960MHz

U Crnoj Gori je, shodno Planu namjene radio-frekvencijskog spektra, za mobilne komunikacione mreže opredijeljeno ukupno 1190MHz spektra u opsezima između 700MHz i 3,8GHz (vidjeti Tabelu 2.1). U ovu sumu nije uračunat neupareni dio opsega 2100MHz, koji nema perspektivu primjene za IMT sisteme. Od navedenog spektra, za MFCN (TRA-ECS) sisteme je

trenutno raspoloživo ukupno 590MHz spektra u opsezima 800MHz, 900MHz, 1800MHz, 2100MHz i 2600MHz, dok je korišćenje opsega 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-3400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz (ukupno 600MHz spektra) predmet razmatranja ove Studije.

Namjena opsega za MFCN (TRA-ECS) sisteme u Crnoj Gori je u potpunosti usaglašena sa ECA tabelom, s tim što se na nivou CEPT-a intenzivno radi na harmonizaciji tehničkih uslova za MFCN sisteme u opsezima 1427-1452 MHz i 1492-1518 MHz (ukupno 50MHz spektra), koji su identifikovani za IMT na konferenciji WRC-15. Kada se saberu svi nabrojani resursi dolazi se do ukupne količine od 1240MHz spektra, što je i dalje za 100MHz ispod procijenjenih zahtjeva za IMT sisteme do 2020. godine, i to za scenario sa manjom gustom korisnika. Dakle, za zadovoljenje spektralnih zahtjeva za dalji razvoj IMT sistema potrebno je do 2020. godine alocirati još između 100MHz i 720MHz spektra pogodnog za ove primjene.

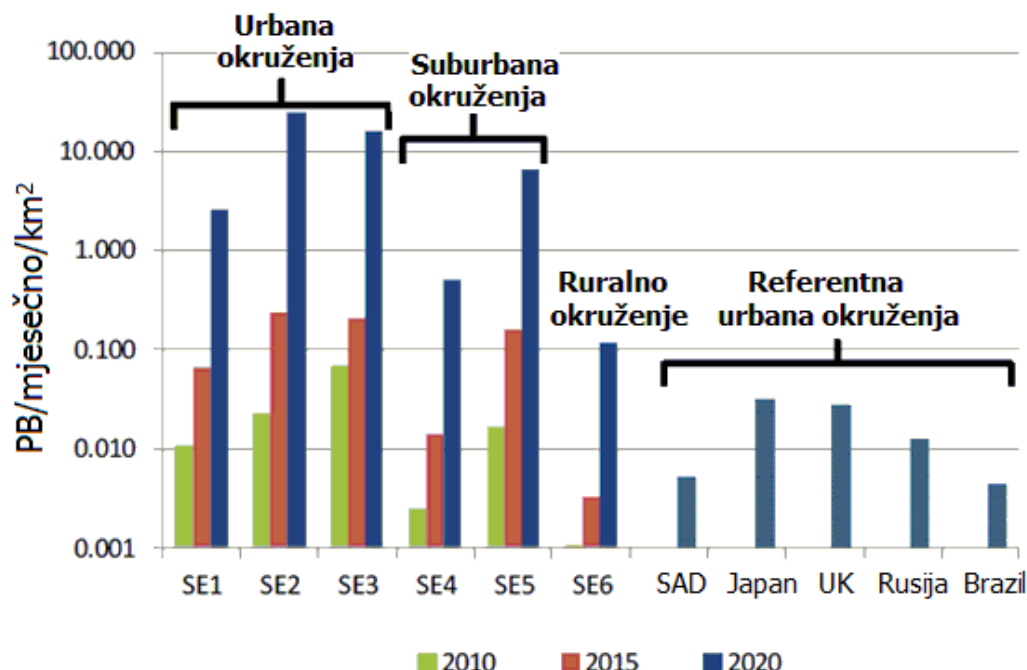
2.2.1.1. Validnost rezultata procjene spektralnih zahtjeva prema ITU-R metodologiji

Nekoliko organizacija i institucija, kao što su LS Telcom, zatim regulator spektra u Rusiji, kao i Evropska radio-difuzna unija (EBU), su postavili pitanje validnosti procjene potrebnog spektra za IMT sisteme, dobijene primjenom ITU-R modela. Koristeći model menadžmenta spektra koji je razvio ITU-R, LS Telcom je otkrio nekoliko nedostataka, zbog kojih smatra da procjena potrebnog spektra za IMT sisteme dobijena primjenom ovog modela ne odražava realne potrebe. LS Telcom je renomirana kompanija koja pruža usluge iz oblasti menadžmenta spektra regulatorima, operatorima i korisnicima spektra širom svijeta, kroz razvoj softverskih rješenja i pružanje konsultanskih usluga.

U svom dokumentu *Mobile Spectrum Requirement Estimates: Getting the inputs right* LS Telcom izražava sumnju u tvrdnju ITU-a da je u svom modelu koristio, između ostalog, estimaciju saobraćaja UMTS foruma kao osnovu za procjenu spektralnih zahtjeva za IMT sisteme. LS Telcom je našao da je estimacija saobraćaja u ITU-R modelu kreirana koristeći više različitih pretpostavki, koje su u suprotnosti sa estimacijom UMTS Forum. Poređenje grafika gustine saobraćaja koje su primijenjene u ITU-R modelu, sa graficima koji se zasnivaju na estimaciji UMTS Forum za urbana i suburbana područja, pokazuje da su grafici gustine saobraćaja kod ITU-R modela najmanje za dva reda veličine predimenzionisani. Glavni razlog za to je što ITU-R model nije uporedio predviđenu gustinu saobraćaja, koju je koristio u svom modelu, sa estimacijom gustine saobraćaja u bilo kojoj zemlji. LS Telcom je sproveo takvu analizu i došao do podataka koji su grafički prikazani na Slici 2.11.

ITU-R estimacija gustine saobraćaja (izražena u PB (petabajtima) po mjesecu po km²) za 2020. godinu uveliko prevazilazi vrijednost predikcije koju je ponudila mobilna industrija, i to u toj mjeri da čak ITU-R-ov grafik gustine saobraćaja u ruralnoj oblasti premašuje estimaciju gustine

saobraćaja za urbane oblasti u nekim od najrazvijenih zemalja svijeta. Slika 2.11 upoređuje ITU-R model gustine saobraćaja u slučaju "malog rasta" sa referentnim tačkama iz Izvještaja 44 UMTS Foruma, koji je objavljen 2011. godine, a koji takođe prikazuje estimaciju malog rasta saobraćaja podataka do 2020. godine.

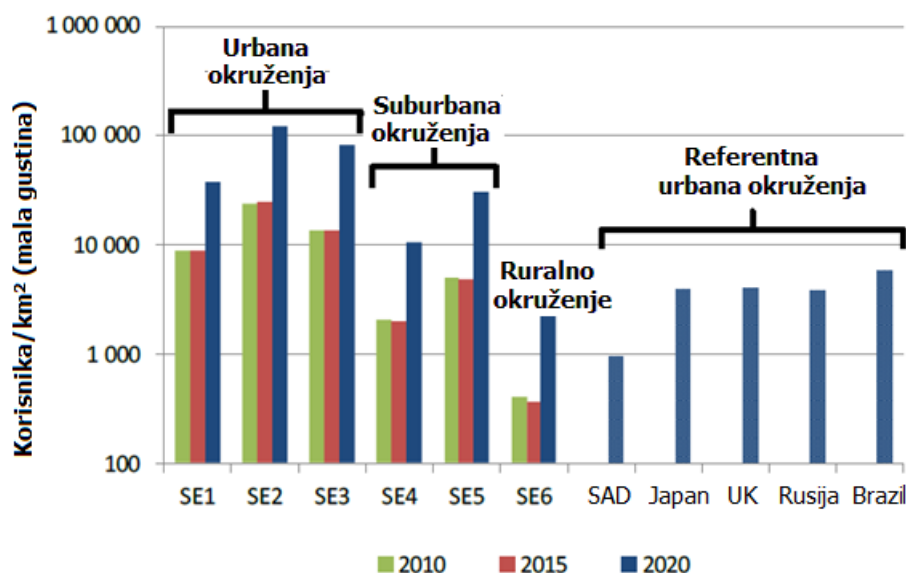


Slika 2.11. Mjesečni obim saobraćaja podataka po km²; grafici ITU-R modela (slučaj "malog rasta") za šest različitih servisnih okruženja (SE) su upoređeni sa referentnim graphicima iz UMTS Forum Izvještaja 44 za urbani saobraćaj u pet reprezentativnih zemalja

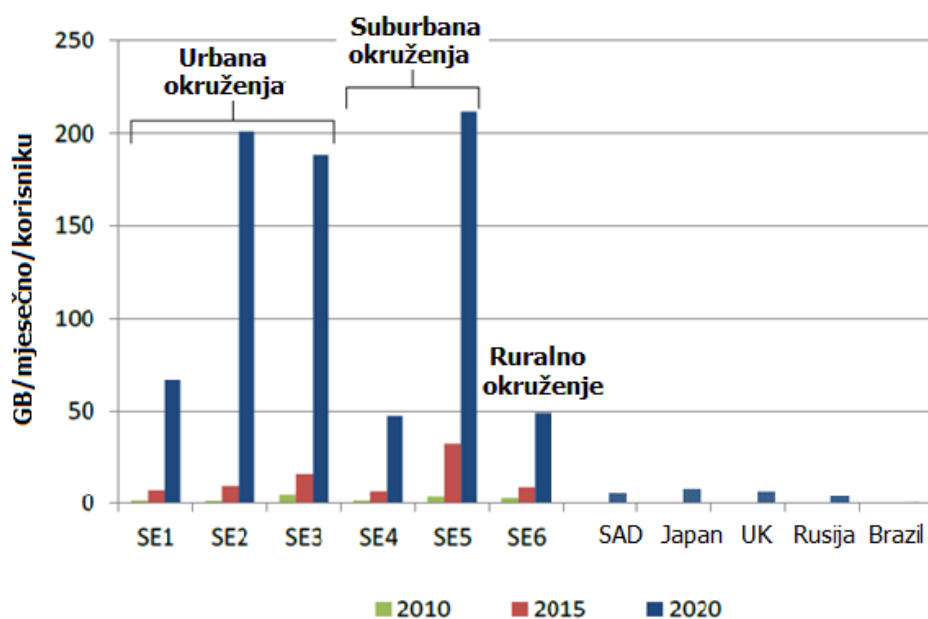
Prema LS Telcom-u, razlozi za veću estimiranu vrijednost gustine saobraćaja u ITU-R modelu su kombinacija nerealne pretpostavke o gustini korisnika (tj. broja korisnika koji koriste pojedine aplikacije) i prekomjernog saobraćaja po korisniku (tj. obima saobraćaja po jednom korisniku koji koristi datu aplikaciju), što je prikazano na slikama 2.12 i 2.13. Može se vidjeti da čak i za SE5 oblast (suburbana oblast), gustina korisnika od 30400 po km² koju predviđa ITU-R, je pet puta veća od tipične gustine korisnika u urbanoj oblasti Brazila, odnosno 32 puta veća od gustine korisnika u urbanoj oblasti SAD-a, dok je obim saobraćaja od 212GB mjesečno po korisniku 27 puta veći od obima saobraćaja po korisniku u Japanu, odnosno 285 veća od predviđenog obima saobraćaja u Brazilu, u odnosu na vrijednosti date u Izvještaju 44 UMTS Foruma.

Pored opisanih ulaznih parametara, LS Telcom smatra da još neki primijenjeni parametri u ITU-R modelu prema Preporuci ITU-R M.1768-1, imaju značajno odstupanje od stvarnih vrijednosti (npr. spektralna efikasnost), što u konačnom daje rezultate o potrebnom spektru, koji prevazilaze ono što će biti realne potrebe. Međutim, ispitujući i brojne druge

metode koje se koriste za estimaciju potrebnog spektra, LS Telcom je došao do zaključka da je ITU-R model najpouzdaniji, jer uzima u obzir različite mrežne arhitekture koje se koriste u različitim okruženjima, dok većina modela jednostavno uzima odgovarajuće srednje vrijednosti za cijelu zemlju. Zato, prema njihovoj preporuci, samo treba pažljivije procijeniti primijenjene ulazne parametre pri korišćenju ITU-R modela, ili razviti slične originalne metode, kao što je to uradila Australija.



Slika 2.12. Gustina korisnika; grafici ITU-R modela (slučaj "malog rasta") za šest različitih servisnih okruženja (SE) su upoređeni sa referentnim graphicima iz UMTS Forum Izvještaja 44 za pet reprezentativnih zemalja i za podrazumijevano urbano okruženje



Slika 2.13. Srednji mjesečni obim saobraćaja podataka; grafici ITU-R modela (slučaj "malog rasta") za šest različitih servisnih okruženja (SE) su upoređeni sa referentnim graphicima iz UMTS Forum Izvještaja 44 za pet reprezentativnih zemalja i za podrazumijevano urbano okruženje

2.2.1.2. Druge procjene spektralnih zahtjeva do 2020. godine

Izvještaj ITU-R M.2290-0 je dao globalnu procjenu spektralnih zahtjeva za zemaljske IMT sisteme. Ulazni parametri za ovaj izvještaj predstavljaju skup mogućih globalnih scenarija budućeg rasta mobilnog saobraćaja. U nekim zemljama, proračun spektralnih zahtjeva može zavisiti od konkretnog stanja na tržištu, kao i regulatornih uslova, pa usljed toga spektralni zahtjevi mogu biti manji od ovako dobijene procjene, čak i za slučaj male gustine korisnika, dok u drugim zemljama spektralni zahtjevi mogu biti veći i od onih dobijenih za slučaj velike gustine korisnika. ITU-R metodologija u skladu sa Preporukom M.1768-1 se može iskoristiti za estimaciju ukupnih IMT spektralnih zahtjeva u nekoj zemlji, samo ako se ulazni parametri iskorišćeni u ITU-R Izvještaju M.2290 prilagode prilikama tržišta na nacionalnom nivou konkretne zemlje.

Mnoge zemlje su dale doprinos razvoju metodologije procjene potrebnog spektra, stavljajući na raspolaganje svoje rezultate procjene. U Tabeli 2.9 je dat pregled spektralnih zahtjeva na nacionalnom nivou, koje su obezbijedile pojedine zemlje i organizacije za potrebe ITU-R analize. Treba naglasiti da se navedeni nacionalni spektralni zahtjevi razlikuju u primijenjenoj metodologiji za dobijanje procjene (npr. razlike u parametrima vezanim za saobraćaj, odnosno radiokomunikacioni dio, razlike u godini na koju se estimacija odnosi, razlike u odnosu na to da li se procijenjeni spektar odnosi na ukupni spektar, ili dodatni potrebni spektar, itd.). Neke zemlje su slijedile metodologiju iz ITU-R Preporuke M.1768-1, neke su modifikovale ITU-R metodologiju, a ima i onih koje su koristile originalnu metodologiju.

Tabela 2.9. Pregled spektralnih zahtjeva na nacionalnom nivou za neke od zemalja

Izvor	Austra- lija	Rusija	Kina	GSMA	Indija	Velika Britanija
Godina za koju važi procjena	do 2020	2020	2020	2020	2017, 2020	2020
Spektralni zahtjevi	Ukupno 1081MHz	Ukupno 1065MHz	Ukupno 1490-1810MHz	Ukupno 1600-1800MHz zavisno od zemlje	Dodatnih 300MHz do 2017. godine i još 200MHz do 2020. godine	Ukupno 775-1080MHz za malu i 2230-2770MHz za veliku gustinu korisnika
Metodologija	Originalna	Originalna	Rec. ITU-R M. 1768-1	Komplemen- tarna sa Rec. ITU-R M. 1768-1	Originalna	Rec. ITU-R M. 1768-1

Dobijeni rezultati procjene zahtijevanog spektra pokazuju da je potreban jako širok spektar za IMT u budućnosti, i to bez obzira na primijenjenu metodu procjene. U poređenju sa postojećim identifikovanim spektrom za IMT u različitim zemljama, i dalje postoji deficit od nekoliko stotina do čak 1GHz. Osim toga, u periodu komercijalizacije 5G sistema nakon 2020. godine, ukupni spektralni zahtjevi mogu nastaviti da se povećavaju.

2.2.2. Spektralni zahtjevi nakon 2020. godine

Prethodno prikazani rezultati daju uvid u ukupne spektralne zahtjeve, a sama procjena potrebne širine spektra zavisi od pretpostavki napravljenih u procesu estimacije. Međutim, sa stanovišta 5G sistema koji će se implementirati nakon 2020. godine, biće veoma teško procijeniti nove spektralne zahtjeve, odnosno prikazati ukupnu potrebnu širinu spektra kao jedan broj. Na primjer, u 5G *indoor* scenariju sa velikim saobraćajem, da bi se ostvarile velike maksimalne brzine prenosa podataka, spektralni zahtjev može iznositi i nekoliko GHz. Ovakav zahtjev se jedino može ispuniti korišćenjem frekvencijskih opsega na visokim učestanostima i korišćenjem većeg broja pristupnih tačaka. Međutim, ova rješenja ne moraju biti najbolji izbor i za *outdoor* scenarije koji podrazumijevaju pokrivanje širih područja. U tom smislu, biće neophodno posebno praviti procjene koliko je spektra potrebno za ostvarivanje željenog pokrivanja, kapaciteta, performansi i broja konekcija za svaki 5G scenario, da bi se ostvarile procjene za različite frekvencijske opsege, kao što su opsezi ispod 1GHz, zatim između 1 i 6GHz i iznad 6GHz. Očekuje se da će se rezultati za različite scenarije u mnogome razlikovati.

Da bi se bolje razumjeli spektralni zahtjevi za 5G sisteme, najprije treba opisati najbitnije servise i aplikacije koji će se pružati preko 5G sistema, kao i performanse koje 5G sistemi treba da omoguće.

2.2.2.1. Uvod u 5G sisteme

Pojam 5G je vezan za sljedeću generaciju IMT sistema, koja se u ITU dokumentima označava kao IMT-2020. 5G je termin koji se koristi za sisteme nakon IMT-*Advanced* (LTE-*Advanced* i WMAN-*Advanced*). Dok su se prethodne generacije mobilnih komunikacionih sistema karakterisale velikim pojedinačnim tehnološkim izmjenama, kao što je definisanje novog radio interfejsa, očekivanje je da će se kod 5G sistema pristupiti iz perspektive, od kraja do kraja, tj. podrazumijevaće velike tehnološke iskorake kako u RAN dijelu, tako i u jezgru mreže.

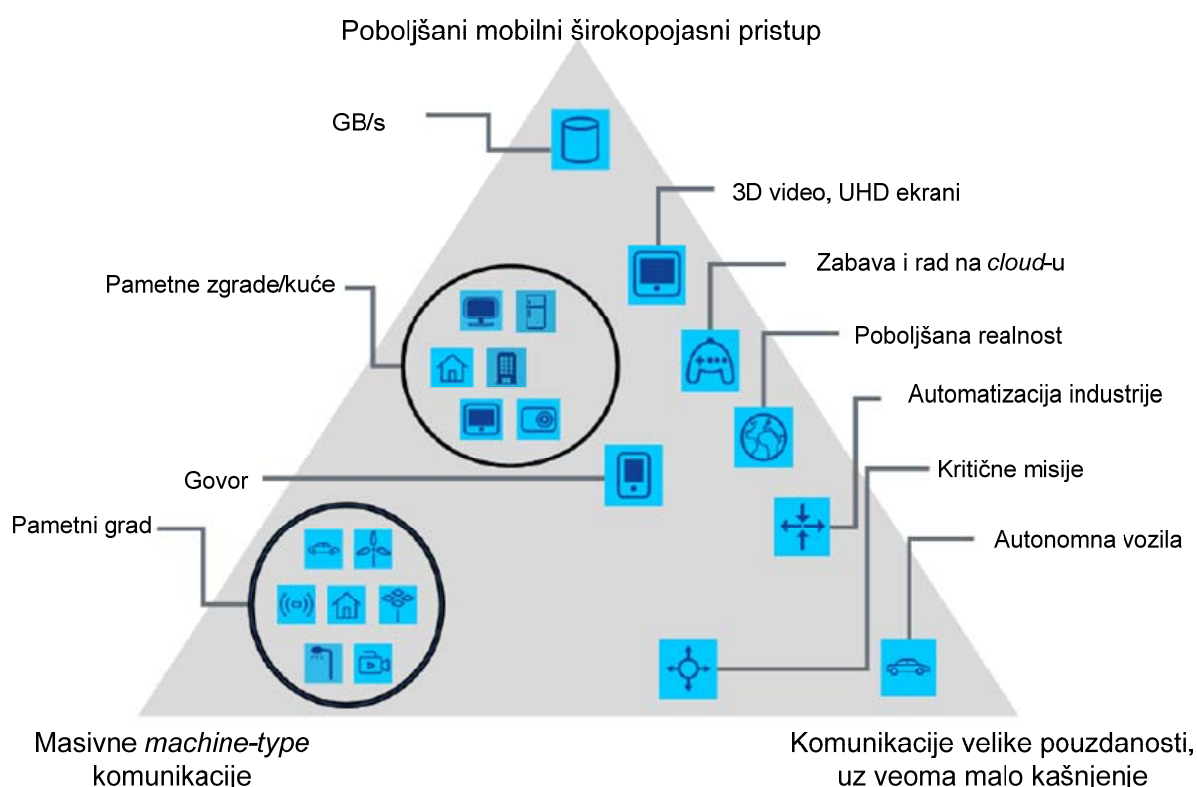
Kod 3G i 4G tehnologija fokus je uglavnom bio na mobilnom širokopojasnom pristupu, pružajući poboljšani kapacitet sistema i nudeći veće brzine prenosa podataka. Ovaj se fokus jasno nastavlja u budućem 5G razdoblju, s kapacitetima i brzinama prenosa podataka koje zahtijevaju servisi poput videa. Ipak, budućnost će biti mnogo više od samog poboljšanja konvencionalnog mobilnog širokopojasnog pristupa. Buduće bežične mreže

bi trebalo da omoguće bežični pristup svima i svemu. Tako će bežični pristup ići i mimo ljudi i proširiti se kako bi služio bilo kojem entitetu, koji može imati koristi od povezivanja. Ova vizija se često naziva "internet stvari" ili IoT (*Internet of Things*), "umreženo društvo", M2M (*Machine-to-Machine*) komunikacija ili "*Machine-centric* komunikacija". Npr. za sjevernoameričke operatore najbolji korisnici više nisu ljudi, već su to sve više uređaji poput raznih pametnih senzora.

Iako se tehnologije koje će činiti 5G još uvijek definišu, pokretači razvoja tehnologije su dobro poznati. ITU-R je identifikovao tri glavna scenarija za 5G:

- Poboljšani mobilni širokopojasni pristup;
- Komunikacije velike pouzdanosti, uz veoma malo kašnjenje;
- Masivne *machine-type* komunikacije.

Na Slici 2.14 su dati scenariji primjene i aplikacije koje će biti opisane u daljem tekstu.



Slika 2.14. Scenariji primjene IMT-2020 i sistema nakon toga

2.2.2.2. Aplikacije koje determinišu 5G spektralne zahtjeve

Mnogi faktori doprinose potrebi za dodatnim licenciranim spektrom, a u nekim aspektima i za redefinisanjem namjena djelova frekvencijskog spektra za obezbjeđivanje novih ili alternativnih mogućnosti njihovog korišćenja za bežične sisteme. Ti faktori uključuju tehnološka poboljšanja, nove aplikacije i rast zahtjeva korisnika za bežičnim uslugama. Tehnološki

napredak, poput komercijalne održivosti širokopojasnih mreža, u prošlosti je stvorio potrebu za većim blokovima frekvencijskog spektra. Pojava aplikacija kao što je video striming, takođe je ubrazala potrebu za konekcijama velikih brzina prenosa podataka, pa čak i širim kanalima. Rast zahtjeva korisnika takođe je stvorio pritisak na mobilne operatore, u smislu da razmatraju korišćenje mjera za ublažavanje zagušenja različitim sredstvima, uključujući i pristup većem dijelu spektra.

Mnoge aplikacije su predviđene za 5G. To uključuje poboljšanja nekih postojećih aplikacija kod 4G sistema, kao i uvođenje brojnih novih aplikacija. U nove aplikacije spadaju video visoke razolucije (4k, 8k), virtuelna stvarnost (*Virtual Reality*-VR) i poboljšana stvarnost AR (*Augmented Reality*-AR) za igre ili druge svrhe, IoT, aplikacije za kritične misije i sl. Slika 2.14 daje prikaz ovih različitih aplikacija, kroz tri glavna scenarija korišćenja opisana od strane ITU-a. Da bi bile omogućene, navedene aplikacije imaju specifične tehnološke zahtjeve koje treba obezbijediti odgovarajućim dizajnom 5G radio interfejsa i pristupa odgovarajućim frekvencijskim resursima. Dok neke od tih aplikacija, poput videa visoke razlucije, zahtijevaju konekcije veoma velikih brzina, druge mogu zahtijevati izuzetno mala kašnjenja ili vrlo robustne performanse i veliki domet. Tabela 2.10 prikazuje važne implikacije različitih aplikacija na dizajn radio interfejsa i na spektralne zahtjeve.

Treba napomenuti da neke od primjena navedenih u Tabeli 2.10 mogu biti podržane unaprijednim 4G sistemima korišćenjem postojećeg spektra. Međutim, 5G sistemi će pružiti dodatne mogućnosti, i kao rezultat toga, razmatranje potrebnog spektra za 5G bi trebalo da uključi sve aplikacije predviđene za buduće mreže.

Tabela 2.10. Potencijalni zahtjevi 5G aplikacija koji utiču na dizajn radio interfejsa

Scenario korišćenja	Aplikacije	Zahtjevi
Poboljšani širokopojasni pristup	- Video ultra-visoke rezlucije (4k, 8k), - 3D video (uključujući radio-difuzne servise)	- Radio linkovi veoma velikih brzina prenosa, - Malo kašnjenje (video u realnom vremenu)
	- Virtuelna stvarnost	- Radio linkovi veoma velikih brzina prenosa, - Veoma malo kašnjenje
	- Poboljšana stvarnost	- Radio linkovi veoma velikih brzina prenosa, - Malo kašnjenje
	- <i>Tactile Internet</i>	- Veoma malo kašnjenje
	- <i>Cloud igrice</i>	- Radio linkovi veoma velikih brzina prenosa, - Malo kašnjenje
	- Širokopojasni "kiosci"	- Radio linkovi veoma velikih brzina prenosa, - Mali domet

	- Vozila (automobili, autobusi, vozovi, ...)	- Radio linkovi veoma velikih brzina prenosa, - Mali do veliki domet, - Podrška za okruženja sa malim do velikim <i>Doppler</i>-ovim pomjerajima
Veoma-pouzdana komunikacije	- Automatizacija industrije	- Veoma velika pouzdanost radio linkova, - Radio linkovi velikih brzina prenosa, - Malo do veoma malo kašnjenje, - Mali do veliki domet, - Operacije u pretrpanim okruženjima
	- Aplikacije kritičnih misija (e-zdravlje, misije spašavanja, ...)	- Veoma velika pouzdanost radio linkova, - Radio linkovi velikih brzina prenosa, - Malo do veoma malo kašnjenje, - Mali do veliki domet, - Operacije u pretrpanim okruženjima, - Penetracija kroz prepreke na zemlji
	- Autonomna vozila	- Veoma velika pouzdanost radio linkova, - Radio linkovi velikih brzina prenosa, - Malo do veoma malo kašnjenje, - Mali do veliki domet, - Operacije u pretrpanim okruženjima, - Operacije u blizini prepreka koje se brzo kreću
Masivne Machine-Type komunikacije	- Pametne kuće	- Operacije u pretrpanim okruženjima, - Penetracija kroz prepreke
	- Pametna kancelarija	- Operacije u pretrpanim okruženjima, - Penetracija kroz prepreke, - Veoma pouzdani radio linkovi
	- Pametan grad	- Mali do veliki domet, - Operacije u pretrpanim okruženjima, - Operacije u blizini prepreka koje se brzo kreću, - Veoma pouzdani radio linkovi, - Penetracija kroz prepreke na zemlji
	- Senzorske mreže (industrijska komercijalizacija)	- Mali do veliki domet, - Operacije u pretrpanim okruženjima, - Operacije u blizini prepreka koje se brzo kreću, - Penetracija kroz prepreke na zemlji,

		- Mesh umrežavanje
--	--	--------------------

Zahtjevi navedeni u Tabeli 2.10 imaju uticaj ne samo na dizajn radio interfejsa, nego što je još važnije, i na vrstu i širinu spektra potrebnog za optimalan rad. Ultra-brze konekcije sa brzinama prenosa podataka od više Gb/s zahtijevaju korišćenje nosilaca velike širine, reda nekoliko stotina MHz ili više. Na primjer, preuzimanje video sadržaja rezolucije 4k/8k protocima od više Gb/s, uz korišćenje kanala velike širine, bi se obavilo za nekoliko sekundi. Dalje, ultra pouzdane komunikacije za kritične aplikacije, kao što je javna sigurnost, zahtijevaju upotrebu nižih frekvencija poput onih u UHF opsegu, zbog malog slabljenja usljed prostiranja kroz prepreke i omogućavanja velike pokrivenosti. Kako bi se došlo do mapiranja između aplikacija i potrebnog spektra, u Tabeli 2.11 su prikazane potencijalne implikacije različitih aplikacija na spektralne zahtjeve u 5G mrežama.

Tabela 2.11. Potencijalne implikacije različitih zahtjeva na spektralne zahtjeve 5G mrežama

Zahtjevi	Potencijalne implikacije na spektar
Radio linkovi veoma velikih brzina prenosa	Ultra-široki nosioci, npr. 500MHz Multi-gigabit <i>fronthaul/backhaul</i>
Radio linkovi velikih brzina prenosa	Nosioci sa širokim opsezima, npr. 100MHz Gigabit <i>fronthaul/backhaul</i>
Podrška za sredine sa malim do velikim <i>Doppler</i> -ovim pomjerajima	Zavisno od zahtjeva za propusnost
Veoma malo kašnjenje	Komunikacije malog dometa
Malo kašnjenje	Komunikacije malog/srednjeg dometa
Veoma velika pouzdanost radio linkova	Snažan uticaj kiše i drugih atmosferskih efekata na dostupnost veze na višim frekvencijama, npr. milimetarski talasi (mmWave) za <i>outdoor</i> operacije
Velika pouzdanost radio linkova	Snažan uticaj kiše i drugih atmosferskih efekata na dostupnost veze na višim frekvencijama, npr. mmWave, za <i>outdoor</i> operacije
Mali domet	Više frekvencije, npr. mmWave
Veliki domet	Niže frekvencije, npr. ispod-3 GHz
Penetracija kroz prepreke na zemlji	Niže frekvencije, npr. ispod-1 GHz
Operacije u pretrpanim sredinama	Difrakcija dominira na nižim frekvencije Refleksija dominira na višim frekvencije
Operacije u blizini prepreka koje se brzo kreću	Kanal sa frekvencijski-selektivni fadingom
<i>Mesh</i> umrežavanje	Veoma brzi distribuirani bežični <i>backhaul</i>

Spektralni zahtjevi iz Tabele 2.11, kako u pogledu količine potrebnog spektra, tako i u pogledu njegovih karakteristika, zahtijevaju razmatranje nekoliko važnih aspekata:

Okruženje za implementaciju mreže

Mobilne mreže ne funkcionišu izolovano. Često sistemi i servisi funkcionišu u susjednim opsezima koji utiču na performanse celularnog sistema. Kao rezultat toga, širina spektra potrebna za postizanje određenog nivoa garantovanih performansi je takođe povezana s faktorima kao što je interferencija između sistema koji rade u susjednim opsezima.

Osim sistema koji rade u susjednim opsezima, postoje slučajevi u mnogim područjima gdje postoji više mrežnih operatora. Situacija s više operatora ima dvije posljedice. Prvo, nacionalni regulatorni okvir mora osigurati dovoljnu širinu spektra za izgradnju više mreža. Drugo, u nekim slučajevima, posebno u slučaju primjene nesinhronizovanog vremenskog dupleksa (TDD), korišćenje susjednih opsega može dovesti do interferencije između sistema, koja utiče na performanse svake mreže. Takođe treba uzeti u obzir širinu spektra potrebnog za pravilno odvajanje susjednih mobilnih mreža, uključujući scenario nesinhronizovanih TDD mreža. Jedan od načina za smanjenje ovih rizika je uspostavljanje zaštitnih opsega između različitih mobilnih sistema koji rade u susjednim opsezima i između mobilnih sistema i susjednih ne-celularnih sistema. Detaljna procjena spektralnih zahtjeva trebala bi uzeti u obzir potrebu za osiguranjem adekvatne izolacije između susjednih sistema kroz zaštitne frekvencijske opsege.

Ponovno korišćenje frekvencija

Moderni celularni sistemi imaju inherentno veću spektralnu efikasnost, jer osim upotrebe spektralno efikasnijih tehnologija, podržavaju mogućnost ponovne upotrebe frekvencija. Međutim, interferencija unutar sistema i između sistema ponekad dovodi do toga da je nužno koristiti dodatne nosioce, odnosno ponovnu upotrebu više nosilaca, kako bi se osigurala adekvatna pokrivenost, kvalitet i kapacitet pretplatnicima. Potrebu za dodatnim nosiocima, kao načinu za optimizaciju performansi mreže, treba uzeti u obzir pri procjeni potrebnog spektra za 5G mreže.

Mogućnosti radio interfejsa

Napredak u dizajniranju radio interfejsa, uključujući korišćenje naprednih antenskih tehnika, nove i spektralno efikasnije modulacione šeme, novi načini višestrukog pristupa itd., kreću se prema teorijskim granicama kapaciteta kanala. Ipak, upotrebom višestrukih antenskih tehnika kao što su masivni MIMO i *beamforming* se očekuje dodatno povećanje spektralne efikasnosti budućih 5G sistema, pa bi spektralnu efikasnost očekivanu za 5G radio interfejse takođe trebalo uzeti u obzir pri procjeni spektralnih zahtjeva za 5G.

2.2.2.3. Frekvencijski opsezi koji se razmatraju za 5G sisteme

Kao što je već rečeno u ovoj Studiji, 5G označava sljedeću generaciju mobilne tehnologije koja će omogućiti masovno povezivanje, odnosno umreženo društvo, poboljšanu mobilnu širokopojasnu mrežu i uvođenje

novih načina komunikacije, uz vrlo visoku pouzdanost i garanciju kvaliteta servisa. To će biti vrlo fleksibilan, heterogen sistem koji će koristiti brojna tehnološka poboljšanja. Omogućiće se istovremeno korišćenje širokog raspona tipova aplikacija sa različitim karakteristikama i zahtjevima. Kako bi podržali te potrebe, 5G sistemi zahtijevaju pristup spektru odgovarajućih karakteristika.

Dok određene aplikacije zahtijevaju vrlo robustne performanse na velikoj udaljenosti (karakteristika nižih frekvencija), druge aplikacije trebaju vrlo visoku propusnost na kraćim udaljenostima (karakteristika viših frekvencija). Ove aspekte optimalno mogu postići operatori usluga koji imaju pristup različitim frekvencijskim opsezima, kako bi pružili kompletan set različitih 5G servisa.

Pri kreiranju regulatornog okvira za 5G sisteme regulatori trebaju imati u vidu sljedeće činjenice:

- Postojeće interoperabilnosti između 5G sistema i evoluiranih LTE sistema i postojeće nove tehnologije radio pristupa koje će podržati mnoge nove i unaprijeđene scenarije upotrebe.
- Zahtjeva se nalaženje novih, globalno harmonizovanih spektralnih resursa i usklađivanje tehničkih uslova korišćenja.
- Licenciranje opsega treba da predstavlja osnovni model menadžmenta spektra 5G sistema. Nelicencirani opsezi mogu imati komplementarnu ulogu.
- Frekvencijski opsezi ispod 6GHz će biti od posebnog značaja za izgradnju održivog 5G sistema. Ovdje treba dodatno izdvojiti opsege ispod 1GHz, koji će omogućiti najšire pokrivanje urbanih, suburbanih i ruralnih oblasti, i pružiti podršku IoT servisima. Opsezi između 1GHz i 6GHz nude dobru kombinaciju zadovoljavajućeg pokrivanja i velikog kapaciteta. Ovo uključuje spektar iz opsega 3,4 - 3,8GHz, od kojeg se očekuje da predstavlja osnovu mnogih inicijalnih 5G servisa.
- Visoke učestanosti obećavaju postizanje vrlo velikih brzina prenosa podataka, što se i očekuje od 5G sistema. Fokus će biti na opsezima iznad 24GHz.
- Šira alokacija spektra omogućava signale sa većom širinom nosioca, što zauzvrat pruža velike brzine prenosa podataka i kraće transmisione vremenske intervale, omogućavajući nove aplikacije za koje se može obezbijediti između ostalog i vrlo malo kašnjenje.
- Kako se učestanost povećava, pokrivanje izvan linije direktne vidljivosti (*Non-Line-of-Sight*) biće sve izazovnije, posebno između *indoor* i *outdoor* lokacija, te u ruralnim i prigradskim područjima gdje LOS (*Line-of-sight*) komponenta signala nije pod većim uticajem reflektovanih komponenti. LOS pokrivenost će biti moguća, ali razne prepreke i vegetacija će predstavljati poteškoće za kvalitetan prijem. Gubitak usled difrakcije će biti veći nego u tradicionalnim opsezima za celularne sisteme i ograničiće pokrivenost na brdovitom terenu.

- Postoji mogućnost koegzistencije 5G i drugih bežičnih komunikacionih sistema na visokim učestanostima iznad 24GHz (npr. satelitske komunikacije i radio-relejne veze).
- Tehnološki neutralne licence za spektar su od esencijalnog značaja. One omogućavaju da se opsezi, koji se koriste za postojeće mobilne sisteme, jednostavno preraspodijele za 5G sisteme.
- Vlade i regulatori moraju usvojiti nacionalne politike i mjere koje će ohrabriti velike investicije u 5G mreže, u dužem vremenskom periodu.

Sa stanovišta analize potrebnog spektra, potencijalni opsezi se mogu podijeliti u dvije grupe: opsezi ispod 6GHz i opsezi iznad 6GHz.

2.2.2.3.1. Uticaj propagacionih karakteristika

Principi propagacije elektromagnetnog talasa su slični u opsezima centimetarskih (cmWave) i milimetarskih (mmWave) talasa. Međutim, razlika u talasnoj dužini uzrokuje da propagacioni mehanizmi imaju različite karakteristike. Glavne razlike između mehanizama propagacije u cmWave i mmWave opsezima su sljedeće:

Slabljenje u slobodnom prostoru: Po *Friis*-ovom zakonu, slabljenje u slobodnom prostoru raste sa kvadratom porasta frekvencije. Razlog je što *Friis*-ov zakon razmatra veličinu predajne i prijemne antene, koji su fiksni u odnosu na talasnu dužinu, pa se fizička veličina aperture antene smanjuje sa porastom frekvencije. Manja talasna dužina mmWave signala znači da se više antena može uklopiti u istu fizičku površinu, koja tada omogućava veći dobitak antene za isto područje. Slabljenje u slobodnom prostoru kod mmWave talasa nije toliko izraženo kada se isti prostor iskoristi za više antena.

Difrakcija: Gubitak usled difrakcije se povećava proporcionalno sa porastom frekvencije i neće biti dominantan propagacioni mehanizam za mmWave opsege. U cmWave opsezima ispod 10GHz, difrakcija je glavni mehanizam propagacije u NLOS područjima. Za cmWave opsege iznad 10GHz, prisutna je difrakcija, ali ne dominira NLOS propagacijom.

Refleksija i rasijanje: Mehanizam refleksije od predmeta kao što su zidovi, vozila, tlo, ljudi, itd., je prilično konzistentan za sve frekvencije u cmWave i mmWave opsezima i stoga je najpouzdaniji način dobijanja signala u NLOS uslovima. Za rasijanje je važna hrapavost materijala u odnosu na talasnu dužinu. Zbog toga se u mmWave opsegu rasijanje povećava u poređenju sa cmWave opsegom. Mehanizam rasijanja bi mogao pomoći da se proširi raspon pokrivenosti mmWave sistema zbog rasijanja talasa u širokom rasponu uglova.

Penetracija kroz materijal: Ovaj parametar predstavlja količinu energije koja se može prenijeti kroz objekat. Tipično, gubitak će se povećati kako se

učestanost povećava. Zato penetracija može biti moguća u zgradi na nižem dijelu cmWave opsega, ali bi bila teška, ako ne i nemoguća, na višem dijelu cmWave opsega kao i u mmWave opsezima. Dok je *outdoor-to-indoor* propagacija u ovom frekvencijskom opsegu teška, povećana izolacija između *outdoor* i *indoor* sistema značajno smanjuje interferenciju.

Apsorpcija kiseonika i vode, gubitak usljed kiše: Očekivani maksimalni podržani domet od 100-150m čini ove gubitke marginalnim, čak i na talasnim dužinama u mmWave opsezima (manje od 6dB u najgorem slučaju).

Gubitak na lišću: Povećava se sa porastom frekvencije i biće štetan za mmWave i djelimično na višim frekvencijama cmWave opsega. Međutim, to se može prevazići refleksijama i/ili brzim preusmjeravanjem na drugu pristupnu tačku.

Opisani principi su potvrđeni mjerenjima u različitim gradovima i na frekvencijskim opsezima od 6-100GHz. Za evaluaciju 5G sistema u tim frekvencijskim opsezima, pa čak i ispod 6GHz, potreban je model visokog stepena pouzdanosti. Modeli kanala moraju ispravno odražavati mehanizme prostiranja, kao što su difrakcija, rasijanje, polarizacija, blokiranje i gubici usljed penetracije, u zavisnosti od radne frekvencije.

2.2.2.3.2. Opsezi ispod 6GHz

U bežičnim komunikacionim sistemima niže frekvencije obezbjeđuju bolje pokrivanje. Trenutno, gotovo sve zemlje koriste opsege ispod 6GHz za IMT sisteme. Spektralni opsezi ispod 6GHz su značajni za omogućavanje jednostavne migracije od 4G ka 5G sistemima. Pored ostvarenja velikih brzina prenosa, neophodno je garantovati pokrivanje širokih oblasti, kao i *outdoor-to-indoor* pokrivanje u 5G sistemima. Generalni cilj je obezbijediti kontinualni spektar širine reda 100MHz, ili više, za svakog mobilnog operatora. Poseban značaj će imati opsezi ispod 1GHz, jer bez njih 5G sistemi ne bi bili konkurentni u oblasti pružanja mnogih IoT servisa. Pokrivanje oblasti van urbanih sredina bi se teško ostvarilo korišćenjem samo frekvencija iznad 1GHz. Sve ovo čini da je kompletan spektar ispod 6GHz krucijalni dio rješenja za 5G spektralne zahtjeve. Novi, dodatni opsezi na frekvencijama ispod 6GHz se mogu koristiti na jednostavan način sa postojećim opsezima koje koriste IMT sistemi.

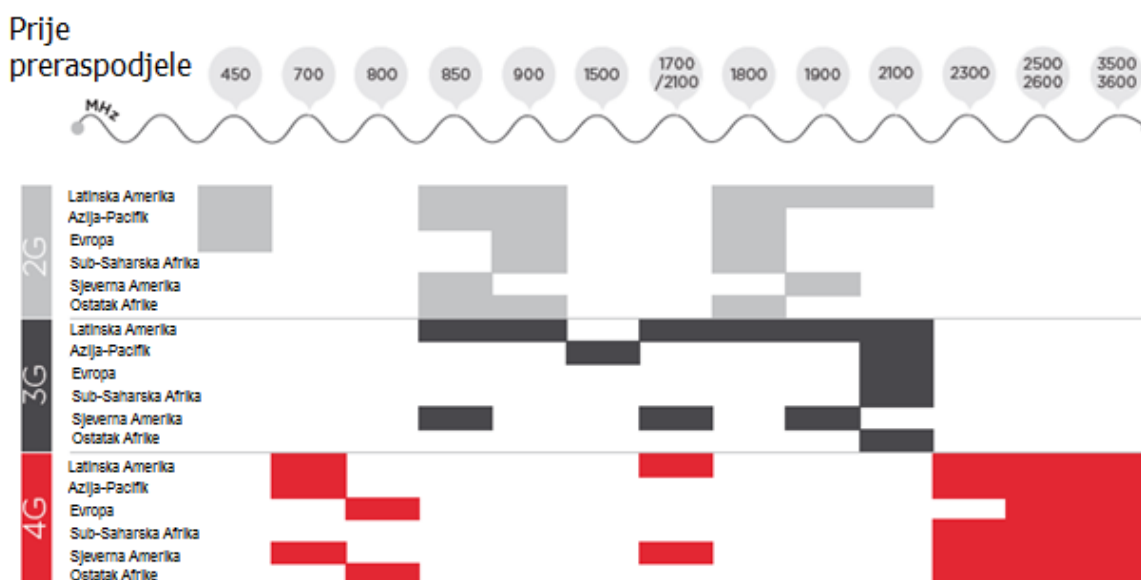
Obezbjeđivanje potencijalnog spektra za implementaciju 5G sistema u opsezima ispod 6GHz uključuje sljedeće aspekte:

a) Preraspodjela spektra

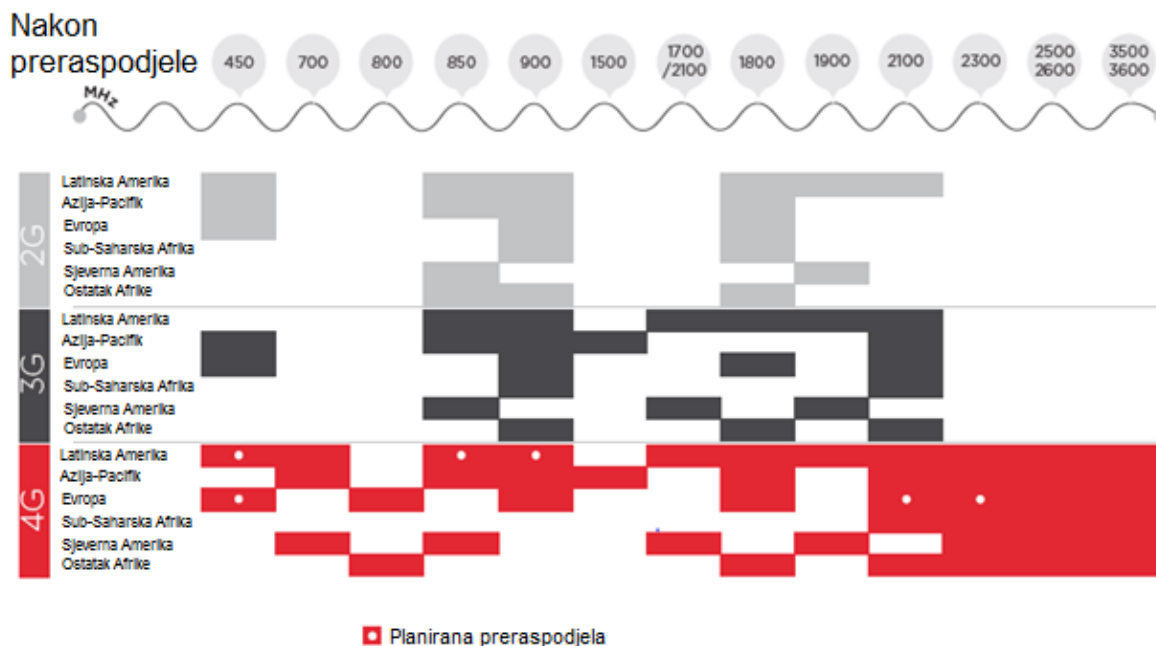
Da bi se ostvarili benefiti od nove generacije mobilnih komunikacionih sistema, potrebno je da regulatori ulože napor da se omogući preraspodjela spektra u opsezima angažovanim za sisteme prethodnih generacija. Uzmimo

Kinu kao primjer. Do februara 2016. godine, spektar širine 517MHz je bio raspodijeljen među tri operatora. Od dva operatora autorizovana za LTE hibridne mreže, China Telekom je raspolagala sa 2x15MHz spektra za LTE FDD, dok je China Unicom na početku imala na raspolaganju samo 2x10 MHz. Tržišna utakmica je natjerala China Unicom da ubrza tempo preraspodjele 2G spektra i njegovog stavljanja u funkciju za 3G i 4G mreže. Sa druge strane, Chine Mobile, operator koji ima u posjedu najveću TD-LTE mrežu na svijetu, je takođe izrazio potrebu da preraspodijeli 2G spektar i angažuje ga za LTE FDD mrežu.

Kako je izgledala raspodjela frekvencijskih opsega širom svijeta za IMT sisteme odmah nakon prvih implementacija 4G sistema, a kako izgleda danas, nakon preraspodjele spektra, može se vidjeti na slikama 2.15 i 2.16, respektivno. Sa slika se jasno uočava da se gotovo svi opsezi koje su ranije koristili samo 2G sistemi, danas mogu koristiti i za 3G i/ili za 4G sisteme.



Slika 2.15. Frekvencijski opsezi za IMT sisteme širom svijeta, prije preraspodjele



Slika 2.16. Frekvencijski opsezi za IMT sisteme širom svijeta, nakon preraspodjele

Kada se 5G sistemi stave u funkciju, takođe je za očekivati da će se dio spektra dobiti preraspodjelom spektra od postojećih mobilnih komunikacionih sistema. Međutim, proces preraspodjele spektra ne povećava ukupni spektar koji stoji na raspolaganju IMT sistemima.

b) Identifikacija spektra za IMT sisteme

U prethodnim ITU-R studijama dešavalo se da je teško usaglasiti primjenu određenih frekvencijskih opsega na globalnom, ili čak na regionalnom nivou. Neke odluke donešene od strane Svjetske konferencije o radiokomunikacijama (WRC) ne znače uniformno modifikovanje u namjeni opsega u svim zemljama, već se kroz fusnote izražavaju specifičnosti za pojedine zemlje. Postoje brojni primjeri za planiranje IMT frekvencijskih opsega na ovaj način. Tako npr. u ITU Pravilniku o radiokomunikacijama (RR - *Radio Regulation*) fusnota 5.432A specificira da "U republici Koreji, Japanu i Pakistanu, opseg 3400-3500MHz je identifikovan za IMT. Ova identifikacija ne isključuje primjenu ovog opsega za bilo koju aplikaciju ili servis za koju je dodijeljen i ne podrazumijeva utvrđivanje prioriteta u Radio pravilniku ..."

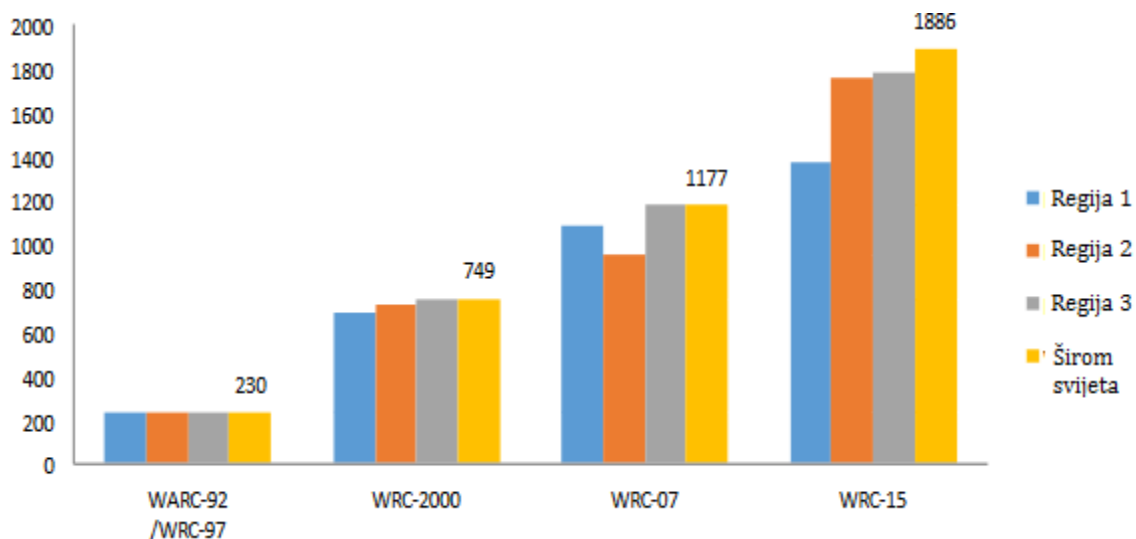
Pored toga, neki identifikovani IMT opsezi se ne mogu odmah koristiti. Npr. u Kini postoji nekoliko frekvencijskih opsega identifikovanih za IMT, kao što su 2300-2400MHz i 3400-3600MHz, ali koji se mogu koristiti tek kada se kompletiraju studije o kompatibilnosti. Npr. opseg 3400-3600MHz se već koristi kao prošireni C opseg za satelitske servise u Kini, jer obezbjeđuje bolje propagacione karakteristike u slučaju padavina, u odnosu na više frekvencijske opsege. Iz tog razloga, korišćenje ovog opsega za IMT podrazumijeva dalja ispitivanja i koordinaciju.

c) Novi frekvencijski opsezi nakon WRC-15

Svjetska konferencija o radiokomunikacijama iz 2015. godine (WRC-15) je identifikovala nove frekvencijske opsege za IMT, i to:

- Donijeta je odluka da se L-opseg (1427-1518MHz) i dio C-opsega (3,4-3,6GHz) učine dostupnim za mobilne širokopojasne sisteme na globalnom nivou. L-opseg će se iskoristiti za poboljšanje pokrivanja i kapaciteta, dok će se identifikovani dio C-opsega iskoristiti za poboljšanje kapaciteta u urbanim sredinama, primjenom malih ćelija.
- Opseg 694-790MHz je takođe globalno harmonizovan za IMT, u skladu sa inicijalnom odlukom donešenom od strane WRC-12. Međutim, predviđena je i zaštita za TV sisteme i aeronautčke radionavigacione sisteme, koji funkcionišu u ovom opsegu.
- U nekim zemljama je identifikovan dodatni spektar u opsezima 470-694/698MHz, 3,3-3,4GHz, 3,6-3,7GHz i 4,8-4,99GHz. Međutim, za ITU Region 1, kome pripadaju Evropa, Afrika, Srednji istok i Centralna Azija, opseg 470-694MHz ostaje namijenjen za TV sisteme, sa mogućnošću ponovnog razmatranja njegove prenamjene za IMT sisteme tek 2023. godine.
- Spektar na višim frekvencijama, u opsezima između 24,25GHz i 86GHz će biti predmet analize odgovarajuće ITU-R studijske grupe za eventualnu primjenu za 5G sisteme, o čemu će se odlučivati na narednoj WRC konferenciji 2019. godine (WRC-19).

Na Slici 2.17 predstavljen je ukupni spektar identifikovan za mobilne komunikacione sisteme na WRC konferencijama od 1992-2015. god.



Slika 2.17. Spektar identifikovan za mobilne komunikacione sisteme [u MHz]

Na identifikaciji spektra za 5G sisteme se uveliko radi na globalnom novou. Na *Mobile World Congress-u* održanom u Šangaju 2015. godine, demonstrirana je 5G testna platforma koja radi u frekvencijskim opsezima ispod 6GHz. U kanalu širine 200MHz, ostvarena je brzina prenosa podataka

na radio linku od 10,31Gb/s. U Evropi se razmatra mogućnost harmonizacije svih IMT opsega ispod 6GHz, koji mogu odgovoriti dijelu potreba za IMT-2020 sisteme (prije WRC-19). U tom smislu, u fokusu je opseg 3,4-3,8GHz. U maju 2016. godine, ITU-R Studijska grupa 5 (SG5) je formirala posebnu Radnu grupu 5/1 (*Task Group 5/1 - TG 5/1*) koja treba da se bavi kompleksnim pitanjima vezanim za tačku 1.13 agende WRC-19 konferencije: Identifikacija frekvencijskih opsega za IMT.

U odnosu na raspoloživost identifikovanih opsega za IMT i količinu i vrstu spektralnih zahtjeva za 5G sisteme, kao krucijalni 5G opseg ispod 1GHz nameće se opseg 700MHz, a u rasponu između 1GHz i 6GHz, opsezi 3,5GHz i 3,7GHz. Opseg 700MHz, iako ograničene širine od 2x30MHz je pogodan za osnovno pokrivanje ruralnih, suburbanih i urbanih oblasti i mobilno *outdoor-to-indoor* pokrivanje, dok se opsezi 3,5GHz i 3,7GHz, zbog mogućnosti dodjele kontinualnih blokova širine do 100MHz po operatoru, mogu iskoristiti za obezbjeđivanje kapaciteta za veliki broj planiranih 5G aplikacija. Međutim, opsezi ispod 6GHz ne omogućavaju dodjelu kontinuiranih frekvencijskih blokova širine nekoliko stotina MHz do 1GHz, neophodnih za neke vrste 5G aplikacija, pa se rješenja moraju tražiti u širim opsezima iznad 6GHz. U svakom slučaju nove alokacije spektra u opsezima ispod 6GHz, uključujući i alokacije ispod 1GHz, nijesu moguće prije konferencije WRC-23.

2.2.2.3.2. Opsezi iznad 6GHz

Potrebe za kontinualnim širokim spektrom neophodnim za neke od 5G scenarija mogu biti zadovoljene jedino u opsezima iznad 6GHz. S obzirom na činjenicu da se slabljenje signala zbog penetracije kroz različite objekte znatno povećava sa porastom frekvencije, niži dio spektra, između 6GHz i 30GHz je pogodniji za ostvarenje pokrivanja *outdoor-to-indoor* od spektra iznad 30GHz. Međutim, za *outdoor-to-outdoor* i *indoor-to-indoor* mobilno pokrivanje od interesa su i opsezi iznad 30GHz. Opsezi iznad 30GHz bi mogli da obezbijede spektar širine reda 1GHz za svakog mobilnog operatora u nekoj zemlji.

Na konferenciji WRC-15 je dogovoreno da se u okviru tačke 1.13 agende za konferenciju WRC-19 razmatra pitanje identifikacije frekvencijskih opsega iznad 6GHz za IMT sisteme. U međuvremenu, ITU-R sprovodi odgovarajuće studije zajedničkog korišćenja i studije kompatibilnosti za sljedeće frekvencijske opsege, koji su identifikovani kao kandidati za IMT sisteme:

- **24,25-27,5GHz, 37-40,5GHz, 42,5-43,5GHz, 45,5-47GHz, 47,2-50,2GHz, 50,4-52,6GHz, 66-76GHz i 81-86GHz** (opsezi koji su već alocirani za mobilnu radio službu na primarnoj osnovi, ali se koriste za druge mobilne primjene);
- **31,8-33,4 GHz, 40,5-42,5GHz i 47-47,2GHz** (opsezi koji nijesu alocirani za mobilnu radio službu na primarnoj osnovi i za koje se može zahtijevati dodatna alokacija za mobilnu radio službu na primarnoj osnovi).

Prikaz opsega koje će konferencija WRC-19 razmatrati za identifikaciju za IMT sisteme dat je na Slici 2.18.

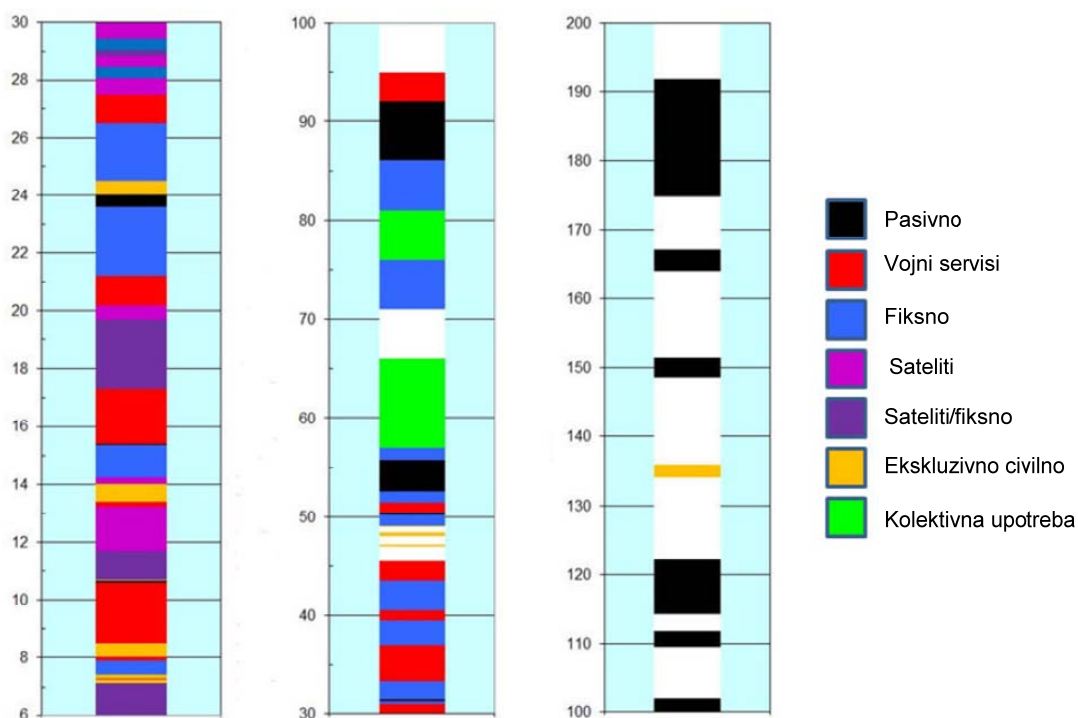


Slika 2.18. Frekvencijski opsezi koje će WRC-19 razmatrati za identifikaciju za IMT sisteme

Neki od navedenih frekvencijskih opsega, ili njihova kombinacija, omogućavaju široke kontinualne dodjele, što bi omogućilo da se zadovolje spektralni zahtjevi za xMBB (*Extreme Mobile Broadband*) aplikacije.

2.2.2.3.3. Perspektiva korišćenja opsega iznad 6GHz za IMT sisteme

U studiji koju je sprovedla kompanija *Quotient Associates* za potrebe britanskog regulatora Ofcom-a, marta 2015. godine, analizirane su mogućnosti korišćenja različitih frekvencijskih opsega iznad 6GHz, pa sve do 200GHz, za potrebe 5G sistema. Pregled svih analiziranih opsega je dat na slici 2.19. Na slici su prikazani samo značajniji postojeći korisnici spektra.



Slika 2.19. Pregled opsega od 6-200GHz (najveći potencijal za IMT je u "bijelim" opsezima)

U Tabeli 2.12 je data procjena potencijala za korišćenje opsega za 5G sisteme, prema pomenutoj studiji rađenoj za potrebe Ofcom-a.

Analiza opseg po opseg: 6-30GHz

Kao što se sa Slike 2.19 može vidjeti, u opsezima između 6GHz i 30GHz nema "bijelih opsega", tj. prema pomenutoj studiji u tom dijapazonu radio-frekvencija ne postoje opsezi koji imaju realan potencijal za njihovu primjenu za IMT sisteme. Ovi opsezi podržavaju ključne civilne satelitske servise, a mnogi su NATO harmonizovani opsezi. Takođe je prirodno teže pronaći širinu opsega od nekoliko GHz u ovom rasponu frekvencija. Postoji snažan interes satelitske industrije za pomenute opsege, kao i velika potreba za fiksnim servisima, od kojih se očekuje da će podržati 5G infrastrukturu u cilju ostvarivanja potpuno povezanog društva. Jedini fiksni opseg koji pokazuje niski porast korišćenja je 10,7-11,7GHz, ali je i taj opseg u upotrebi za fiksne servise i radio-difuzne satelitske komunikacije u smjeru svemir-Zemlja (satelitski *downlink*). To su razlozi zbog kojih se kao kandidat za IMT sisteme ispod 30GHz od strane ITU-R-a razmatra jedino opseg 24,25-27,5GHz.

Tabela 2.12. Potencijal za korišćenje opsega za 5G sisteme

Servis	Potencijal za 5G sisteme
Pasivni servisi	Nema
Vojni servisi	Mali potencijal, budući da su to NATO harmonizovani opsezi za radare, satelitske veze i sl. Međutim, postoji određen potencijal za zajedničko korišćenje, iako nema dovoljno informacija za pravilnu procjenu.
Fiksni	Mali potencijal, ali s odeđenim potencijalom za zajedničko korišćenje koji zavisi od stepena upotrebe. Alternativno, opsezi se mogu direktno upotrijebiti kako bi zadovoljili potražnju za 5G <i>backhaul</i> -om. Uključuje <i>light</i> licencirane opsege, gdje bi se mogla predvidjeti samo-koordinacija, pri čemu operator ima prava na <i>backhaul</i> i pristup u opsegu.
Satelitski	Najmanji potencijal, budući da se radi o međunarodno harmonizovanim opsezima. Postoji određen potencijal za zajedničko korišćenje.
Fiksni/Satelitski	Najmanji potencijal, budući da se radi o međunarodno harmonizovanim opsezima. Postoji određen potencijal za zajedničko korišćenje.
Ekskluzivna civilna upotreba	Mali potencijal, jer su ti opsezi osmišljeni tako da nude ekskluzivitet. Neki se opsezi mogu koristiti u manjem dijelu, ali je u svakom slučaju količina spektra na koju se može računati mala.
Bez licence	Potencijal postoji, ali samo na principu "bez zaštite".
Ostali <i>white</i> opsezi	Najveći potencijal – ali, iako je obim upotrebe mali, to nisu slobodni opsezi.

Opsezi 12,75-13,25 i 13,75-14,5GHz koji se trenutno koriste za satelitski *uplink* (komunikacija u smjeru Zemlja-svemir) su suviše uski u odnosu na potrebe 5G sistema u mmWave opsezima. Slično, opsezi 5,725-7,075GHz i 17,3-18,4GHz su relativno uski, a pored toga se koriste za fiksne servise, pri čemu opseg 17,3-18,4GHz posebno pokazuje porast korišćenja.

Opseg 7,9-8,4GHz, koji se koristi za satelitske *uplink* komunikacije predstavlja NATO opseg klase A. Ovaj opseg je namijenjen i službi istraživanja Zemlje, kao i fiksnoj službi, što zajedničko korišćenje sa IMT sistemima čini teško izvodljivim. S obzirom na to da će zajedničko korišćenje sa satelitskim i fiksnim servisima vjerovatno biti izazov u tom opsegu, još jedna potencijalna mogućnost je da se pregovara sa vojnim korisnicima o podjeli opsega. Međutim, usaglašeni NATO opsezi u ovom rasponu su svi klasifikovani kao bitni ili važni za trenutnu radarsku, satelitsku, fiksnu i mobilnu upotrebu.

Širi opsezi 8,5-10,5GHz i 15,7-17,7GHz se koriste za radare, uključujući i radare u avionima, što može predstavljati značajan izazov za zajedničko korišćenje sa IMT sistemima.

Opsezi 13,4-14GHz i 18,1-18,6GHz su predloženi za razmatranje u Koreji. Prvi je Ku satelitski *uplink* opseg, a drugi je Ka satelitski *downlink* opseg, koji se dijeli sa fiksnim servisima u Evropi. Međutim, čak i kada bi njihovo korišćenje za IMT bilo moguće, ovi opsezi su premali za dodjelu dovoljno širokog kontinualnog spektra za više od jednog operatora.

Za frekvencijski opseg 24,25-27,5GHz postoji velika zainteresovanost mobilne industrije, budući da omogućava dodjelu kontinualnih blokova velike širine za više operatora u jednoj zemlji. Ovaj opseg će kao jedini ispod 30GHz biti razmatran za identifikaciju za IMT sisteme od strane konferencije WRC-19. Opseg je već namijenjen mobilnoj radio službi na primarnoj osnovi, osim dijela 24,5-25,25GHz, koji bi zahtijevao uvođenje mobilne službe na primarnoj osnovi. Opseg 24,25-24,5GHz se u Evropi koristi za jednosmjernе fiksne veze (mada u relativno malom obimu) i za PMSE aplikacije. Opseg 24,5-26,5GHz se masovno koristi za fiksne veze, a neznatno i za BWFA sisteme. Kao posebno važna primjena u opsegu 21,65-26,65GHz ističu se radari kratkog dometa (SRR) za automobilstu industriju. Dio ovog opsega je i opseg 26,5-27,5GHz koji je identifikovan kao slabo iskorišćen za fiksne servise. Problem može predstavljati činjenica da se radi o harmonizovanom NATO opsegu za fiksne i mobilne sisteme. Ovaj opseg je pogodan za globalnu harmonizaciju za IMT, jer se može posmatrati kao jedinstveni opseg sa opsegom 25,25-29,5GHz, za koji se razmatra identifikacija za IMT u SAD.

Analiza opseg po opseg: 30-100GHz

Opsezi između 30GHz i 100GHz se uglavnom koriste za fiksne i satelitske sisteme, kao i za pasivne senzore u službi istraživanja Zemlje. Pojedini opsezi su namijenjeni i za razne primjene u vojne svrhe.

Opseg 31,8-33,4GHz je u Evropi opredijeljen za fiksne veze velike gustine. S obzirom da obim korišćenja opsega za pomenute primjene nije veliki, ovaj opseg ima određeni potencijal za identifikaciju za IMT sisteme. S obzirom da opseg nije namijenjen mobilnoj službi, potrebno je uvesti takvu alokaciju na primarnoj osnovi.

Unutar opsega 37-40,5GHz podopseg 37-39,5GHz se koristi za fiksne veze velike gustine, dok je podopseg 37,5-40,5GHz opredijeljen za FSS zemaljske stanice. Opseg je namijenjen za mobilnu službu na primarnoj osnovi, ali bez specificirane primjene. Perspektiva korišćenja ovog opsega za IMT sisteme nije velika, s obzirom na činjenicu da se najveći dio opsega koristi od strane koordinisanih satelitskih stanica, pri čemu postoji određeni potencijal za zajedničko korišćenje opsega, mada vjerovatno pod veoma restriktivnim uslovima za IMT sisteme.

Opsezi 40,5-42,5 i 42,5-43,5GHz su opredijeljeni za fiksne veze velike gustine (zemaljski sistemi tačka-tačka i tačka-više tačaka), FSS zemaljske stanice i MWS sisteme. Obim korišćenja opsega za fiksne veze i MWS sisteme nije veliki. Prvi opseg je namijenjen mobilnoj radio službi, ali na sekundarnoj osnovi, dok je drugi opseg namijenjen ovoj službi na primarnoj osnovi, ali i u jednom i u drugom slučaju bez specificirane primjene. Slično kao i kod prethodnog opsega, korišćenje za IMT sisteme može biti jedino na bazi zajedničkog korišćenja sa satelitskim sistemima, vjerovatno pod restriktivnim uslovima za IMT sisteme.

Opseg 45,5-47GHz je namijenjen za mobilne, mobilne satelitske, radio-navigacione o radio-navigacione satelitske primjene, ali nije iskorišćen. Alokacija za mobilnu službu je primarna. Njegova identifikacija za IMT zavisi od budućih potreba radio-navigacije.

Opseg 47-47,2GHz koriste radio-amateri za zemaljske i satelitske radio-amaterske primjene na globalnom nivou. Sa širinom od samo 200MHz ovaj opseg nije atraktivan za IMT sisteme, osim kao dodatak prethodnog ili sljedećeg opsega.

Opseg 47,2-50,2GHz se dominantno koristi od strane fiksne satelitske službe za spojne veze za potrebe radio-difuznih servisa i FSS primjene velike gustine. U okviru fikse službe opseg je opredijeljen za fiksne veze. Od značaja je i primjena opsega za PMSE aplikacije u okviru primarne mobilne službe. Perspektiva identifikacije opsega za IMT sisteme može biti jedino na bazi zajedničkog korišćenja sa satelitskim sistemima, vjerovatno pod restriktivnim uslovima za IMT sisteme.

Opseg 50,4-52,6GHz je opredijeljen za fiksne veze, s tim što je podopseg 50,4-51,4GHz namijenjen i fiksnoj satelitskoj službi. Opseg je već

namijenjen mobilnoj službi na primarnoj osnovi, ali bez specificirane primjene. S obzirom da obim korišćenja opsega za pomenute primjene nije veliki, ovaj opseg ima određeni potencijal za identifikaciju za IMT sisteme.

Opsezi 66-76GHz i 81-86GHz su opredijeljeni za fiksne veze i razne satelitske nspecificirane primjene. Obim korišćenja opsega za fiksne veze je relativno mali, iako se primjenjuju procedure jednostavnog (*light*) licenciranja. Opseg 66-71GHz je opredijeljen i za radio-navigacione primjene, koji ili nijesu u upotrebi ili se ne očekuje da budu glavni problem koegzistencije. Opsezi su već namijenjeni mobilnoj službi na primarnoj osnovi, bez specificirane primjene. Potencijal za identifikaciju opsega/dijela opsega za IMT sisteme je relativno veliki. Ovi opsezi imaju adekvatnu širinu za kontinualne dodjele od nekoliko GHz po operatoru.

3. ANALIZA NAMJENE I KORIŠĆENJA RADIO-FREKVENCIJA IZ OPSEGA 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz I 3600-3800MHz

U ovom poglavlju Studije daje se detaljna analiza trenutnog statusa u vezi sa namjenom i korišćenjem radio-frekvencija iz opsega 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz u Crnoj Gori i u susjednim državama.

3.1. Analiza namjene i korišćenja radio-frekvencija iz opsega 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz u Crnoj Gori

Namjena radio-frekvencijskih opsega za radio službe i odgovarajuće primjene u okviru radio službi u Crnoj Gori definisana je Planom namjene radio-frekvencijskog spektra, čija je aktuelna verzija usvojena u maju 2017. godine. U Planu namjene su implementirane odluke prethodne Svjetske konferencije o radiokomunikacijama (WRC-15), a namjena opsega je usaglašena i sa Evropskom tabelom zajedničke namjene (*European Common Allocation (ECA) table*).

3.1.1. Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 694-790MHz

U skladu sa Planom namjene radio-frekvencijskog spektra opseg 694-790MHz je u Crnoj Gori namijenjen radio-difuznoj i mobilnoj, izuzev vazduhoplovne mobilne, radio službi na primarnoj osnovi. Opseg je predviđen za korišćenje u civilne svrhe.

U okviru radio-difuzne službe opseg je predviđen za zemaljsku radio-difuziju i to za sisteme digitalne televizije (DTV), u skladu sa Sporazumom GE06. Inače, ovaj opseg pripada nekadašnjem UHF televizijskom opsegu 470-862MHz i predstavlja dio spektra digitalne dividende. U okviru mobilne radio službe opseg je predviđen za MFCN (TRA-ECS) sisteme, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(15)01 i Preporukom ECC/REC/(15)01, zatim za PPDR sisteme, i to BB-PPDR sisteme opciono u pod-opsezima 698-703/753-758MHz, 703-733/758-788MHz i 733-736/788-791MHz, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(16)02 i Preporukom ECC/REC/(16)03, kao i za PMSE aplikacije, tj. mobilne aplikacije ograničene na SAP/SAB uključujući radio-mikrofone. Nezavisno od radio službe, opseg se može koristiti i za radio-mikrofone i ALD uređaje. U Tabeli 3.1 je dat izvod iz Plana namjene koji se odnosi na opseg 694-790MHz.

Prema podacima Agencije, opseg 694-790MHz se u Crnoj Gori trenutno koristi od strane sistema digitalne zemaljske TV radio-difuzije. Trenutno je dodijeljen samo TV kanal 49 i to privrednom društvu "Radio-difuzni centar" d.o.o. Podgorica u alotment zoni Tvrdas za potrebe DVB-T2 MUX-a 1. Na kanalu 49 u alotment zoni Tvrdas emituju DVB-T2 predajnici/*gap filler*-i na lokacijama Tvrdas, Mrčevac, Gosteč, Šula, Gradac i Vrulja u opštini Pljevlja.

Osim navedenih predajnika/*gap filler*-a, Radio-difuzni centar koristi kanal 49 i na lokacijama Mratinje u opštini Plužine, Anteševac u Glavnom gradu Podgorica i Ljubotinj i Ceklin u Prijestonici Cetinje.

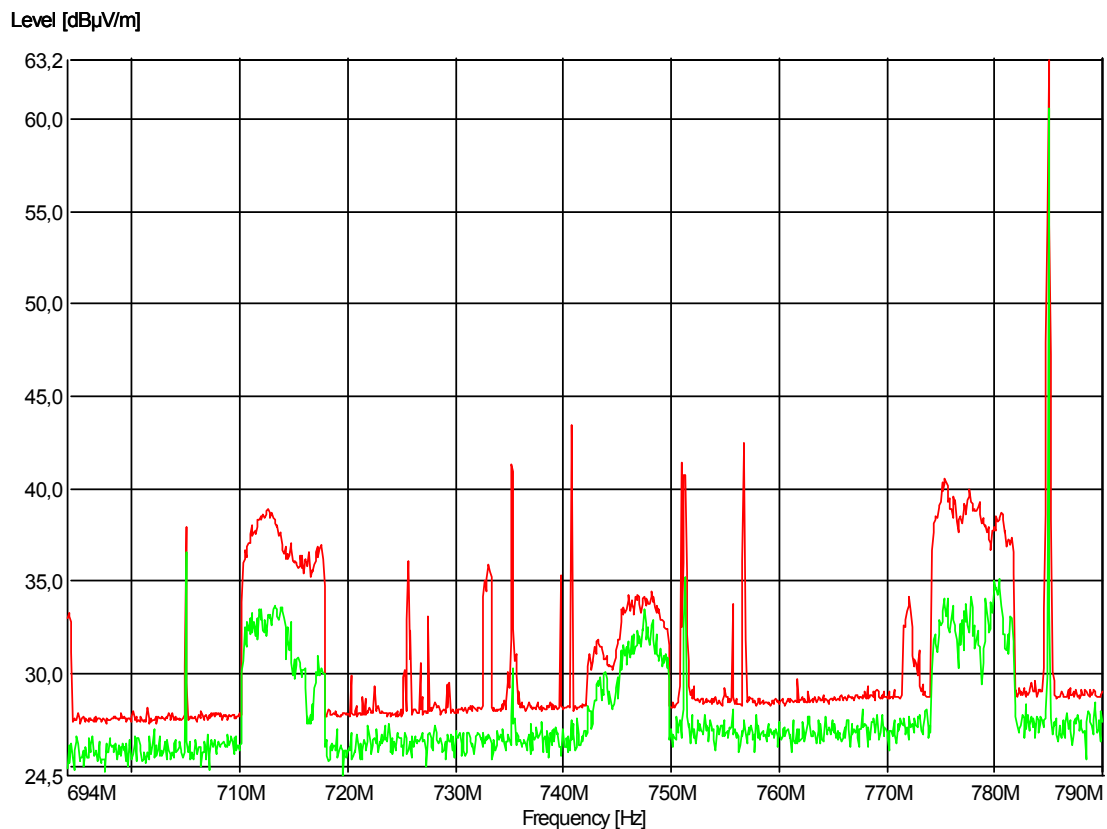
Tabela 3.1. Izvod iz Plana namjene koji se odnosi na opseg 694-790MHz

694 - 790 MHz				
RADIO-DIFUZNA	civ	Radio-difuzija (zemaljska)	DTV	GE06
MOBILNA, izuzev 5.312A vazduhoplovne 5.317A mobilne		MFCN (TRA-ECS)		ECC/DEC/(15)01 ECC/REC/(15)01
		PPDR	BB-PPDR opcije u opsezima 698-703/753-758 MHz, 703-733/758-788 MHz i 733-736/788-791 MHz	ECC/DEC/(16)02 ECC/REC/(16)03
		PMSE	Mobilne aplikacije ograničene na SAP/SAB uključujući radio-mikrofone	
		Radio-mikrofoni i ALD	Unutar opsega 470-789 MHz na bazi podešavanja	ERC/REC 70-03
5.311A				

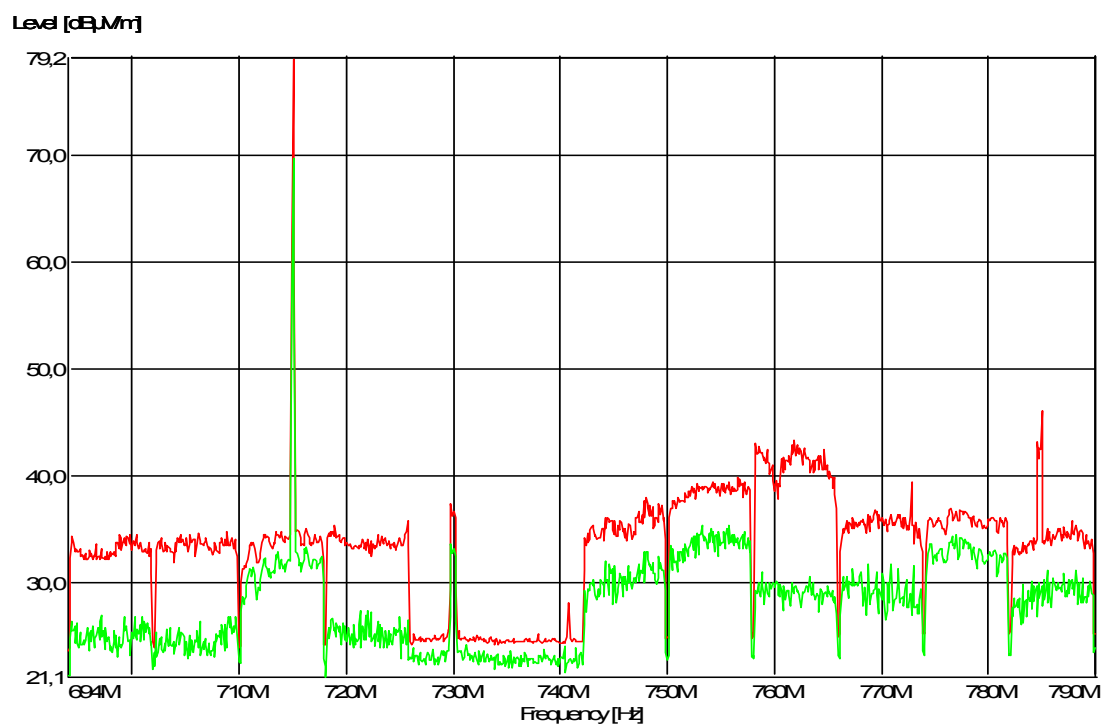
Početkom 2017. godine Agencija je sa Agencijom za elektronske medije i Radio-difuznim centrom dogovorila administrativnu proceduru, korake i rokove za migraciju pomenutih predajnika/*gap filler*-a sa TV kanala 49 na TV kanal 46, koji ne pripada opsegu 694-790MHz. Pomenuta procedura je započeta i preduzeti su odgovarajući administrativni i tehnički koraci kako bi promjena radnih frekvencija na predmetnim predajnicima/*gap filler*-ima bila završena do kraja 2017. godine.

Na Slici 3.1 a) do e) dat je grafički prikaz rezultata mjerenja nivoa polja u opsegu 694-790MHz od strane Odsjeka za kontrolu i monitoring RF spektra Agencije na lokacijama GKMC Dajbabska Gora u Podgorici, RKMC Crni rt u Baru, DUKMS Crljenice u Pljevljima, DUKMS Bijela Crkva u Rožajama i na lokaciji u centru Cetinja (mobilnom KMS). Rezultati mjerenja pružaju uvid u realno stanje zauzetosti opsega od svih vrsta emisija (poznatih legalnih i nelegalnih i nepoznatih emisija) na dijelu teritorije Crne Gore koja predstavlja servisnu zonu navedenih stanica. Analizom rezultata mjerenja na lokaciji GKMC Dajbabska Gora u Podgorici može se zaključiti da je na području Podgorice u ovom opsegu prisutan veći broj uskopojasnih i širokopojasnih emisija. Prema obliku spektra signala mogu se identifikovati najmanje tri DVB-T signala (na TV kanalima 51, 55 i 59), za koje se može pretpostaviti da potiču od digitalnih TV predajnika implementiranih na teritoriji Republike Albanije. Veliki broj uskopojasnih emisija može poticati od nosilaca zvuka analognih TV predajnika u Republici Albaniji, intermodulacionih produkata FM emisija ili drugih nepoznatih izvora. Iz rezultata mjerenja na lokaciji Crni rt u Baru može se zaključiti da je u primorskoj regiji prisutan veći broj DVB-T emisija za koje se može pretpostaviti da potiču od predajnika instaliranih na teritoriji Republike Albanije, ali i od predajnika implementiranih u Italiji. Na grafiku koji prikazuje rezultate mjerenja na lokaciji DUKMS Crljenice u Pljevljima jasno se izdvaja DVB-T2 signal na TV kanalu 49 koji potiče od predajnika MUX-1

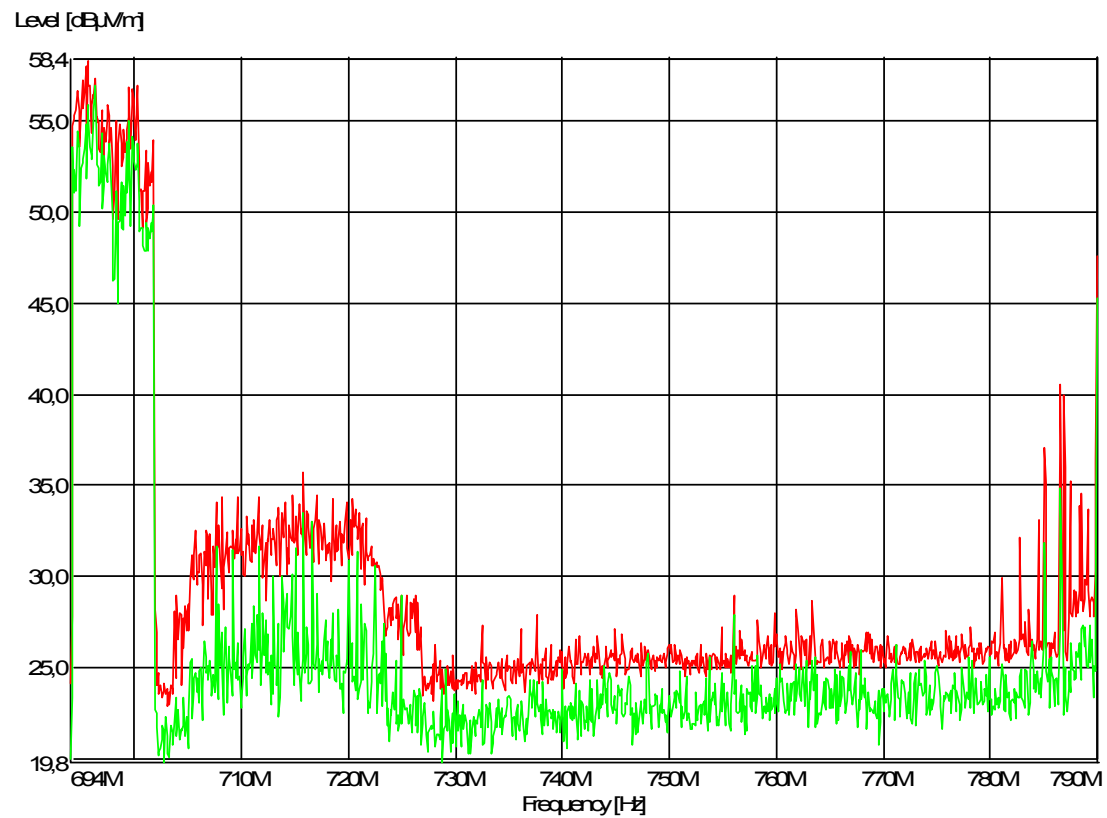
alotment zone Tvrdaš, a prisutne su i nepoznate uskopojasne emisije u podopsegu 705-725MHz i iznad 780 MHz. U mjernoj zoni DUKMS Bijela Crkva u Rožajama evidentira se manji broj, a na području Cetinja veći broj uskopojasnih emisija nepoznatog porijekla, koje su koncentrisane u podopsegu 717-752MHz.



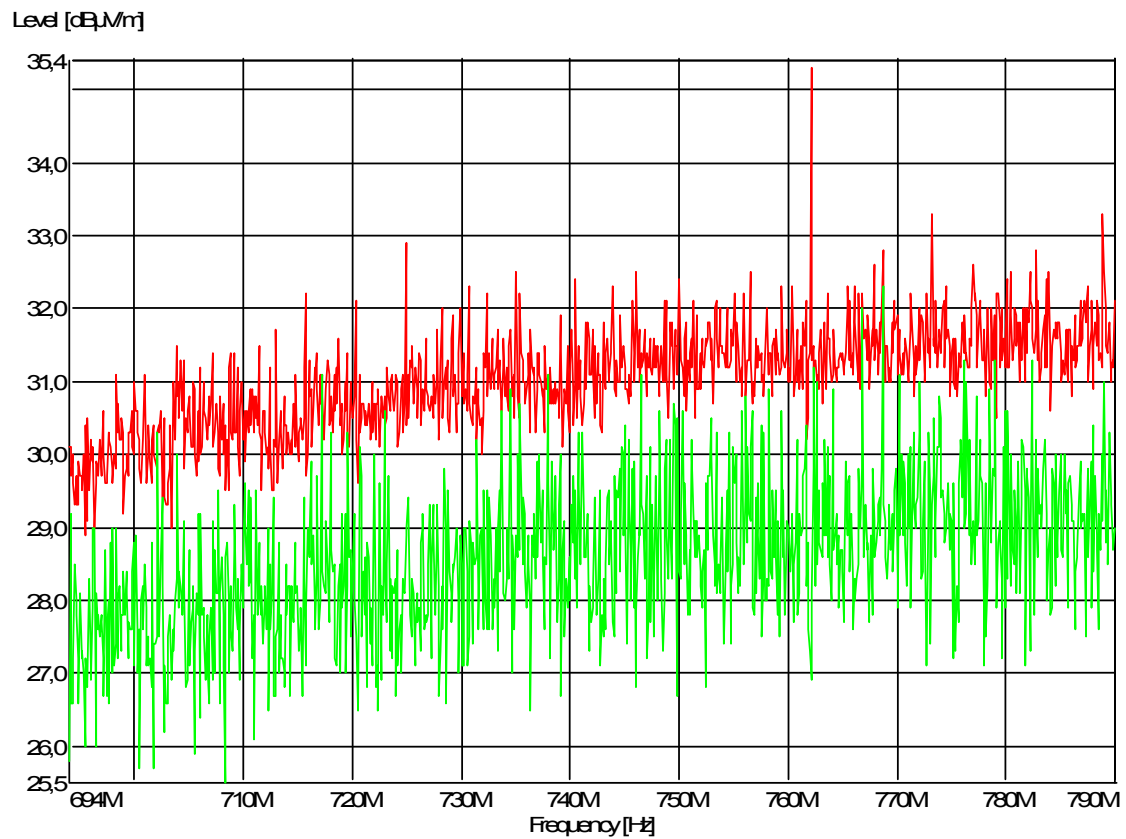
a) Lokacija GKMC Dajbabska Gora u Podgorici



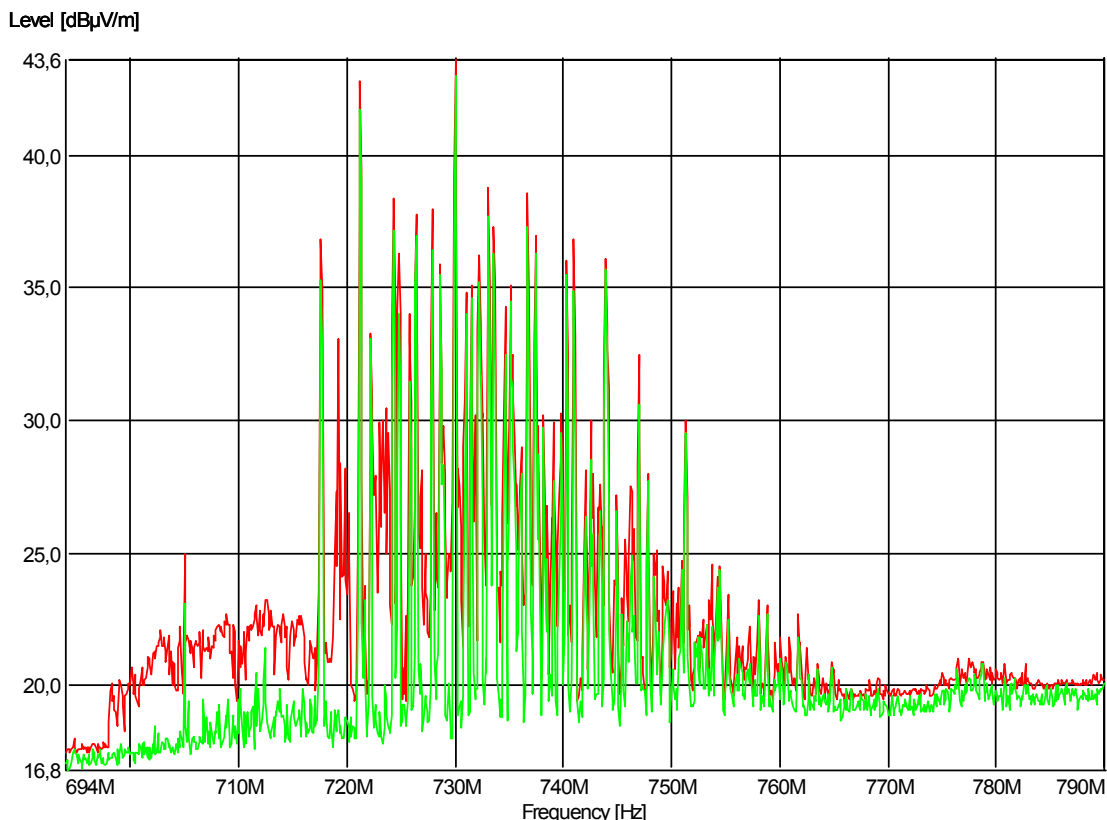
b) lokacija RKMC Crni rt u Baru



c) lokacija DUKMS Crljenice u Pljevljima



d) lokacija DUKMS Bijela Crkva u Rožajama



e) lokacija u centru Cetinja

Slika 3.1. Grafički prikaz rezultata mjerenja nivoa polja u opsegu 694-790MHz

3.1.2. Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 1452-1492MHz

U skladu sa Planom namjene radio-frekvencijskog spektra opseg 1452-1492MHz je u Crnoj Gori namijenjen radio-difuznoj, radio-difuznoj-satelitskoj, mobilnoj, izuzev vazduhoplovne mobilne, i fiksnoj radio službi, na primarnoj osnovi. Opseg je predviđen za korišćenje u civilne svrhe.

U okviru radio-difuzne službe predviđeni su zemaljski sistemi digitalnog radija (T-DAB), i to unutar opsega 1452-1479,5MHz, u skladu sa Sporazumom MA02revCO07, dok su u okviru radio-difuzne-satelitske službe predviđeni satelitski sistemi digitalnog radija (S-DAB), i to unutar opsega 1479,5-1492MHz. U okviru mobilne radio službe opseg je predviđen za MFCN (TRA-ECS) sisteme, i to za SDL primjene, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(13)03 i Preporukom ECC/REC/(15)01. U okviru fiksne radio službe opseg je u Crnoj Gori namijenjen za jednosmjerni prenos radijskog modulišućeg signala od studija do predajnika, s tim što, shodno nacionalnoj napomeni CG3, opseg može da se koristi za ove primjene do početka uvođenja MFCN (TRA-ECS) sistema u Crnoj Gori. U Tabeli 3.2 je dat izvod iz Plana namjene koji se odnosi na opseg 1452-1492MHz.

Tabela 3.2. Izvod iz Plana namjene koji se odnosi na opseg 1452-1492MHz

1452 - 1492 MHz					
RADIO-DIFUZNA	5.208B	civ	T-DAB	Unutar opsega 1452-1479,5 MHz	MA02revCO07
RADIO-DIFUZNA-SATELITSKA			S-DAB	Unutar opsega 1479,5-1492 MHz	
MOBILNA, izuzev vazduhoplovne mobilne			MFCN (TRA-ECS)	SDL	ECC/DEC/(13)03 ECC/REC/(15)01
FIKSNA					
5.341 5.345 CG3					

Prema podacima Agencije, opseg 1452-1492MHz se u Crnoj Gori trenutno koristi od strane fiksne službe za realizaciju jednosmjernih fiksnih veza za prenos radijskog FM modulišućeg signala. Podaci o jednosmjernim vezama u ovom opsegu za koje su trenutno na snazi odgovarajuća odobrenja za korišćenje radio-frekvencija dati su u Tabeli 3.3.

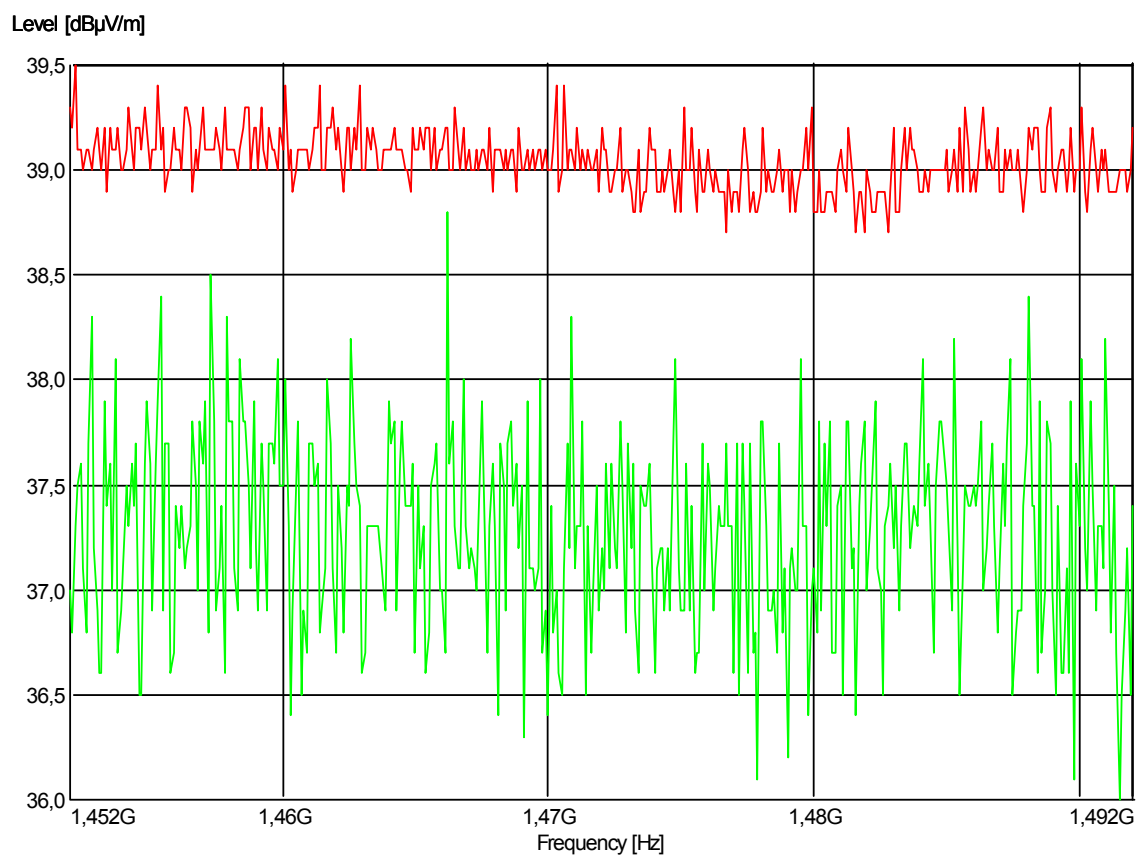
Tabela 3.3. Jednosmjerne fiksne veze u opsegu 1452-1492MHz

Nosilac odobrenja	Predajna strana	Prijemna strana	Širina Kanala [MHz]	Centralna frekvencija [MHz]	Datum isteka odobrenja
Radio Nikšić	Studio (18°57'04"E/ 42°46'22"N)	Suđina Glava 18°59'34"E/ 42°48'45"N	0,5	1460,0	01.10.2017.
Radio Bar	Studio (19°05'54"E/ 42°05'59"N)	Volujica 19°06'04"E/ 42°04'30"N	0,5	1484,5	01.06.2017.
Hit radio	Studio (19°15'51"E/ 42°25'57"N)	Sjenica 19°19'25"E/ 42°27'48"N	0,5	1491,0	13.11.2019.

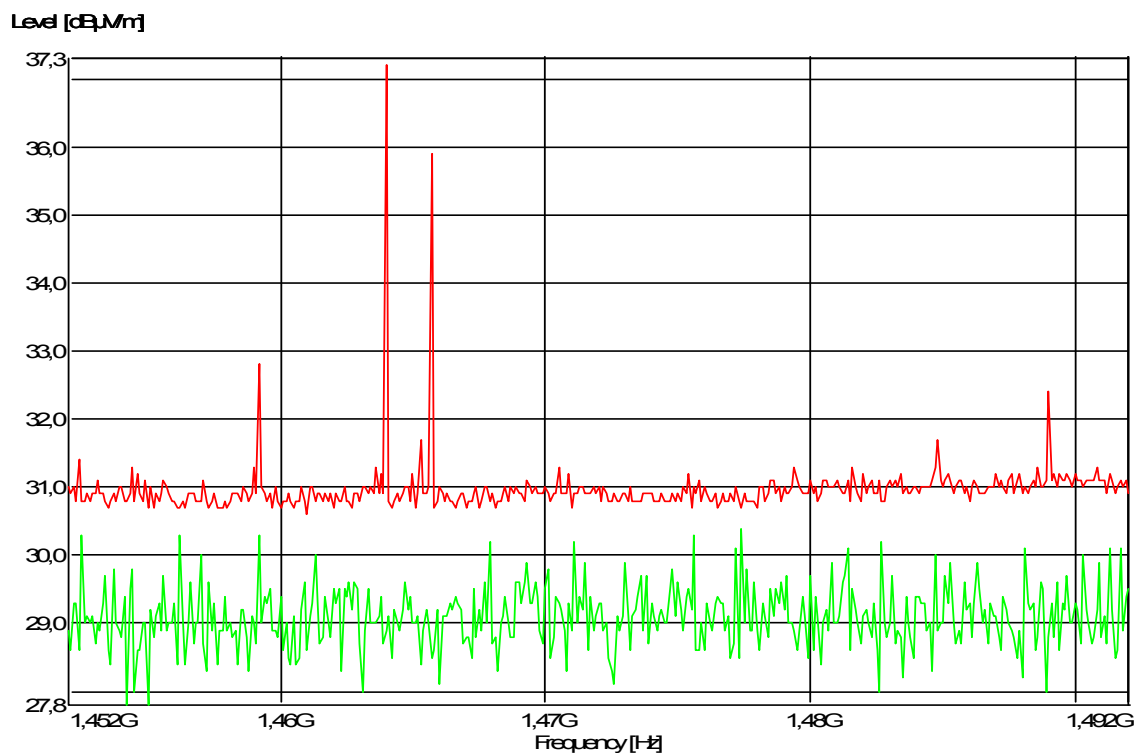
Iz gornjih podataka se uočava da za dvije od tri fiksne veze koje trenutno rade u opsegu 1452-1492MHz odgovarajuće odobrenje ističe tokom 2017. godine, dok odobrenje za vezu Hit Radija od Studija u centru Podgorice do Sjenice ističe u novembru 2019. godine.

Na Slici 3.2 a) do e) dat je grafički prikaz rezultata mjerenja nivoa polja u opsegu 1452-1492MHz na lokacijama GKMC Dajbabska Gora u Podgorici, RKMC Crni rt u Baru, DUKMS Crljenice u Pljevljima, DUKMS Bijela Crkva u Rožajama i na lokaciji u centru Cetinja. Rezultati mjerenja pružaju uvid u realno stanje zauzetosti opsega od svih vrsta emisija (poznatih legalnih i nelegalnih i nepoznatih emisija) na dijelu teritorije Crne Gore koja predstavlja servisnu zonu navedenih stanica. Analizom rezultata mjerenja može se zaključiti da su u opsegu 1452-1492MHz u nekim djelovima države prisutne uskopojasne emisije koje se ne mogu dovesti u vezu sa odobrenim emisijama (na frekvencijama 1459,2MHz, 1464MHz, 1465,7MHz i 1489MHz u servisnoj zoni RKMC Crni rt, na frekvencijama 1460,9MHz, 1468MHz i

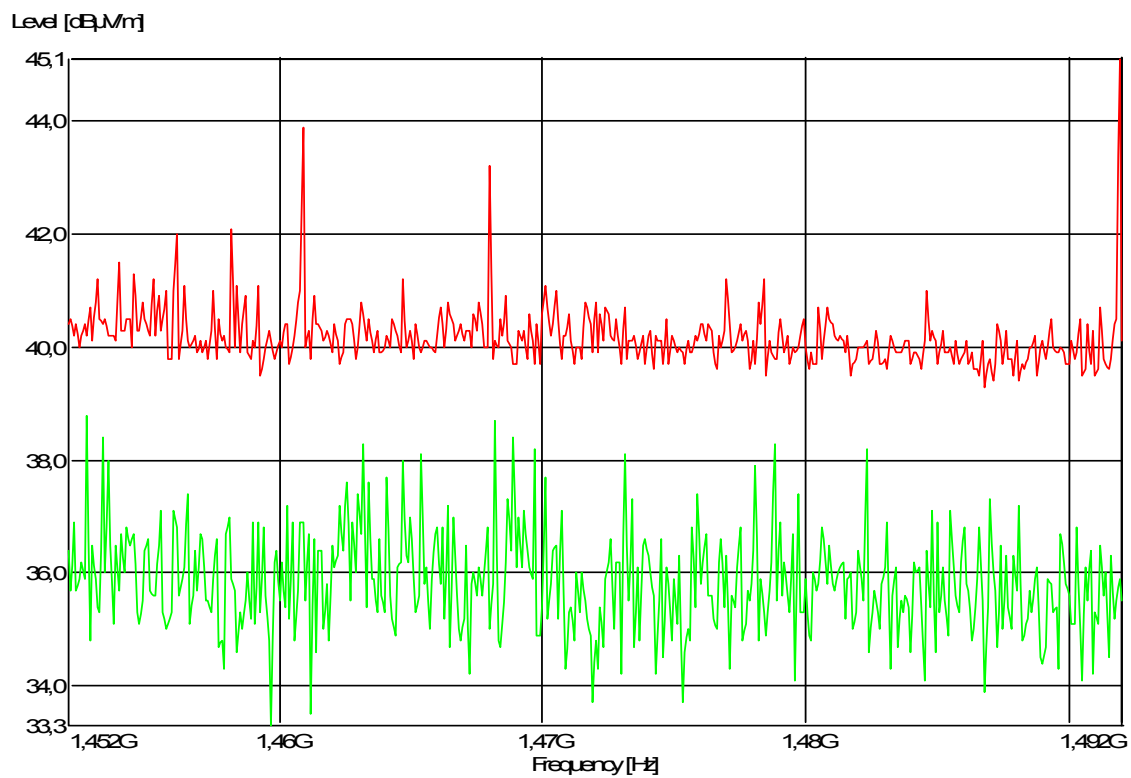
1491,9MHz u servisnoj zoni DUKMS Crljenice i na frekvenciji 1459,2MHz na području Cetinja).



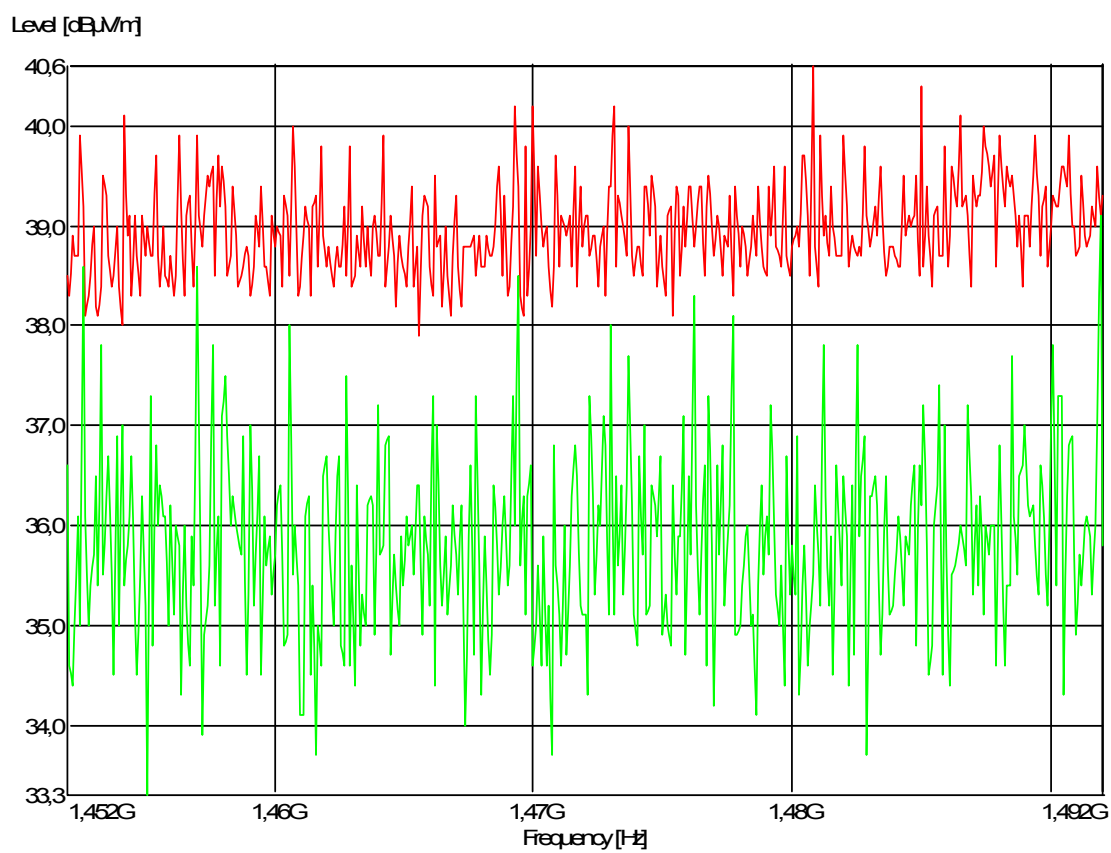
a) lokacija GKMC Dajbabska Gora u Podgorici



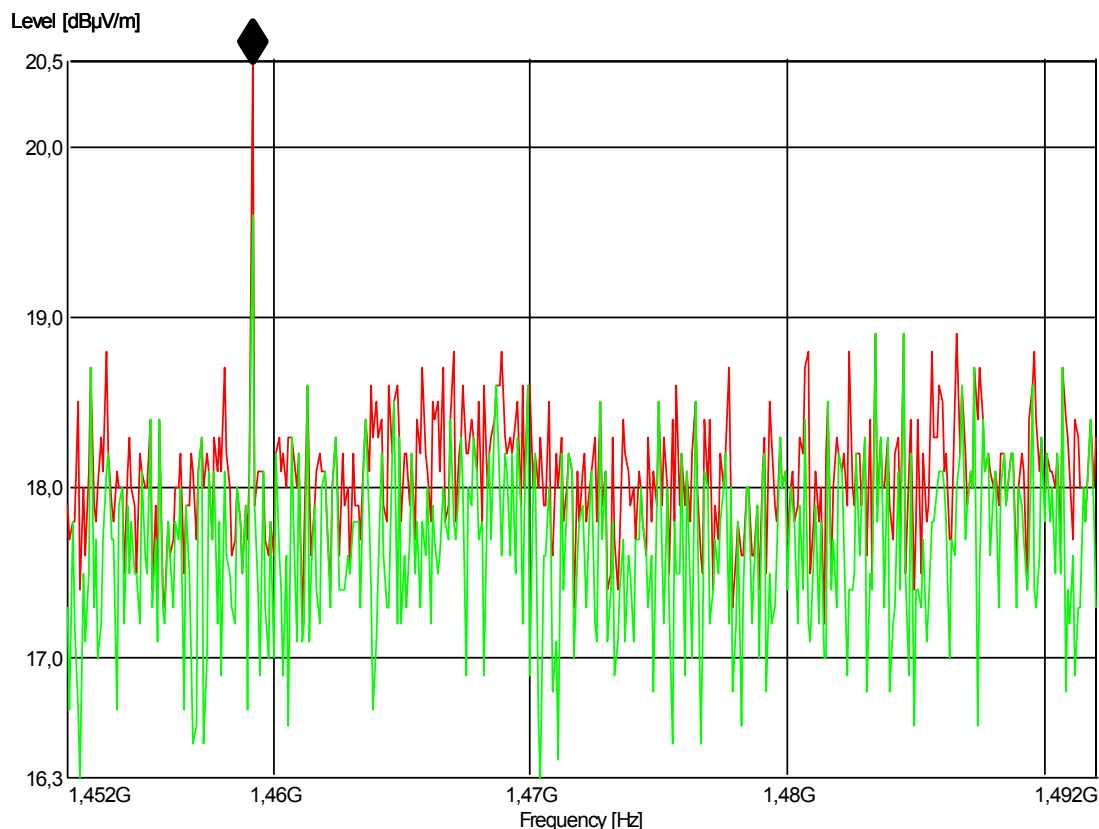
b) lokacija RKMC Crni rt u Baru



c) lokacija DUKMS Crljenice u Pljevljima



d) lokacija DUKMS Bijela Crkva u Rožajama



e) lokacija u centru Cetinja

Slika 3.2. Grafički prikaz rezultata mjerenja nivoa polja u opsegu 1452-1492MHz

3.1.3. Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 2300-2400MHz

U skladu sa Planom namjene radio-frekvencijskog spektra opseg 2300-2400MHz je u Crnoj Gori namijenjen fiksnoj i mobilnoj radio službi, na primarnoj osnovi i amaterskoj i radio-lokacijskoj službi, na sekundarnoj osnovi. Opseg je predviđen za zajedničko korišćenje u civilne i vojne svrhe.

Planom namjene nije specificirana primjena u okviru fiksne radio službe, dok je u okviru mobilne službe opseg predviđen za MFCN (TRA-ECS) sisteme, i to na bazi zajedničkog korišćenja spektra, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(14)02 i Preporukom ECC/REC/(14)04 i za PMSE, odnosno SAP/SAB aplikacije, u skladu sa Preporukom ERC/REC 25-10. Za vojne svrhe opseg je predviđen za kopnene, pomorske i vazduhoplovne vojne sisteme, kao i za vojnu telemetriju i telekomandu. Nezavisno od radio službe, djelovi opsega su predviđeni i za vazduhoplovnu telemetriju na nacionalnoj osnovi, u skladu sa Preporukom ERC/REC 62-02. U Tabeli 3.4 je dat izvod iz Plana namjene koji se odnosi na opseg 2300-2400MHz.

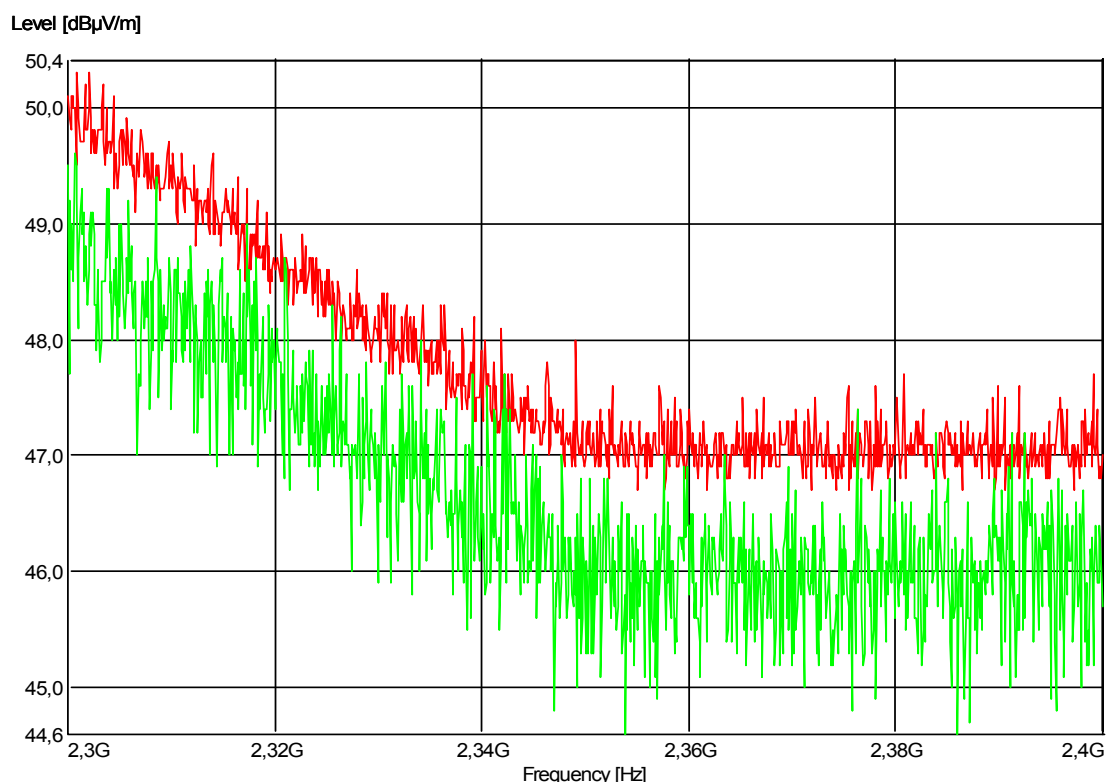
Prema podacima Agencije, opseg 2300-2400MHz se u Crnoj Gori trenutno koristi za jednosmjerne mobilne veze tipa "tačka-tačka" za prenos televizijskog signala i pratećih signala zvuka radio-difuznog kvaliteta. Opseg sadrži četiri neuparena radio kanala sa separacijom od 25 MHz (centralne

frekvencije 2312,5MHz, 2337,5MHz, 2362,5MHz i 2387,5MHz). Opseg koristi RTCG za potrebe direktnog prenosa TV programa koji se proizvodi van studija.

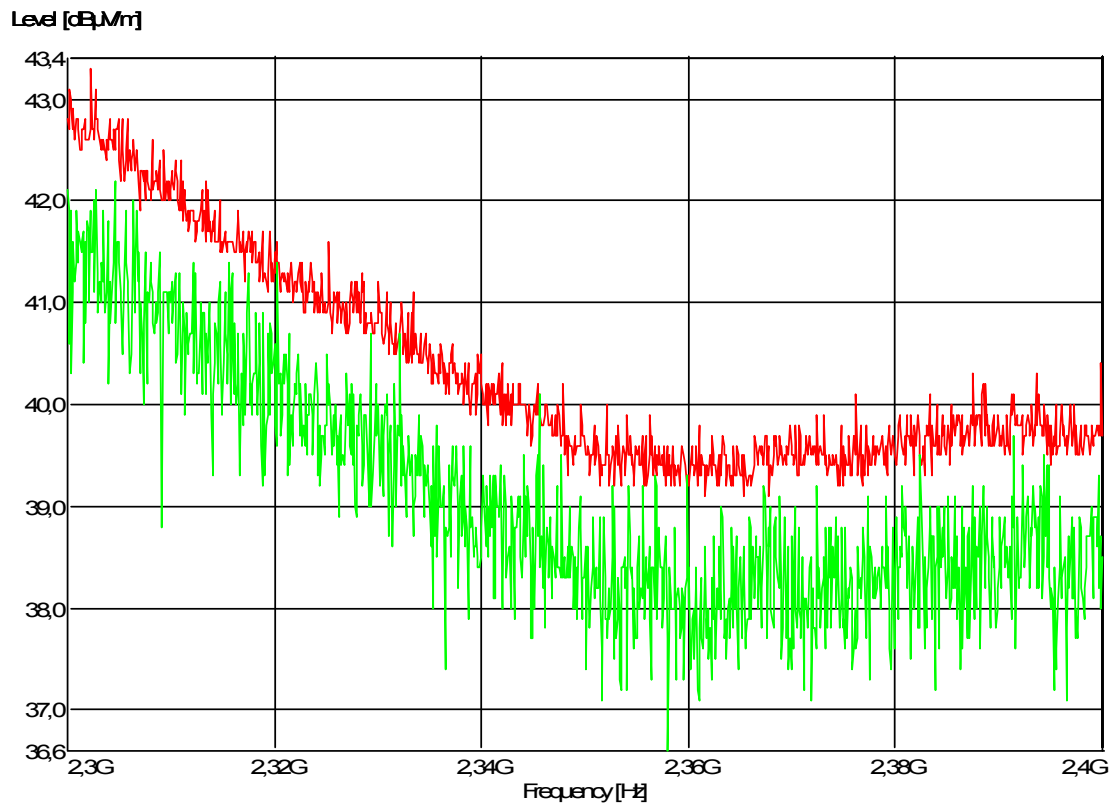
Tabela 3.4. Izvod iz Plana namjene koji se odnosi na opseg 2300-2400MHz

2300 - 2400 MHz					
FIKSNA		civ/ voj			
MOBILNA 5.384A			TRA-ECS (MFCN)	Zajedničko korišćenje spektra	ECC/DEC/(14)02 ECC/REC/(14)04
			PMSE	SAP/SAB	ERC/REC 25-10
Amaterska			Radio-amateri	Unutar opsega 2300-2450 MHz	
Radio-lokacijska					
			Kopneni vojni sistemi		
			Pomorski vojni sistemi		
			Vazduhoplovni vojni sistemi		
			Vazduhoplovna telemetrija	Djelovi opsega se koriste za vazduhoplovnu telemetriju na nacionalnoj osnovi	ERC/REC 62-02
			Telemetrija/Telekomanda (vojna)		
ECA36					

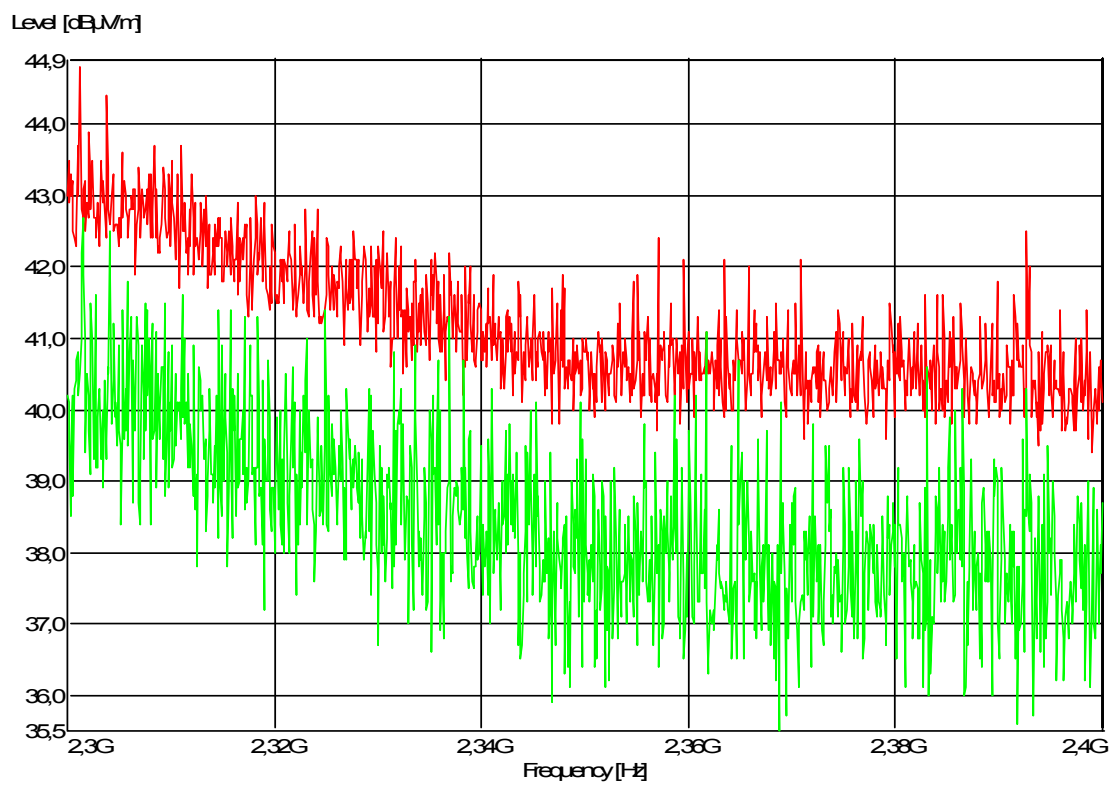
Na Slici 3.3 a) do e) dat je grafički prikaz rezultata mjerenja nivoa polja u opsegu 2300-2400MHz na lokacijama GKMC Dajbabska Gora u Podgorici, RKMC Crni rt u Baru, DUKMS Crljenice u Pljevljima, DUKMS Bijela Crkva u Rožajama i na lokaciji u centru Cetinja.



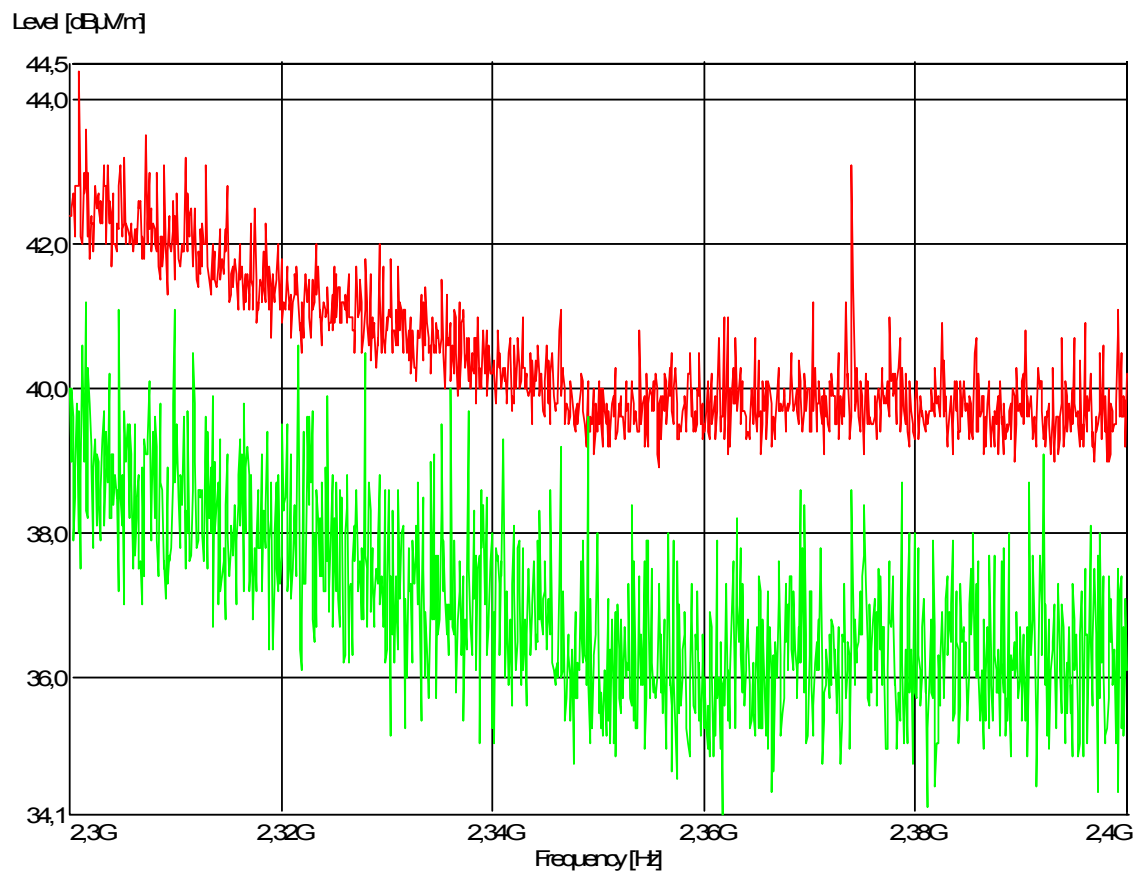
a) lokacija GKMC Dajbabska Gora u Podgorici



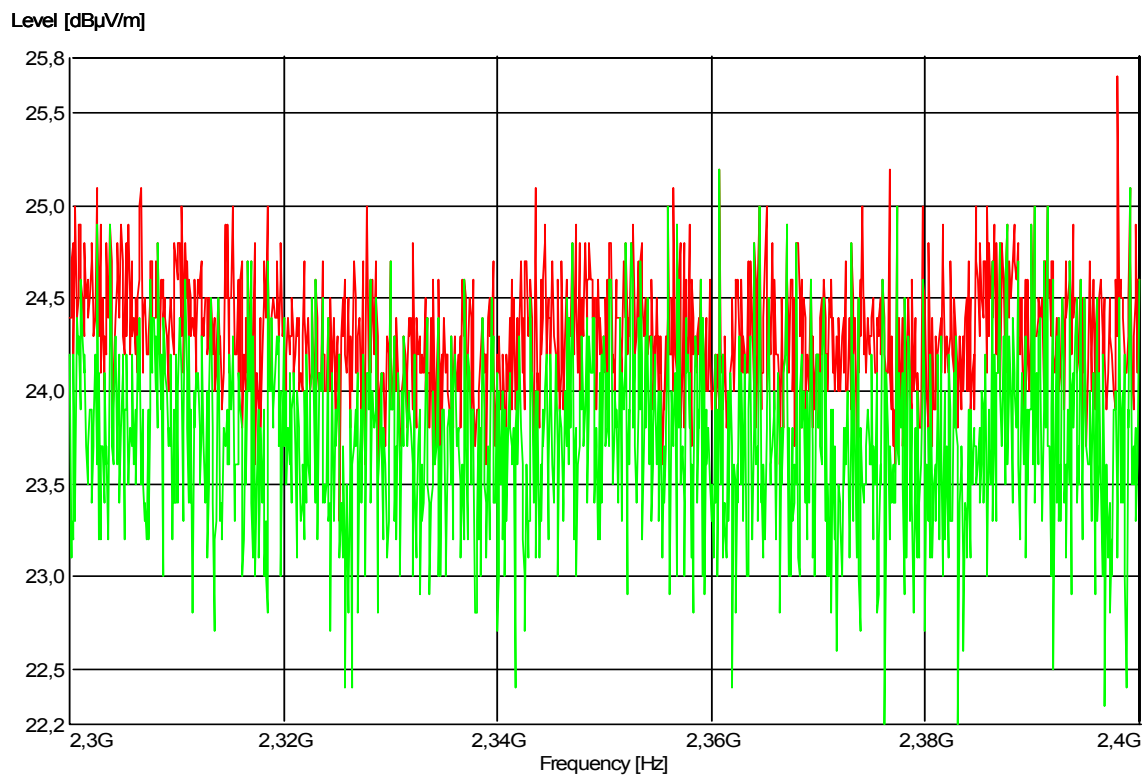
b) lokacija RKMC Crni rt u Baru



c) lokacija DUKMS Crljenice u Pljevljima



d) lokacija DUKMS Bijela Crkva u Rožajama



e) lokacija u centru Cetinja

Slika 3.3. Grafički prikaz rezultata mjerenja nivoa polja u opsegu 2300-2400MHz

Rezultati mjerenja pružaju uvid u realno stanje zauzetosti opsega od svih vrsta emisija (poznatih legalnih i nelegalnih i nepoznatih emisija) na dijelu teritorije Crne Gore koja predstavlja servisnu zonu navedenih stanica. Nešto viši nivo izmjerene signala u prvoj polovini opsega na prve četiri mjerne lokacije je posljedica neravnomjernog pojačanja aktivne antene kojom su vršena mjerenja. Analizom rezultata mjerenja može se zaključiti da su u opsegu 2300-2400MHz u nekim djelovima države prisutne uskopojasne emisije koje se ne mogu dovesti u vezu sa odobrenim emisijama (na frekvenciji 2372MHz u servisnoj zoni DUKMS Bijela Crkva).

3.1.4. Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 3400-3600MHz

U skladu sa Planom namjene radio-frekvencijskog spektra opseg 3400-3600MHz je u Crnoj Gori namijenjen fiksnoj, fiksnoj-satelitskoj (svemir-Zemlja) i mobilnoj radio službi, na primarnoj osnovi i radio-lokacijskoj i amaterskoj službi, na sekundarnoj osnovi. Opseg je predviđen za zajedničko korišćenje u civilne i vojne svrhe.

Planom namjene nije specificirana primjena u okviru fiksne radio službe, dok je u okviru fiksne-satelitske službe predviđena primjena za FSS zemaljske stanice. U okviru mobilne službe opseg je predviđen za BWA sisteme, i to unutar opsega 3400-3800MHz, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(07)02 i Preporukama ECC/REC/(04)05 i ERC/REC 14-03, za MFCN (TRA-ECS) sisteme, i to unutar opsega 3400-3800MHz, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(11)06 i Preporukom ECC/REC/(15)01 i za PMSE, odnosno koordinisane SAP/SAB aplikacije za povremenu upotrebu. U okviru sekundarne radio-lokacijske službe opseg je predviđen za civilnu radio-lokaciju, pri čemu je za vazduhoplovne radare gornja granica 3410 MHz. Za vojne svrhe opseg je predviđen za vojnu radio-lokaciju, gdje je, kao i kod civilne, za vazduhoplovne radare gornja granica 3410 MHz. Primjene u sekundarnoj amaterskoj službi podrazumijevaju korišćenje opsega 3400-3410 MHz od strane radio-amatera. Nezavisno od radio službe, opseg je predviđen i za UWB aplikacije, odnosno generički UWB, LT2 i LAES, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(06)04 i Preporukama ECC/REC/(11)09 i ECC/REC/(11)10. U Tabeli 3.5 je dat izvod iz Plana namjene koji se odnosi na opseg 3400-3600MHz.

Prema podacima Agencije, opseg 3400-3600MHz se u Crnoj Gori trenutno koristi od strane FWA/BWA sistema. Odobrenja su dodijeljena Društvu za telekomunikacije "Mtel" d.o.o. Podgorica i kompaniji "Wimax Montenegro" d.o.o. Podgorica. Mtel koristi radio-frekvencije iz opsega 3400-3600MHz za realizaciju FWA mreže na bazi fiksne WiMAX tehnologije (IEEE 802.16d) sa FDD tipom dupleksa, a WiMAX Montenegro za realizaciju BWA mreže na bazi mobilne WiMAX tehnologije (IEEE 802.16e) sa TDD tipom dupleksa. Odobrenje za korišćenje radio-frekvencija iz opsega 3400-3600MHz kompaniji WiMAX Montenegro ističe u aprilu 2018. godine, dok odobrenje Mtel-u važi do aprila 2022. godine. Podaci o dodjelama su dati u Tabeli 3.6.

Tabela 3.5. Izvod iz Plana namjene koji se odnosi na opseg 3400-3600MHz

3400 - 3600 MHz				
FIKSNA	civ/ voj			
FIKSNA-SATELITSKA (svemir-Zemlja)		FSS zemaljske stanice		
MOBILNA 5.430A		BWA	Unutar opsega 3400-3800MHz	ECC/REC/(04)05 ERC/REC 14-03 ECC/DEC/(07)02
		TRA-ECS (MFCN)	Unutar opsega 3400-3800MHz	ECC/DEC/(11)06 ECC/REC/(15)01
		PMSE	Koordinisane SAB/SAP aplikacije za povremenu upotrebu	
Radio-lokacijska		Radio-lokacija (civilna)	Za vazduhoplovne radare gornja granica 3410MHz	
Amaterska		Radio-amateri	Unutar opsega 3400-3410MHz	
		Radio-lokacija (vojna)	Za vazduhoplovne radare gornja granica 3410MHz	
	UWB aplikacije	Generički UWB LT2 LAES	ECC/DEC/(06)04 ECC/REC/(11)09 ECC/REC/(11)10	
ECA17 ECA36				

Tabela 3.6. Plan dodjele radio-frekvencija iz opsega 3400-3600MHz

Oznaka bloka	Širina bloka	Granice bloka (UL/DL)[MHz]	Nosilac odobrenja
do 22. 04. 2018. godine			
A	2x15MHz	3410-3425/3510-3525	nedodijeljeno
B	2x21MHz	3427,5-3448,5/3527,5-3548,5	Mtel
C,D	50MHz	3450-3500	nedodijeljeno
C,D	50MHz	3550-3600	WiMAX Montenegro
E	10MHz	3500-3510	nedodijeljeno
U periodu od 22.04.2018. godine do 22.04.2022. godine			
A	2x15MHz	3410-3425/3510-3525	nedodijeljeno
B	2x25MHz	3425-3450/3525-3550	Mtel
C	2x25MHz	3450-3475/3550-3575	nedodijeljeno
D	2x25MHz	3475-3500/3575-3600	nedodijeljeno
E	10MHz	3500-3510	nedodijeljeno

Agencija ne raspolaže rezultatima mjerenja nivoa signala u ovom opsegu.

3.1.5. Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 3600-3800MHz

U skladu sa Planom namjene radio-frekvencijskog spektra opseg 3600-3800MHz je u Crnoj Gori namijenjen fiksnoj, fiksnoj-satelitskoj (svemir-Zemlja) i mobilnoj radio službi, na primarnoj osnovi. Opseg je predviđen za korišćenje u civilne svrhe.

U okviru fiksne službe opseg je predviđen za fiksne veze srednjeg i velikog kapaciteta, u skladu sa Preporukom ERC/REC 12-08, dok je u okviru fiksne-satelitske službe predviđena primjena za FSS zemaljske stanice, u skladu sa

Preporukom ERC/REC 14-03 i za ESV, i to unutar opsega 3700-4200MHz, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(05)09. U okviru mobilne službe opseg je predviđen za BWA sisteme, i to unutar opsega 3400-3800MHz, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(07)02 i Preporukama ECC/REC/(04)05 i ERC/REC 14-03 iza MFCN (TRA-ECS) sisteme, i to unutar opsega 3400-3800MHz. Iako je u Planu namjene navedena primjena Preporuke ECC/REC/(04)05, jasno je da se u cjelokupnom opsegu 3400-3800MHz za MFCN (TRA-ECS) sisteme primjenjuje Odluka ECC/DEC/(11)06 i Preporuka ECC/REC/(15)01. Nezavisno od radio službe, opseg je predviđen i za UWB aplikacije, odnosno generički UWB, LT2 i LAES, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(06)04 i Preporukama ECC/REC/(11)09 i ECC/REC/(11)10. U Tabeli 3.7 je dat izvod iz Plana namjene koji se odnosi na opseg 3600-3800MHz.

Tabela 3.7. Izvod iz Plana namjene koji se odnosi na opseg 3600-3800MHz

3600 - 4200 MHz				
FIKSNA	civ	Fiksne veze	Fiksne veze srednjeg i velikog kapaciteta	ERC/REC 12-08
FIKSNA-SATELITSKA (svemir-Zemlja)		FSS zemaljske stanice	Prioritet imaju civilne mreže	ERC/REC 14-03
		ESV	Unutar opsega 3700-4200MHz	ECC/DEC/(05)09
MOBILNA		BWA	Unutar opsega 3400-3800MHz	ECC/REC/(04)05 ERC/REC 14-03 ECC/DEC/(07)02
		TRA-ECS (MFCN)	Unutar opsega 3400-3800MHz	ECC/REC/(04)05
	UWB aplikacije	Generički UWB LT2 LAES	ECC/DEC/(06)04 ECC/REC/(11)09 ECC/REC/(11)10	
ECA37				

Prema podacima dobijenim od Agencije, opseg 3600-3800MHz je slobodan u Crnoj Gori. Agencija ne raspolaže rezultatima mjerenja nivoa signala u ovom opsegu.

3.2. Analiza namjene i korišćenja radio-frekvencija iz opsega 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz u susjednim državama

Maksimalna valorizacija spektra za mobilne komunikacione mreže može se postići jedino u slučaju harmonizovanog pristupa u namjeni i korišćenju opsega, najmanje na regionalnom nivou. S obzirom da se u različitim državama Evrope predmetni opsezi koriste u manjoj ili većoj mjeri od strane sistema drugih službi, neki čak i za vojne potrebe, harmonizacija korišćenja opsega za MFCN sisteme je izazovan i dugotrajan proces. Bez obzira na situaciju u Crnoj Gori, potpuna valorizacija opsega 700MHz zavisi od dinamike oslobađanja ovog opsega od sistema digitalne televizije u susjednim državama. U ovom poglavlju Studije predmet analize je namjena i korišćenje predmetnih opsega u Republici Srbiji, Bosni i Hercegovini, Republici Hrvatskoj, Republici Italiji i Republici Albaniji. Zbog geografskih karakteristika pograničnog pojasa (visoki planinski vijenci),

radiokomunikacioni sistemi u Republici Kosovo ne mogu imati uticaj na korišćenje predmetnih opsega u Crnoj Gori, pa se situacija u vezi sa korišćenjem opsega u ovoj susjednoj državi neće razmatrati u istoj mjeri kao u drugim susjednim državama.

3.2.1. Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 694-790MHz

Kao dio nekadašnjeg UHF TV opsega 470-862MHz, opseg 694-790MHz se u Evropi koristi za zemaljsko emitovanje TV programa. Nakon prelaska sa analognog na digitalno emitovanje TV programa i oslobađanja opsega 790-862MHz od radio-difuznih emisija, u većini evropskih zemalja sistemi zemaljske TV radio-difuzije koriste i kanale iz predmetnog opsega. Obim korišćenja zavisi od broja realizovanih DTV mreža. Generalno, države koje su izvršile digitalizaciju prije 2012. godine i primijenile spektralno manje efikasnu tehnologiju DVB-T, sa MPEG2 tehnikom kodiranja i kompresije video signala, imale su potrebu za više DTV mreža, a posljedično i za većim obimom korišćenja opsega 470-862MHz, pa i opsega 694-790MHz.

Dodjela opsega 790-862MHz za mobilne komunikacione mreže i izvjesno opredjeljivanje opsega 694-790MHz za iste primjene za posljedicu ima smanjenje broja UHF koordiniranih radio-frekvencijskih kanala, koji prema Planu GE06 ostaju raspoloživi za sisteme digitalne zemaljske radio-difuzije. Stepenn redukcijs, odnosno količina preostalih raspoloživih frekvencijskih resursa u UHF opsegu se razlikuje od države do države. U cilju olakšavanja optimizacije korišćenja preostalih resursa i omogućavanja ravnopravnog pristupa spektru, administracije Albanije, Austrije, Bosne i Hercegovine, Bugarske, Hrvatske, Mađarske, Crne Gore, Srbije i Slovenije su formirale SEDDIF (*South East European Digital Dividend Implementation Forum*) grupu, čiji je zadatak da olakša replaniranje, koordinaciju i pregovore u cilju modifikacije Plana GE06, te da pruži smjernice za efikasnu tranziciju postojećih sistema digitalne zemaljske televizije prema DVB-T2 standardu i implemetaciju novih radio-difuznih servisa u opsegu 470-694MHz. Za očekivati je da će rezultat rada ovog i drugih regionalnih foruma biti novi plan za digitalnu radio-difuziju u UHF opsegu u Evropi, koji će obezbijediti dovoljno RF resursa za potrebe digitalne televizije u dijelu opsega ispod 694MHz. Planirano je da rad SEDDIF grupe bude okončan do kraja 2017. godine.

Dok je u Republici Srbiji, Republici Hrvatskoj i Republici Italiji završen proces prelaska na digitalno emitovanje TV programa, u Bosni i Hercegovini je ovaj proces u toku, a u Republici Albaniji u završnoj fazi. Situacija u Republici Kosovo u vezi sa planovima za digitalizaciju TV radio-difuzije je nepoznata.

Republika Srbija

U Republici Srbiji je, saglasno *Planu namene radio-frekvencijskih opsega* iz oktobra 2012. godine, frekvencijski opseg 694-790MHz, kao dio opsega 614-790MHz, na primarnoj osnovi namijenjen radio-difuznoj službi za

analognu televiziju i DVB-T2 sisteme, u skladu sa Sporazumom GE06. Opseg je na sekundarnoj osnovi namijenjen vazduhoplovnoj radio-navigacionoj službi, za vojnu upotrebu. Nezavisno od radio službe, opseg se može koristiti za SAP/SAB aplikacije, radio mikrofone i pomoćne slušne aparate. Očekuje se da će u narednom periodu namjena ovog opsega u Republici Srbiji biti usaglašena sa odlukama WRC-15 u smislu uvođenja mobilne, izuzev vazduhoplovne mobilne, radio službe u ovaj opseg na primarnoj osnovi i njegove identifikacije za IMT sisteme.

U Republici Srbiji se opseg 694-790MHz koristi za zemaljsku digitalnu TV radio-difuziju. U opsegu 470-790MHz su realizovana tri nacionalna DVB-T2 multipleksa. Od kanala koji pripadaju opsegu 694-790MHz (TV kanali 49-60), za potrebe prvog multipleksa koristi se samo TV kanal 53 u allotment zoni Kosovo i Metohija, sa predajnicima na lokacijama Sočanica i Zvečan, dok se u drugom multipleksu koriste TV kanali 49 u allotmentu Kopaonik (predajnik na lokaciji Tutin), 51 u allotmentu Avala (predajnik na lokaciji Kanarevo brdo) i 55 u allotmentu Kikinda (predajnici na lokacijama Kikinda i Zrenjanin). U trećem multipleksu koristi se samo TV kanal 57 u allotment zoni Avala (predajnik na lokaciji Kanarevo brdo).

Uzimajući u obzir lokacije DVB-T2 predajnika koji emituju na kanalima koji pripadaju opsegu 694-790MHz i geografske karakteristike pogranične zone između dvije države, može se zaključiti da na korišćenje predmetnog opsega u Crnoj Gori uticaj može imati jedino predajnik na lokaciji Tutin koji emituje na kanalu 49 (694-702MHz). Prema frekvencijskom aranžmanu za MFCN sisteme u ovom opsegu, propisanom Odlukom ECC/DEC(15)01, primjena za ove sisteme počinje od 703MHz, pri čemu segment 694-703MHz predstavlja zaštitni opseg prema radio-difuznim sistemima koji rade u nižem opsegu 470-694 MHz. Shodno tome, može se pretpostaviti da je malo vjerovatno da će DVB-T2 predajnik na kanalu 49 na lokaciji Tutin u Republici Srbiji generisati štetnu interferenciju prema MFCN sistemima u Crnoj Gori u mjeri koja bi značajnije otežala ili onemogućila korišćenje opsega za ove sisteme. Sa ovakvim zaključkom korespondiraju i rezultati mjerenja nivoa signala u ovom opsegu na lokaciji DUKMS Bijela Crkva u Rožajama, čija servisna zona obuhvata pogranični dio prema Tutinu.

Bosna i Hercegovina

U Bosni i Hercegovini je, saglasno *Planu namjene i korištenja radiofrekvencijskog spektra za Bosnu i Hercegovinu* iz decembra 2009. godine, frekvencijski opseg 694-790MHz, kao dio opsega 614-790MHz, namijenjen radio-difuznoj službi na primarnoj osnovi za TV radio-difuziju i mobilnoj službi na sekundarnoj osnovi za SAP/SAB aplikacije. Nezavisno od radio službe, opseg se može koristiti za radio mikrofone i pomoćne slušne aparate. Očekuje se da će u narednom periodu namjena ovog opsega u Bosni i Hercegovini biti usaglašena sa odlukama WRC-15 u smislu uvođenja mobilne, izuzev vazduhoplovne mobilne, radio službe u ovaj opseg na primarnoj osnovi i njegove identifikacije za IMT sisteme. Ovakva namjera je zvanično utvrđena u dokumentu *Politika sektora elektronskih komunikacija*

Bosne i Hercegovine za period 2017 - 2021. godine, koji je donešen u maju 2017. godine.

U Bosni i Hercegovini je u toku proces prelaska sa analognog na digitalno emitovanje TV programa, a najave su da će analogna televizija u VHF i UHF opsegu biti ugašena početkom 2018. godine. Trenutno je u toku faza testnog emitovanja u okviru prvog DVB-T2 multipleksa (MUX-A), realizovanog za potrebe javnih radio-difuznih servisa. S obzirom na planove da se opsezi 790-862MHz i 694-790MHz opredijele za LTE mobilne komunikacione mreže, za očekivati je da u Bosni i Hercegovini, nakon gašenja analogne televizije, neće biti DTV instalacija u dijelu UHF opsega iznad 694MHz. U akcionom planu za realizaciju pomenute politike sektora elektronskih komunikacija navodi se da će u periodu od 2018-2021. godine biti "oslobođen RF spektar od postojećih korisnika u opsezima digitalne dividende i drugim opsezima namijenjenim uvođenju mobilnih širokopojasnih usluga i mreža četvrte generacije – LTE".

Republika Hrvatska

U Republici Hrvatskoj je, saglasno *Tablici namjene radiofrekvencijskog spektra*, frekvencijski opseg 694-790MHz na primarnoj osnovi namijenjen radio-difuznoj službi za DTV sisteme, u skladu sa Sporazumom GE06 i mobilnoj, izuzev vazduhoplovne mobilne, radio službi za MFCN sisteme, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(15)01 i Preporukom ECC/REC/(15)01, zatim za širokopojasne PPDR sisteme u pod-opsezima 698-703/753-758MHz, 703-733/758-788MHz i 733-736/788-791MHz, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(16)02 i Preporukom ECC/REC/(16)03, kao i za PMSE primjene, tj. SAP/SAB aplikacije uključujući radio mikrofone. Nezavisno od radio službe, opseg se može koristiti za radio mikrofone i pomoćne slušne aparate, kao i za SRD uređaje za radiodeterminacijske primjene.

U Republici Hrvatskoj se prešlo na digitalno emitovanje TV programa još 2010. godine. Realizovano je ukupno pet DVB-T multipleksa u UHF opsegu 470-790MHz. Od TV kanala koji pripadaju opsegu 694-790MHz, u allotment zonama koje gravitiraju granici sa Crnom Gorom, u upotrebi su kanali 51 (MUX-A) i 59 (MUX-B) u allotmentu D9 (istočni dio Dubrovačko-neretvanske županije), odnosno kanal 53 (MUX-B) u allotmentu D8 (istočni dio Splitsko-dalmatinske i zapadni dio Dubrovačko-neretvanske županije). Postojeće dozvole za ove kanale ističu u aprilu 2019. godine. Na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori od uticaja mogu biti DVB-T predajnici na kanalima 51 i 59 (emisione lokacije Gruda, Srđ, Slano, Župa dubrovačka...), a manje vjerovatno predajnici na kanalu 53 (emisione lokacije Rota, Vidova Gora, Metković...). U Hrvatskoj je povedena diskusija u vezi sa promjenom standarda digitalne televizije, sa DVB-T na spektralno efikasniji DVB-T2, i standarda za kodiranje i kompresiju video signala, sa MPEG-2 na H.265/HEVC, čime bi se, uz replaniranje raspodjele definisane u Planu GE06, stvorili uslovi za potpuno oslobađanje opsega 694-790MHz od radio-difuznih sistema i njegovu dodjelu za MFCN sisteme. Prema predlogu *Strategije prelaska digitalne zemaljske televizije na sustav DVB-T2*, opseg

će postepeno biti oslobađan od sistema digitalne televizije u periodu od 2019-2021. godine.

Republika Italija

U Republici Italiji je, shodno nacionalnoj tabeli namjene radio-frekvencija (*Tabella di attribuzione del piano nazionale di ripartizione delle frequenze*), frekvencijski opseg 694-790MHz, kao dio opsega 614-790MHz, namijenjen isključivo radio-difuznoj službi za TV radio-difuziju, u skladu sa Sporazumom GE06. Nezavisno od radio službe, opseg se može koristiti za radio mikrofone i prenosive linkove za prenos zvuka. Očekuje se da će u narednom periodu namjena ovog opsega u Republici Italiji biti usaglašena sa odlukama WRC-15 u smislu uvođenja mobilne, izuzev vazduhoplovne mobilne, radio službe u ovaj opseg na primarnoj osnovi i njegove identifikacije za IMT sisteme.

Od svih susjednih zemalja, u Italiji se opseg 694-790MHz najintenzivnije koristi za potrebe digitalne televizije. Prema Planu GE06 u Republici Italiji je realizovano 20 DTV multipleksa sa nacionalnim pokrivanjem i preko 300 regionalnih multipleksa (do 18 multipleksa u svakom regionu). Preko 50% kanala koji su na raspolaganju prema Planu GE06 pada u opseg 694-790MHz. Ovo pokazuju i rezultati mjerenja nivoa signala u opsegu 694-790MHz na lokaciji RKMC Crni rt u Baru. Na grafiku koji prikazuje rezultate može se vidjeti da su na svim kanalima, osim kanala 53 i 54, prisutni signali digitalne televizije, koji potiču od predajnika u Republici Italiji ili u Republici Albaniji. DTV instalacije u Republici Italiji u predmetnom opsegu mogu otežati, a u nekim oblastima južne regije čak i onemogućiti korišćenje opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

Republika Albanija

U Republici Albaniji je, saglasno nacionalnom planu namjene radio-frekvencija (*Plani kombëtar i frekuencave*) iz marta 2017. godine, frekvencijski opseg 694-790MHz na primarnoj osnovi namijenjen radio-difuznoj službi za TV radio-difuziju u skladu sa Sporazumom GE06 i mobilnoj, izuzev vazduhoplovne mobilne, radio službi za MFCN sisteme, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(15)01 i Preporukom ECC/REC/(15)01, zatim za širokopojasne PPDR sisteme u pod-opsezima 698-703/753-758MHz, 703-733/758-788MHz i 733-736/788-791MHz, kao i za PMSE aplikacije, tj. SAP/SAB aplikacije uključujući radio mikrofone. Nezavisno od radio službe, opseg se može koristiti za radio mikrofone i pomoćne slušne aparate. U planu namjene je navedeno da će se, u skladu sa odlukom Evropske Unije, opseg koristiti za MFCN sisteme nakon 2020. godine.

Kako je već napomenuto, u Republici Albaniji je u završnoj fazi proces digitalizacije TV radio-difuzije i implementacija Plana GE06 za digitalnu televiziju. Nakon gašenja analognih TV predajnika, sistemi digitalne televizije će obuhvatiti ukupno sedam DVB-T2 multipleksa. Od kanala koji

pripadaju opsegu 694-790MHz u alotment zonama koje mogu biti od značaja za korišćenje opsega u Crnoj Gori, u upotrebi su kanali 51 i 59 u alotmentu Shkoder i kanali 53, 57 i 59 u alotmentu Tirana. Signali na kanalima 51 i 59 se jasno uočavaju na grafiku koji prikazuje rezultate mjerenja signala u predmetnom opsegu na lokaciji GKMC na Dajbabskoj Gori u Podgorici, dok su signali na kanalima 57 i 59 snimljeni na lokaciji RKMC Crni rt u Baru. Slično kao i u slučaju Republike Italije, DTV instalacije u Republici Albaniji u predmetnom opsegu mogu otežati, a u dijelu glavnog grada Podgorice i nekim oblastima južne regije čak i onemogućiti korišćenje opsega za MFCN sisteme.

Republika Kosovo

U Republici Kosovo je, saglasno nacionalnom planu namene radio-frekvencija (*Plani kombëtar i shpërndarjes së spektrit radiofrekuencor*) iz 2011. godine, frekvencijski opseg 694-790MHz, kao dio opsega 614-790MHz, namijenjen radio-difuznoj službi na primarnoj osnovi za TV radio-difuziju i mobilnoj službi na sekundarnoj osnovi za SAP/SAB aplikacije. Nezavisno od radio službe, opseg se može koristiti za radio mikrofone i pomoćne slušne aparate.

Opseg 694-790MHz se u Republici Kosovo koristi za sisteme analogne televizije, osim sjevernog dijela države, gdje je dostupan signal digitalne televizije iz Republike Srbije. Kako je prethodno naznačeno radiokomunikacione instalacije u Republici Kosovo ne mogu imati iticaj na korišćenje opsega 694-790MHz u Crnoj Gori.

U Tabeli 3.8 je dat pregled namjene i korišćenja opsega 694-790MHz u susjednim državama, sa procjenom vremenskog okvira za oslobađanje opsega za MFCN sisteme i uticaja trenutnog korišćenja na implementaciju MFCN sistema u Crnoj Gori.

Tabela 3.8. Pregled namjene i korišćenja opsega 694-790MHz u susjednim državama

Zemlja	Namjena za MFCN	Trenutna primjena	Obim korišćenja	Raspo-loživo za MFCN od	Uticaj na MFCN u Crnoj Gori
Srbija	NE	DVB-T2	mali	2020.	nema
Bosna i Hercegovina	NE	Analogna TV, DVB-T2	N/A	2018-2021.	nema
Hrvatska	DA	DVB-T	srednji	2019-2021.	ima
Italija	NE	DVB-T	veliki	2020-2022.	ima
Albanija	DA	DVB-T2	relativno veliki	2020-2022.	ima
Kosovo	NE	Analogna TV	N/A	N/A	nema

3.2.2. Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 1452-1492MHz

Republika Srbija

U Republici Srbiji je, saglasno *Planu namene radio-frekvencijskih opsega* iz oktobra 2012. godine, frekvencijski opseg 1452-1492MHz namijenjen radio-difuznoj službi za T-DAB sisteme i radio-difuznoj-satelitskoj radio službi za S-DAB sisteme. Obije namjene su na primarnoj osnovi. Kao i u slučaju opsega 694-790MHz, očekuje se da će u narednom periodu namjena predmetnog opsega u Republici Srbiji biti usaglašena sa odlukama WRC-15 u smislu uvođenja mobilne, izuzev vazduhoplovne mobilne, radio službe u ovaj opseg na primarnoj osnovi i njegove identifikacije za IMT sisteme.

Prema *Bazi podataka o korišćenju radio-frekvencijskog spektra*, dostupnoj na Internet stranici RATEL-a, radio-frekvencije iz opsega 1452-1492MHz u Republici Srbiji nijesu dodijeljene za bilo koje primjene.

Bosna i Hercegovina

U Bosni i Hercegovini je, saglasno *Planu namjene i korištenja radiofrekvencijskog spektra za Bosnu i Hercegovinu* iz decembra 2009. godine, frekvencijski opseg 1452-1492MHz namijenjen radio-difuznoj i radio-difuznoj-satelitskoj službi za T-DAB, odnosno S-DAB sisteme i mobilnoj, izuzev vazduhoplovne mobilne, radio službi (bez specificirane primjene) na primarnoj osnovi i fiksnoj službi na sekundarnoj osnovi. Kao i u slučaju opsega 694-790MHz, očekuje se da će u narednom periodu namjena predmetnog opsega u Bosni i Hercegovini biti usaglašena sa odlukama WRC-15 u smislu uvođenja mobilne, izuzev vazduhoplovne mobilne, radio službe u ovaj opseg na primarnoj osnovi i njegove identifikacije za IMT sisteme.

Iako podaci o korišćenju opsega 1452-1492MHz u Bosni i Hercegovini nijesu dostupni, sigurno je da se opseg ne koristi za potrebe digitalnog radija. Sve druge primjene ne mogu imati značajniji uticaj na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

Republika Hrvatska

U Republici Hrvatskoj je, saglasno *Tablici namjene radiofrekvencijskog spektra*, frekvencijski opseg 1452-1492MHz na primarnoj osnovi namijenjen radio-difuznoj službi za T-DAB sisteme, radio-difuznoj-satelitskoj službi (bez specificirane primjene) i mobilnoj, izuzev vazduhoplovne mobilne, radio službi za MFCN sisteme (i to za SDL), u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(13)03 i Preporukom ECC/REC/(15)01. Opseg je namijenjen i fiksnoj radio službi, ali na sekundarnoj osnovi. Nezavisno od radio službe, opseg se može koristiti za SRD uređaje za radiodeterminacijske primjene. U decembru 2015. godine donešen je *Plan dodjele za frekvencijski pojas 1452-1492MHz*, kojim je utvrđena podjela opsega na kanale i tehnički uslovi za MFCN (UMTS i LTE) sisteme.

Frekvencijski opseg 1452-1492MHz u Republici Hrvatskoj je slobodan.

Republika Italija

U Republici Italiji je, shodno nacionalnoj tabeli namjene radio-frekvencija (*Tabella di attribuzione del piano nazionale di ripartizione delle frequenze*), frekvencijski opseg 1452-1492MHz namijenjen isključivo mobilnoj, izuzev vazduhoplovne mobilne, radio službi na primarnoj osnovi za MFCN SDL primjene, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(13)03.

Od svih susjednih zemalja, jedino je u Italiji opseg 1452-1492MHz dodijeljen mobilnim operatorima za MFCN sisteme. Postupak dodjele je sproveden u drugoj polovini 2015. godine. Po jedan frekvencijski blok širine 20MHz dodijeljen je mobilnim operatorima Telecom Italia i Vodafone Omnitel za LTE SDL, sa periodom važenja dodjele od 01.11.2015-31.12.2029. godine.

Republika Albanija

U Republici Albaniji je, saglasno nacionalnom planu namjene radio-frekvencija (*Plani kombëtar i frekuencave*) iz marta 2017. godine, frekvencijski opseg 1452-1492MHz na primarnoj osnovi namijenjen radio-difuznoj službi za T-DAB sisteme i mobilnoj, izuzev vazduhoplovne mobilne, radio službi za MFCN SDL sisteme, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(13)03 i Preporukom ECC/REC/(15)01, kao i fiksnoj službi na sekundarnoj osnovi.

Iako podaci o korišćenju opsega 1452-1492MHz u Republici Albaniji nijesu dostupni, sigurno je da se opseg ne koristi za potrebe digitalnog radija. Sve druge primjene ne mogu imati značajniji uticaj na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

Republika Kosovo

U Republici Kosovo je, saglasno nacionalnom planu namene radio-frekvencija (*Plani kombëtar i shpërndarjes së spektrit radiofrekuencor*) iz 2011. godine, frekvencijski opseg 1452-1492MHz na primarnoj osnovi namijenjen radio-difuznoj službi i radio-difuznoj-satelitskoj službi za T-DAB, odnosno S-DAB sisteme i mobilnoj, izuzev vazduhoplovne mobilne, radio službi (bez specificirane primjene). Opseg je namijenjen i fiksnoj radio službi na sekundarnoj osnovi.

Iako podaci o korišćenju opsega 1452-1492MHz u Republici Kosovo nijesu dostupni, sa sigurnošću se može tvrditi da se opseg ne koristi za potrebe digitalnog radija. Sve druge primjene ne mogu imati značajniji uticaj na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

U Tabeli 3.9 je dat pregled namjene i korišćenja opsega 1452-1492MHz u susjednim državama, sa procjenom uticaja trenutnog korišćenja na implementaciju MFCN sistema u Crnoj Gori.

3.2.3. Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 2300-2400MHz

Republika Srbija

U Republici Srbiji je, saglasno *Planu namene radio-frekvencijskih opsega* iz oktobra 2012. godine, frekvencijski opseg 2300-2400MHz na primarnoj osnovi namijenjen fiksnoj službi za prenosive linkove za prenos modulacionog TV signala i mobilnoj službi za vazduhoplovnu telemetriju i SAP/SAB aplikacije. Opseg 2300-2305MHz je na sekundarnoj osnovi namijenjen za BWA za vojne potrebe, a opseg 2300-2339MHz za radio-lokacijske primjene, takođe u vojne svrhe. Opseg je takođe na sekundarnoj osnovi namijenjen amaterskoj radio službi.

Tabela 3.9. Pregled namjene i korišćenja opsega 1452-1492MHz u susjednim državama

Zemlja	Namjena za MFCN	Trenutna primjena	Obim korišćenja	Raspoloživo za MFCN od	Uticaj na MFCN u Crnoj Gori
Srbija	NE	slobodno	-	sada	nema
Bosna i Hercegovina	NE	N/A	N/A	N/A	nema
Hrvatska	DA	slobodno	-	sada	nema
Italija	DA	MFCN	nacionalno	sada	nema
Albanija	DA	N/A	N/A	N/A	nema
Kosovo	NE	N/A	N/A	N/A	nema

Prema *Bazi podataka o korišćenju radio-frekvencijskog spektra*, dostupnoj na Internet stranici RATEL-a, radio-frekvencije iz opsega 2300-2400MHz (četiri neuparena kanala širine 25MHz) su dodijeljene Javnoj medijskoj ustanovi "Radio-televizija Vojvodine", za prenosne linkove za prenos modulacionog TV signala na teritoriji Republike Srbije. Dodjela važi do 09.11.2024. godine. S obzirom na prirodu ove primjene, može se pretpostaviti da ona ne može imati značajniji uticaj na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

Bosna i Hercegovina

U Bosni i Hercegovini je, saglasno *Planu namjene i korišćenja radiofrekvencijskog spektra za Bosnu i Hercegovinu* iz decembra 2009. godine, frekvencijski opseg 2300-2400MHz namijenjen na primarnoj osnovi fiksnoj (bez specificirane primjene) i mobilnoj radio službi za SAB/SAB aplikacije i radio-lokacijskoj i amaterskoj radio službi na sekundarnoj osnovi.

Podaci o korišćenju opsega 1452-1492MHz u Bosni i Hercegovini nijesu dostupni. Može se pretpostaviti da bilo koja od nabrojanih primjena ne može imati značajniji uticaj na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

Republika Hrvatska

U Republici Hrvatskoj je, saglasno *Tablici namjene radiofrekvencijskog spektra*, frekvencijski opseg 2300-2400MHz na primarnoj osnovi namijenjen fiksnoj službi (bez specificirane primjene) i mobilnoj radio službi za SAP/SAB i ENG/OB primjene, kao i radio-lokacijskoj i amaterskoj radio službi na sekundarnoj osnovi. Nezavisno od radio službe, opseg se može koristiti za SRD uređaje za radiodeterminacijske primjene. Opseg je predviđen za zajedničko korišćenje u civilne i vojne svrhe.

Podaci o korišćenju opsega 2300-2400MHz u Republici Hrvatskoj nijesu dostupni. Može se pretpostaviti da bilo koja od nabrojanih primjena ne može imati značajniji uticaj na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

Republika Italija

U Republici Italiji je, shodno nacionalnoj tabeli namjene radio-frekvencija (*Tabella di attribuzione del piano nazionale di ripartizione delle frequenze*), frekvencijski opseg 2300-2400MHz namijenjen na primarnoj osnovi fiksnoj službi za fiksne linkove malog kapaciteta i linkove za prenos audio signala i mobilnoj radio službi za IMT sisteme i SAP/SAB aplikacije. Opseg je namijenjen amaterskoj radio službi na sekundarnoj osnovi.

Podaci o korišćenju opsega 2300-2400MHz u Republici Italiji nijesu dostupni. Može se pretpostaviti da bilo koja od nabrojanih primjena ne može imati značajniji uticaj na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

Republika Albanija

U Republici Albaniji je, saglasno nacionalnom planu namjene radio-frekvencija (*Plani kombëtar i frekuencave*) iz marta 2017. godine, frekvencijski opseg 2300-2400MHz na primarnoj osnovi namijenjen fiksnoj službi (bez specificirane primjene) i mobilnoj radio službi za MFCN sisteme, na bazi zajedničkog korišćenja sa drugim sistemima, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(14)02 i Preporukom ECC/REC/(14)04, i PMSE sisteme. Opseg je namijenjen radio-lokacijskoj i amaterskoj radio službi na sekundarnoj osnovi. Opseg je predviđen za zajedničko korišćenje u civilne i vojne svrhe.

Podaci o korišćenju opsega 2300-2400MHz u Republici Albaniji nijesu dostupni. Može se pretpostaviti da bilo koja od nabrojanih primjena ne može imati značajniji uticaj na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

Republika Kosovo

U Republici Kosovo je, saglasno nacionalnom planu namene radio-frekvencija (*Plani kombëtar i shpërndarjes së spektrit radiofrekuencor*) iz 2011. godine, frekvencijski opseg 2300-2400MHz namijenjen fiksnoj službi (bez specificirane primjene) i mobilnoj radio službi za SAP/SAB primjene, kao i radio-lokacijskoj i amaterskoj radio službi na sekundarnoj osnovi.

Podaci o korišćenju opsega 2300-2400MHz u Republici Kosovo nijesu dostupni. Može se pretpostaviti da bilo koja od nabrojanih primjena ne može imati značajniji uticaj na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

U Tabeli 3.10 je dat pregled namjene i korišćenja opsega 2300-2400MHz u susjednim državama, sa procjenom uticaja trenutnog korišćenja na implementaciju MFCN sistema u Crnoj Gori.

Tabela 3.10. Pregled namjene i korišćenja opsega 2300-2400MHz u susjednim državama

Zemlja	Namjena za MFCN	Trenutna primjena	Obim korišćenja	Raspo- loživo za MFCN od	Uticaj na MFCN u Crnoj Gori
Srbija	NE	prenosni linkovi	mali	dodjela važi do 09.11.2024.	nema
Bosna i Hercegovina	NE	N/A	N/A	N/A	nema
Hrvatska	NE	N/A	N/A	N/A	nema
Italija	DA	N/A	N/A	N/A	nema
Albanija	DA	N/A	N/A	N/A	nema
Kosovo	NE	N/A	N/A	N/A	nema

3.2.4. Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 3400-3600MHz

Republika Srbija

U Republici Srbiji je, saglasno *Planu namene radio-frekvencijskih opsega* iz oktobra 2012. godine, frekvencijski opseg 3400-3600MHz na primarnoj osnovi namijenjen fiksnoj i mobilnoj radio službi za BWA sisteme, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(07)02 i Preporukama ECC/REC/(04)05 i ERC/REC 14-03, odnosno MFCN sisteme, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(11)06. Opseg je na primarnoj osnovi namijenjen još i fiksnoj-satelitskoj (svemir-Zemlja) službi za fiksne satelitske veze. Opseg 3400-3500MHz je na sekundarnoj osnovi namijenjen radio-lokacijskoj službi. Nezavisno od radio službe, opseg se može koristiti za SAP/SAB i UWB primjene. U januaru 2014. godine donešen je plan raspodjele radio-frekvencija za BWA i MFCN sisteme u opsezima 3400-3600MHz i 3600-3800MHz, kojim je definisana podjela opsega na kanale i tehnički uslovi za BWA i MFCN sisteme. Planom je predviđena podjela opsega 3400-3600MHz na neuparene kanale širine 5MHz i primjena TDD tipa dupleksa.

Prema *Bazi podataka o korišćenju radio-frekvencijskog spektra*, dostupnoj na Internet stranici RATEL-a, radio-frekvencije iz opsega 3400-3600MHz u Republici Srbiji nijesu dodijeljene za bilo koje primjene.

Bosna i Hercegovina

U Bosni i Hercegovini je, saglasno *Planu namjene i korištenja radiofrekvencijskog spektra za Bosnu i Hercegovinu* iz decembra 2009. godine, frekvencijski opseg 3400-3600MHz na primarnoj osnovi namijenjen fiksnoj i mobilnoj radio službi za BWA sisteme, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(07)02, Preporukama ECC/REC/(04)05 i ERC/REC 14-03 i BH Pravilima 47/2009, 22/2004 i 46/2009, i IMT sisteme. Opseg je na primarnoj osnovi namijenjen još i fiksnoj-satelitskoj (svemir-Zemlja) službi za FSS primjene. Opseg 3400-3500MHz je na sekundarkoj osnovi namijenjen radio-lokacijskoj i amaterskoj radio službi. U novembru 2014. godine donešeno je BH Pravilo 74/2014 o korišćenju radio-frekvencijskih opsega 3400-3600MHz i 3600-3800MHz za MFCN, kojim je definisana podjela opsega na kanale i tehnički uslovi za MFCN sisteme. Planom je predviđena podjela opsega 3400-3600MHz na četiri neuparena frekvencijska bloka širine 30MHz i jedan neupareni frekvencijski blok širine 20MHz, sa zaštitnim opsezima širine 10MHz između susjednih blokova, i primjena TDD tipa dupleksa.

Podaci o korišćenju opsega 3400-3600MHz u Bosni i Hercegovini nijesu dostupni. Može se pretpostaviti da bilo koja od nabrojanih primjena ne može imati značajniji uticaj na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

Republika Hrvatska

U Republici Hrvatskoj je, saglasno *Tablici namjene radiofrekvencijskog spektra*, frekvencijski opseg 3400-3600MHz na primarnoj osnovi namijenjen fiksnoj i mobilnoj, izuzev vazduhoplovne mobilne, radio službi za MFCN sisteme, u skladu sa Odlukama ECC/DEC/(07)02 i ECC/DEC/(11)06 i Preporukama ECC/REC/(04)05 i ERC/REC 14-03, kao i fiksnoj-satelitskoj (svemir-Zemlja) službi za prijemne satelitske terminale. Opseg 3400-3500MHz namijenjen je amaterskoj radio službi na sekundarnoj osnovi, a opseg 3410-3500MHz i radio-lokacijskoj službi, takođe na sekundarnoj osnovi. Nezavisno od radio službe, opseg se može koristiti za UWB primjene i SRD uređaje za radiodeterminacijske primjene. U januaru 2017. godine donešen je plan dodjele za MFCN sisteme u frekvencijskom opsegu 3400-3800MHz, kojim je definisana podjela opsega na kanale i tehnički uslovi za MFCN sisteme. Planom je predviđena podjela opsega 3400-3600MHz na neuparene kanale širine 5MHz i primjena TDD tipa dupleksa. Takođe je utvrđena i raspoloživost pojedinih djelova opsega za MFCN sisteme. Prema planu dodjele, opseg 3400-3590MHz je raspoloživ za MFCN sisteme na teritoriji Republike Hrvatske, osim opsega 3400-3450MHz i 3500-3550MHz u Međimurskoj i Varaždinskoj županiji, koji u tim regijama postaje raspoloživ

nakon 04.11.2023. godine. Opseg 3590-3800MHz postaje raspoloživ za MFCN sisteme nakon 31.12.2020. godine.

Od cjelokupnog opsega 3400-3600MHz u Republici Hrvatskoj su dodijeljeni blokovi 3410-3424/3510-3524MHz i 3427,5-3448,5/3527,5-3548,5MHz na regionalnoj osnovi, u Međimurskoj i Varaždinskoj županiji, i to Internet operatoru NOVI-NET TELEKOMUNIKACIJE. Dodijeljene radio-frekvencije se koriste za realizaciju BWA sistema na bazi WiMAX tehnologije. Može se pretpostaviti da ova primjena ne može imati značajniji uticaj na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

Republika Italija

U Republici Italiji je, shodno nacionalnoj tabeli namjene radio-frekvencija (*Tabella di attribuzione del piano nazionale di ripartizione delle frequenze*), frekvencijski opseg 3400-3600MHz namijenjen na primarnoj osnovi fiksnoj i mobilnoj, izuzev vazduhoplovne mobilne, radio službi za BWA, IMT i MFCN sisteme, u skladu sa Odlukama ECC/DEC/(07)02 i ECC/DEC/(11)06, kao i fiksnoj-satelitskoj službi (svemir-Zemlja). U okviru mobilne službe opseg 3500-3600MHz se može koristiti i za SAP/SAB aplikacije. Opseg 3400-3500MHz namijenjen radio-lokacijskoj službi na primarnoj, a opseg 3500-3600MHz istoj službi na sekundarnoj osnovi. Sistemi radio-lokacijske službe su predviđeni za vojne potrebe.

Radio-frekvencijski blokovi iz opsega 3400-3600MHz u Republici Italiji su 2008. godine dodijeljeni na regionalnoj osnovi Internet operatorima za realizaciju BWA sistema na bazi WiMAX ili LTE tehnologije. Dodjele za BWA sisteme važe do 21.05.2023. godine. Može se pretpostaviti da ova primjena ne može imati značajniji uticaj na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

Republika Albanija

U Republici Albaniji je, saglasno nacionalnom planu namjene radio-frekvencija (*Plani kombëtar i frekuencave*) iz marta 2017. godine, frekvencijski opseg 3400-3600MHz na primarnoj osnovi namijenjen fiksnoj i mobilnoj službi za BWA sisteme, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(07)02 i Preporukama ECC/REC/(04)05 i ERC/REC 14-03, odnosno MFCN sisteme, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(11)06 i Preporukom ECC/REC/(15)01. U okviru mobilne službe opseg može da se koristi i za PMSE primjene. Opseg je namijenjen radio-lokacijakoj i amaterskoj radio službi na sekundarnoj osnovi. Opseg je predviđen za zajedničko korišćenje u civilne i vojne svrhe. Nezavisno od radio službe, opseg se može koristiti za UWB primjene.

Podaci o korišćenju opsega 3400-3600MHz u Republici Albaniji nijesu dostupni. Može se pretpostaviti da bilo koja od nabrojanih primjena ne može imati značajniji uticaj na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

Republika Kosovo

U Republici Kosovo je, saglasno nacionalnom planu namene radio-frekvencija (*Plani kombëtar i shpërndarjes së spektrit radiofrekuencor*) iz 2011. godine, frekvencijski opseg 3400-3600MHz namijenjen na primarnoj osnovi fiksnoj i mobilnoj radio službi za BWA sisteme, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(07)02 i Preporukama ECC/REC/(04)05 i ERC/REC 14-03, i IMT sisteme. Opseg je na primarnoj osnovi namijenjen još i fiksnoj-satelitskoj (svemir-Zemlja) službi za FSS primjene. Opseg 3400-3500MHz je na sekundarnoj osnovi namijenjen radio-lokacijskoj i amaterskoj radio službi.

Podaci o korišćenju opsega 3400-3600MHz u Republici Kosovo nijesu dostupni. Može se pretpostaviti da bilo koja od nabrojanih primjena ne može imati značajniji uticaj na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

U Tabeli 3.11 je dat pregled namjene i korišćenja opsega 3400-3600MHz u susjednim državama, sa procjenom uticaja trenutnog korišćenja na implementaciju MFCN sistema u Crnoj Gori.

Tabela 3.11. Pregled namjene i korišćenja opsega 3400-3600MHz u susjednim državama

Zemlja	Namjena za MFCN	Trenutna primjena	Obim korišćenja	Raspo-loživo za MFCN od	Uticaj na MFCN u Crnoj Gori
Srbija	DA	slobodno	-	sada	nema
Bosna i Hercegovina	DA	N/A	N/A	N/A	nema
Hrvatska	DA	BWA (WiMAX)	mali, na regionalnoj osnovi	sada, osim opsega koji su dodijeljeni za BWA u dvije županije	nema
Italija	DA	BWA (WiMAX/LTE)	veliki, na regionalnoj osnovi	dodjele važe do 21.05.2023.	nema
Albanija	DA	N/A	N/A	N/A	nema
Kosovo	DA	N/A	N/A	N/A	nema

3.2.5. Namjena i korišćenje radio-frekvencija iz opsega 3600-3800MHz

Republika Srbija

U Republici Srbiji je, saglasno *Planu namene radio-frekvencijskih opsega* iz oktobra 2012. godine, frekvencijski opseg 3600-3800MHz na primarnoj osnovi namijenjen fiksnoj i mobilnoj radio službi za BWA sisteme, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(07)02 i Preporukama ECC/REC/(04)05 i ERC/REC

14-03, i MFCN sisteme, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(11)06. Opseg je na primarnoj osnovi namijenjen još i fiksnoj-satelitskoj (svemir-Zemlja) službi za fiksne satelitske veze. Nezavisno od radio službe, opseg se može koristiti za UWB primjene. U januaru 2014. godine donešen je plan raspodjele radio-frekvencija za BWA i MFCN sisteme u opsezima 3400-3600MHz i 3600-3800MHz, kojim je definisana podjela opsega na kanale i tehnički uslovi za BWA i MFCN sisteme. Planom je predviđena podjela opsega 3600-3800MHz na neuparene kanale širine 5MHz i primjena TDD tipa dupleksa.

Prema *Bazi podataka o korišćenju radio-frekvencijskog spektra*, dostupnoj na Internet stranici RATEL-a, radio-frekvencije iz opsega 3600-3800MHz u Republici Srbiji nijesu dodijeljene za bilo koje primjene.

Bosna i Hercegovina

U Bosni i Hercegovini je, saglasno *Planu namjene i korištenja radiofrekvencijskog spektra za Bosnu i Hercegovinu* iz decembra 2009. godine, frekvencijski opseg 3600-3800MHz na primarnoj osnovi namijenjen fiksnoj i mobilnoj radio službi za BWA sisteme, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(07)02 i Preporukom ECC/REC/(04)05, i fiksnoj-satelitskoj (svemir-Zemlja) službi za FSS primjene. U okviru fiksne službe opseg se može koristiti i za fiksne linkove srednjeg i velikog kapaciteta, u skladu sa Preporukom ERC/REC 12-08. U novembru 2014. godine donešeno je BH Pravilo 74/2014 o korišćenju radio-frekvencijskih opsega 3400-3600MHz i 3600-3800MHz za MFCN, kojim je definisana podjela opsega na kanale i tehnički uslovi za MFCN sisteme. Planom je predviđena podjela opsega 3600-3800MHz na dva neuparena frekvencijska bloka širine 30MHz i četiri neuparena frekvencijska bloka širine 20MHz, sa zaštitnim opsezima širine 10MHz između susjednih blokova, i primjena TDD tipa dupleksa. Pravilom je propisano da su blokovi 3600-3630MHz i 3700-3730MHz namijenjeni državnim organima za korištenje na cijelom području BiH, i da se neće dodjeljivati javnim pozivom.

Podaci o korišćenju opsega 3600-3800MHz u Bosni i Hercegovini nijesu dostupni. Može se pretpostaviti da bilo koja od nabrojanih primjena neće imati značajniji uticaj na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

Republika Hrvatska

U Republici Hrvatskoj je, saglasno *Tablici namjene radiofrekvencijskog spektra*, frekvencijski opseg 3600-3800MHz na primarnoj osnovi namijenjen fiksnoj i mobilnoj, izuzev vazduhoplovne mobilne, radio službi za MFCN sisteme, u skladu sa Odlukama ECC/DEC/(07)02 i ECC/DEC/(11)06 i Preporukom ECC/REC/(04)05, kao i fiksnoj-satelitskoj službi (svemir-Zemlja) za prijemne satelitske terminale. U okviru mobilne službe opseg se može koristiti i za SAP/SAB i ENG/OB aplikacije. Nezavisno od radio službe, opseg se može koristiti za UWB primjene i SRD uređaje za radiodeterminacijske primjene.

Podaci o korišćenju opsega 3600-3800MHz u Republici Hrvatskoj nijesu dostupni. Sa sigurnošću se može konstatovati da se opseg ne koristi za MFCN sisteme. Može se pretpostaviti da bilo koja od ostalih primjena neće imati značajniji uticaj na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

Republika Italija

U Republici Italiji je, shodno nacionalnoj tabeli namjene radio-frekvencija (*Tabella di attribuzione del piano nazionale di ripartizione delle frequenze*), frekvencijski opseg 3600-3800MHz namijenjen na primarnoj osnovi fiksnoj službi za fiksne veze, u skladu sa Preporukom ERC/REC 12-08, mobilnoj, izuzev vazduhoplovne mobilne, službi za MFCN sisteme, u skladu sa Odlukama ECC/DEC/(07)02 i ECC/DEC/(11)06, i fiksnoj-satelitskoj radio službi (svemir-Zemlja) za ESV stanice, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(05)09.

Podaci o korišćenju opsega 3600-3800MHz u Republici Italiji nijesu dostupni. Sa sigurnošću se može konstatovati da se opseg ne koristi za MFCN sisteme. Takođe se može pretpostaviti da bilo koja od ostalih primjena neće imati značajniji uticaj na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

Republika Albanija

U Republici Albaniji je, saglasno nacionalnom planu namjene radio-frekvencija (*Plani kombëtar i frekuencave*) iz marta 2017. godine, frekvencijski opseg 3600-3800MHz na primarnoj osnovi namijenjen fiksnoj i mobilnoj službi za BWA sisteme, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(07)02 i Preporukom ECC/REC/(04)05, odnosno MFCN sisteme, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(11)06 i Preporukom ECC/REC/(15)01, kao i fiksnoj-satelitskoj službi (svemir-Zemlja) za FSS primjene. U okviru fiksne službe opseg može da se koristi i za fiksne veze u skladu sa Preporukom ERC/REC 12-08. Nezavisno od radio službe, opseg se može koristiti za UWB primjene.

Podaci o korišćenju opsega 3600-3800MHz u Republici Albaniji nijesu dostupni. Može se pretpostaviti da se opseg ne koristi za BWA i MFCN sisteme, kao i da bilo koja od ostalih primjena ne može imati značajniji uticaj na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

Republika Kosovo

U Republici Kosovo je, saglasno nacionalnom planu namene radio-frekvencija (*Plani kombëtar i shpërndarjes së spektrit radiofrekuencor*) iz 2011. godine, frekvencijski opseg 3600-3800MHz namijenjen na primarnoj osnovi fiksnoj i mobilnoj radio službi za BWA sisteme, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(07)02 i Preporukom ECC/REC/(04)05. Opseg je na primarnoj osnovi namijenjen još i fiksnoj-satelitskoj (svemir-Zemlja) službi za FSS

primjene. U okviru fiksne službe opseg se može koristiti i za fiksne veze srednjeg i velikog kapaciteta, u skladu sa Preporukom ERC/REC 12-08.

Podaci o korišćenju opsega 3600-3800MHz u Republici Kosovo nijesu dostupni. Može se pretpostaviti da bilo koja od nabrojanih primjena neće imati značajniji uticaj na korišćenje predmetnog opsega za MFCN sisteme u Crnoj Gori.

U Tabeli 3.12 je dat pregled namjene i korišćenja opsega 3600-3800MHz u susjednim državama, sa procjenom uticaja trenutnog korišćenja na implementaciju MFCN sistema u Crnoj Gori.

Tabela 3.12. Pregled namjene i korišćenja opsega 3600-3800MHz u susjednim državama

Zemlja	Namjena za MFCN	Trenutna primjena	Obim korišćenja	Raspo- loživo za MFCN od	Uticaj na MFCN u Crnoj Gori
Srbija	DA	slobodno	-	sada	nema
Bosna i Hercegovina	NE	N/A	N/A	N/A	nema
Hrvatska	DA	N/A	N/A	31.12.2020.	nema
Italija	DA	N/A	N/A	N/A	nema
Albanija	DA	N/A	N/A	N/A	nema
Kosovo	NE	N/A	N/A	N/A	nema

4. ISKUSTVA EVROPSKIH ZEMALJA U VEZI SA KORIŠĆENJEM OPSEGA 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz I 3600-3800MHz ZA IMPLEMENTACIJU MFCN(TRA-ECS) SISTEMA

U ovom poglavlju Studije daje se pregled iskustava evropskih zemalja sa uporedivim stepenom razvoja mobilnih elektronskih komunikacionih mreža u vezi sa korišćenjem radio-frekvencija iz opsega 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema.

4.1. Iskustva u implementaciji MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 694-790MHz

Kao što je navedeno u prethodnoj glavi ove Studije, opseg 694-790MHz, kao dio nekadašnjeg UHF TV opsega 470-862MHz, se u najvećem broju evropskih zemalja još uvijek koristi za zemaljsko emitovanje TV programa. Samo u malom broju zemalja opseg je slobodan od radio-difuznih emisija. Zbog različitog obima DTV instalacija u ovom opsegu, i različitih planova na nacionalnom nivou za njegovo oslobađanje za mobilne komunikacione mreže, Evropska Unija je svojom Odlukom broj (EU) 2017/899 obavezala zemlje članice da najkasnije do 30.06.2020. godine omoguće korišćenje opsega 694-790MHz za mobilne komunikacione mreže. Produženje ovog roka za najviše dvije godine je moguće samo iz opravdanih razloga koji su specificirani u pomenutoj Odluci. Harmonizovani tehnički okvir za MFCN sisteme u opsegu 694-790MHz je na nivou CEPT-a utvrđen početkom 2015. godine. U svim slučajevima do sada, dodjela radio-frekvencija iz opsega 700MHz za MFCN sisteme je podrazumijevala šest uparenih blokova širine 2x5MHz, saglasno Odluci ECC/DEC/(15)01.

Opseg 694-790MHz je do sada dodijeljen za MFCN sisteme samo u Njemačkoj, Francuskoj i Finskoj. U Švedskoj i Velikoj Britaniji je u toku javna rasprava o strategiji oslobađanja opsega i njegove dodjele za MFCN sisteme. U Sloveniji, budući da se opseg ne koristi od strane sistema zemaljske digitalne televizije, nakon javnih konsultacija sprovedenih tokom 2014. godine, planirana aukcija spektra iz ovog opsega je odložena, na zahtjev mobilnih operatora. U nastavku je dato više informacija o procesu oslobađanja opsega 694-790MHz i njegove dodjele za MFCN sisteme u navedenim državama.

Savezna Republika Njemačka

Kao i u slučaju opsega 800MHz, Njemačka je prva zemlja u Evropi koja je dodijelila opseg 700MHz za mobilne komunikacione mreže. U *multiband* aukciji spektra sprovedenoj u junu 2015. godine dodijeljeno je ukupno 270MHz spektra iz novih opsega 700MHz (2x30MHz) i 1500MHz (40MHz), kao i iz opsega 900MHz (2x35MHz) i 1800MHz (2x50MHz), za koje su ranije dodjele isticale u julu 2016. godine. Početna cijena za upareni blok širine

2x5MHz u opsegu 700MHz je bila 75 miliona Eura. Aukcija je sprovedena u SMRA formatu, a tokom 16 aukcijskih dana realizovana je ukupno 181 aukcijska runda. Ostvaren je ukupni prihod od aukcijske naknade u iznosu od oko 5,081 milijardi Eura. Ukupno šest uparenih frekvencijskih blokova širine 2x5MHz iz opsega 700MHz dodijeljeno je na period od 17 godina, sa početkom važenja dodjele od 01.01.2017. godine. Po dva bloka su dobili mobilni operatori *Telefonica Deutschland*, *Telekom Deutschland* i *Vodafone*, za ukupni iznos naknade od nešto više od 1 milijarde Eura. Rezultati dodjele spektra iz opsega 700MHz u Njemačkoj su dati u Tabeli 4.1.

Tabela 4.1. Rezultati aukcije spektra iz opsega 700MHz u Njemačkoj

Frekvencijski blok	Mobilni operator	Iznos naknade [miliona Eura]
703-708/758-763MHz	Telefonica	333,244
708-713/763-768MHz	Deutschland	
713-718/768-773MHz	Telekom	338,216
718-723/773-778MHz	Deutschland	
723-728/778-783MHz	Vodafone	328,985
728-733/783-788MHz		
Ukupni prihod od dodjele opsega 700MHz		1.000,445

Radio-frekvencije iz opsega 700MHz su u Njemačkoj dodijeljene za realizaciju MFCN sistema na nacionalnom nivou. S obzirom da se djelovi dodijeljenog opsega koriste od strane zemaljskih DTV sistema, predviđeno je postepeno oslobađanje opsega za MFCN sisteme na regionalnom principu, sa ciljem da kompletan opseg na nacionalnom nivou bude oslobođen do sredine 2019. godine.

U postupku aukcije spektra iz 2015. godine, mobilni operatori u Njemačkoj su obavezani da u roku od tri godine od dodjele radio-frekvencija obezbijede pokrivenost od najmanje 98% domaćinstava na nacionalnom nivou, odnosno najmanje 97% domaćinstava u svakoj saveznoj pokrajini, kao i potpunu pokrivenost svih glavnih saobraćajnica (nacionalni auto-putevi i pruge brze željeznice). Pokrivenost podrazumijeva omogućavanje brzine prenosa podataka od najmanje 50Mb/s po svakom sektoru, kako bi se u opštem slučaju omogućio protok prema korisniku reda 10Mb/s ili više.

Republika Francuska

U Francuskoj je opseg 694-790MHz dodijeljen u aukcijskom procesu sprovedenom u novembru 2015. godine. Nadmetanje je obavljeno u ukupno 11 rundi organizovanih tokom dva dana. Predmet dodjele je podrazumijevao šest uparenih frekvencijskih blokova širine 2x5MHz iz opsega 700MHz. Početna cijena za jedinični blok je bila 416 miliona Eura, a jedan operator je mogao konkurisati za najviše tri bloka. U aukcijskom procesu cijena za jedinični blok širine 2x5MHz je dosegla iznos od oko 466 miliona Eura, tako da je ukupni prihod od dodjele spektra iz opsega 700MHz iznosio oko 2,798 milijardi Eura. Predviđeno je da iznos naknade za dodjelu radio-frekvencija bude plaćen u četiri jednake godišnje rate. Frekvencijski blokovi iz opsega

700MHz su dodijeljeni na period od 20 godina, sa početkom važenja dodjele od 08.12.2015. godine. Po jedan blok širine 2x5MHz su dobili mobilni operatori SFR i *Bouygues Telecom*, dok su mobilni operatori *Orange* i *Free Mobile* dobili po dva bloka širine 2x5MHz. Rezultati dodjele spektra iz opsega 700MHz u Francuskoj su dati u Tabeli 4.2.

Tabela 4.2. Rezultati aukcije spektra iz opsega 700MHz u Francuskoj

Frekvencijski blok	Mobilni operator	Iznos naknade [miliona Eura]
703-708/758-763MHz	SFR	466,000
708-713/763-768MHz	Orange	933,000
713-718/768-773MHz		
718-723/773-778MHz	Bouygues Telecom	467,000
723-728/778-783MHz	Free Mobile	932,000
728-733/783-788MHz		
Ukupni prihod od dodjele opsega 700MHz		2.798,000

I u Francuskoj su radio-frekvencije iz opsega 700MHz dodijeljene za realizaciju MFCN sistema na nacionalnom nivou. S obzirom da se djelovi dodijeljenog opsega i u ovoj zemlji koriste od strane zemaljskih DTV sistema, predviđeno je, slično kao i u Njemačkoj, postepeno oslobađanje opsega za MFCN sisteme. Planirano je da se implementacija LTE mreža u ovom opsegu postepeno sprovede u periodu od aprila 2016. godine do juna 2019. godine.

Kada se govori o zahtjevima u vezi sa pokrivanjem, u postupku aukcije spektra iz opsega 700MHz u Francuskoj nijesu postavljeni dodatni zahtjevi za pokrivenost stanovništva u odnosu na zahtjeve koji su vezani za ranije dodijeljeni opseg 800MHz. Jedina novina je zahtjev za postepeno pokrivanje glavnih puteva i pružnih pravaca. Tako je jedan od zahtjeva da svi glavni putni pravci budu pokriveni do 2030. godine. Za pružne pravce definisana je dinamika koja podrazumijeva pokrivenost 60% regionalnih pruga do 2022. godine, 80% do 2027. godine i 90% do 2030. godine.

Finska

Za razliku od Njemačke i Francuske, u Finskoj je opseg 694-790MHz oslobođen od sistema zemaljske TV radio-difuzije odmah nakon dodjele radio-frekvencija iz ovog opsega za MFCN sisteme. Dodjela je sprovedena metodom aukcije spektra u SMRA formatu u novembru 2016. godine. Predmet aukcije je podrazumijevao šest uparenih frekvencijskih blokova širine 2x5MHz iz opsega 700MHz. Početna cijena za jedinični blok je bila 11 miliona Eura, a jedan operator je mogao dobiti najviše dva bloka. Ukupni prihod od dodjele spektra iz opsega 700MHz iznosio je 66,33 miliona Eura. Frekvencijski blokovi iz opsega 700MHz su dodijeljeni na period od 17 godina, sa početkom važenja dodjele od 01.02.2017. godine. Po dva bloka širine 2x5MHz su dodijeljena mobilnim operatorima DNA, *Elisa* i *TeliaSonera Finland*. Rezultati dodjele spektra iz opsega 700MHz u Finskoj su dati u Tabeli 4.3.

U Finskoj su radio-frekvencije iz opsega 700MHz dodijeljene za realizaciju MFCN sistema na nacionalnom nivou, izuzev regiona Åland. Svaki operator je obavezan da pokrije najmanje 99% stanovništva Finske u roku od tri godine od početka važenja dodjele.

Tabela 4.3. Rezultati aukcije spektra iz opsega 700MHz u Finskoj

Frekvencijski blok	Mobilni operator	Iznos naknade [miliona Eura]
703-708/758-763MHz	DNA	22,000
708-713/763-768MHz		
713-718/768-773MHz	Elisa	22,000
718-723/773-778MHz		
723-728/778-783MHz	TeliaSonera Finland	22,330
728-733/783-788MHz		
Ukupni prihod od dodjele opsega 700MHz		66,330

Implementacija MFCN sistema u opsegu 700MHz u Finskoj je u značajnoj mjeri ograničena potrebom zaštite DVB-T/T2 sistema u okolnim državama (Švedskoj, Norveškoj, Estoniji i Danskoj), kao i sistema vazduhoplovne radio-navigacione službe u Ruskoj Federaciji.

Kraljevina Švedska

U Švedskoj je aukcija spektra iz opsega 700MHz za mobilne komunikacione mreže, koja je bila planirana za decembar 2016. godine, otkazana iz razloga što je švedska vlada procijenila da potrebe odbrane i civilne zaštite ne mogu biti zadovoljene bez resursa u ovom opsegu i donešena je odluka da se zadrže sistemi digitalne televizije u ovom opsegu do 31. maja 2018. godine. Međutim, švedski regulator PTS je u junu 2017. godine pokrenuo javnu raspravu u vezi sa dodjelom opsega za MFCN sisteme, koja je u toku. Prema odluci švedske vlade iz juna 2017. godine, opseg 703-713/758-768MHz se može dodijeliti za sisteme digitalne televizije do 31.12.2018. godine, dok se preostali dio opsega 700MHz može koristiti za ove primjene do 31.10.2017. godine.

Velika Britanija

U Velikoj Britaniji je regulator *Ofcom* još krajem 2014. godine donio odluku da se opseg 700MHz opredijeli za širokopojasne mobilne mreže. S obzirom na veoma veliki obim DVB-T/T2 instalacija u ovom opsegu *Ofcom* je tokom 2017. godine objavio strategiju oslobađanja opsega za MFCN sisteme, po kojoj će sistemi digitalne televizije postepeno napuštati ovaj opseg u periodu od jula 2017. godine do juna 2020. godine.

Republika Slovenija

Slovenija je jedna od malobrojnih zemalja u Evropi u kojoj, nakon prelaska na digitalo emitovanje TV programa, opseg 694-790MHz nije korišćen od

strane DTV sistema. Budući da je opseg potpuno slobodan na cjelokupnoj teritoriji, slovenački regulator AKOS je još krajem 2014. godine objavio namjeru da sprovede dodjelu spektra iz novih opsega 700MHz, 1500MHz, 2300MHz, 3,5GHz i 3,7GHz, zajedno sa nedodijeljenim djelovima opsega 1800MHz i 2100MHz. U planiranom frekvencijskom aranžmanu za MFCN u opsegu 700MHz predviđena je dodjela šest uparenih blokova širine 2x5MHz, kao i tri neuparena bloka širine 5MHz za SDL (738-753MHz).

Nakon javnih konsultacija, na zahtjev mobilnih operatora, odustalo se od dodjele novih opsega, pa su u septembru 2016. godine u postupku aukcije spektra dodijeljeni samo slobodni resursi u opsezima 1800MHz i 2100MHz. Razlozi za nezainteresovanost mobilnih operatora za dodjelu novih RF resursa su bili finansijske prirode, budući da su samo godinu ranije investirali u akviziciju spektra u opsezima 800MHz i 2,6GHz, odnosno produženje dodjela u opsezima 900MHz, 1800MHz i 2100MHz.

4.2. Iskustva u implementaciji MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 1452-1492MHz

Iako je opseg 1452-1492MHz u ITU Regionu 1 bio namijenjen mobilnoj radio službi na primarnoj osnovi i prije njegove identifikacije za IMT sisteme na konferenciji WRC-15, ovaj opseg je, bez obzira na relativno mali obim korišćenja za postojeće primjene (prije svega fiksne linkove i sisteme zemaljskog i satelitskog digitalnog radija), dodijeljen za MFCN sisteme samo u Njemačkoj, Italiji i Velikoj Britaniji. Osim ovih država, namjera za njegovu dodjelu za MFCN je objavljena i u Hrvatskoj i Sloveniji. Harmonizovani tehnički okvir za MFCN sisteme u opsegu 1452-1492MHz je na nivou CEPT-a utvrđen još krajem 2013. godine. Sve dodjele radio-frekvencija iz ovog opsega za MFCN sisteme su podrazumijevale osam neuparenih frekvencijskih blokova širine 5MHz, saglasno Odluci ECC/DEC/(13)03.

Savezna Republika Njemačka

Radio-frekvencije iz opsega 1452-1492MHz u Njemačkoj su dodijeljene u pomenutoj *multiband* aukciji spektra sprovedenoj u junu 2015. godine. Predmet dodjele je bilo osam neuparenih frekvencijskih blokova širine 5MHz, po početnoj cijeni od 18,75 miliona Eura po bloku. Svih osam blokova je dodijeljeno na period od 17 godina, sa početkom važenja dodjele od 01.01.2017. godine. Po četiri bloka, ukupno po 20MHz spektra, su dobili mobilni operatori *Telekom Deutschland* i *Vodafone*, za ukupni iznos naknade od oko 330 miliona Eura. Rezultati dodjele spektra iz opsega 1500MHz u Njemačkoj su dati u Tabeli 4.4.

Tabela 4.4. Rezultati aukcije spektra iz opsega 1500MHz u Njemačkoj

Frekvencijski blok	Mobilni operator	Iznos naknade [miliona Eura]
1452-1472MHz	<i>Telekom Deutschland</i>	163,897
1472-1492MHz	<i>Vodafone</i>	165,758

Ukupni prihod od dodjele opsega 1500MHz	329,655
---	---------

Radio-frekvencije iz opsega 1500MHz su u Njemačkoj dodijeljene za realizaciju MFCN sistema na nacionalnom nivou, i to za SDL.

Republika Italija

Kao što je već pomenuto u prethodnoj glavi ove Studije, radio-frekvencije iz opsega 1452-1492MHz u Republici Italiji su dodijeljene za MFCN SDL primjene krajem 2015. godine. Predmet dodjele u postupku aukcije je bilo osam neuparenih frekvencijskih blokova širine 5MHz, za korišćenje na nacionalnom nivou. Svih osam blokova je dodijeljeno na period od 15 godina. Po četiri bloka, ukupno po 20MHz spektra, su dobili mobilni operatori *Telekom Italia* i *Vodafone Omnitel*, za ukupni iznos naknade od oko 462,3 miliona Eura. Rezultati dodjele spektra iz opsega 1500MHz u Italiji su dati u Tabeli 4.5.

Tabela 4.5. Rezultati aukcije spektra iz opsega 1500MHz u Italiji

Frekvencijski blok	Mobilni operator	Iznos naknade [miliona Eura]
1452-1472MHz	<i>Telecom Italia</i>	230,3
1472-1492MHz	<i>Vodafone Omnitel</i>	232,0
Ukupni prihod od dodjele opsega 1500MHz		462,3

Velika Britanija

U Velikoj Britaniji su radio-frekvencije iz opsega 1452-1492MHz dodijeljene još 2008. godine kompaniji *Qualcomm* za realizaciju bežične mreže na nacionalnom nivou. Dodjela je obuhvatala ne-ekskluzivno pravo korišćenja radio-frekvencija na formalno neograničeni vremenski period. Odgovarajuća licenca je mogla biti izmijenjena ili oduzeta od strane regulatora *Ofcom*-a u propisanim situacijama, koje uključuju nepoštovanje uslova iz licence ili promjenu namjene opsega. Budući da bežična mreža za koju je dobijena licenca u ovom opsegu nije zaživjela, *Qualcomm* je 2016. godine prodao prava korišćenja radio-frekvencija mobilnim operatorima *Vodafone* i *Hutchison 3G UK*, nakon što je *Ofcom* dozvolio korišćenje opsega za MFCN SDL, s obzirom da je opseg u međuvremenu identifikovan za IMT. *Vodafone* raspolaže donjom polovinom opsega (1452-1472MHz), dok *Hutchison 3G UK* koristi gornju polovinu opsega (1472-1492MHz).

Republika Slovenija

Slovenački regulator AKOS je još krajem 2014. godine objavio namjeru da sprovede *multiband* aukciju spektra iz više novoopredijeljenih opsega za MFCN sisteme, uključujući i iz opsega 1452-1492MHz. Utvrđenim frekvencijskim aranžmanom za ovaj opseg planirana je dodjela osam neuparenih frekvencijskih blokova širine 5MHz za MFCN SDL primjene,

saglasno odgovarajućoj ECC odluci. Aukcija je, na zahtjev mobilnih operatora, odložena iz razloga koji su opisani u slučaju opsega 700MHz.

Republika Hrvatska

U Republici Hrvatskoj je opseg 1452-1492MHz zvanično opredijeljen za MFCN sisteme. U decembru 2015. godine donešen je *Plan dodjele za frekvencijski pojas 1452-1492MHz*, kojim je utvrđena podjela opsega na kanale i tehnički uslovi za MFCN (UMTS i LTE) sisteme. Frekvencijski aranžman se zasniva na podjeli opsega na osam neuparenih blokova širine 5MHz, saglasno odgovarajućoj ECC odluci.

4.3. Iskustva u implementaciji MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 2300-2400MHz

Opseg 2300-2400MHz (poznat još i kao LTE opseg 40) se za IMT sisteme, uključujući LTE TDD, koristi uglavnom u neevropskim državama: Tanzanija, Zambija, Obala Slonovače, Nigerija, Gana, Gambija i Južnoafrička Republika u Africi, Kina, Hong Kong, Indija, Indonezija, Malezija u Aziji, Peru u Latinskoj Americi, Irak, Oman i Saudijska Arabija na Srednjem Istoku, kao i u Kanadi, SAD, Australiji i Novom Zelandu. Od evropskih zemalja, opseg 2300-2400MHz je dodijeljen za MFCN/TRA-ECS/IMT sisteme u jednom broju istočnoevropskih država, a detaljno će biti opisana situacija u Estoniji, Letoniji, Litvaniji i Ruskoj Federaciji. Dodjela opsega za MFCN sisteme se trenutno razmatra u Sloveniji i Velikoj Britaniji. Opseg 2300-2400MHz je na globalnom nivou identifikovan za IMT na konferenciji WRC-07, a harmonizovani tehnički okvir je na nivou CEPT-a utvrđen polovinom 2014. godine. Sve dosadašnje dodjele u ovom opsegu za MFCN sisteme u evropskim državama podrazumijevale su neuparene blokove na bazi jediničnih blokova širine 5MHz, s tim što je količina raspoloživog spektra varirala od 40-100MHz, zavisno od stepena korišćenja opsega od strane postojećih sistema.

Estonija

U Estoniji su dva neuparena boka širine 30MHz iz opsega 2300-2400MHz dodijeljena još 2006. godine alternativnim internet operatorima za realizaciju bežičnih pristupnih sistema. Od 2016. godine blok 2300-2330MHz koristi mobilni operator *Tele 2 Eesti* za MFCN sisteme. Dodjela važi do 2030. godine. Krajem 2014. godine potpisan je tehnički sporazum o koordinaciji radio-frekvencija iz opsega 2300-2390MHz za MFCN TDD sisteme između nadležnih administracija Estonije i Letonije.

Letonija

U Letoniji su krajem 2012. godine dodijeljena dva neuparena frekvencijska bloka širine 30MHz mobilnim operatorima *Latvijas Mobilais Telefons* (2300-

2330MHz) i *Bite Latvija* (2330-2360MHz). Frekvencije su dodijeljene na period od 15 godina. Postupak dodjele je sproveden metodom aukcije spektra u SMRA formatu. Predmet dodjele su bila dva bloka širine 30MHz za realizaciju MFCN TDD sistema na nacionalnom nivou i jedan blok širine 10MHz (2360-2370MHz) za korišćenje na regionalnom nivou. Početna cijana za blok širine 30MHz je bila 142.300 Eura. Tokom 2014. godine nadležna administracija Letonije je potpisala tehničke sporazume o koordinaciji radio-frekvencija iz opsega 2300-2390MHz za MFCN TDD sisteme sa nadležnim administracijama Estonije i Litvanije, kao i sa nadležnom administracijom Ruske Federacije o koordinaciji radio-frekvencija iz opsega 2300-2400MHz za stanice kopnene mobilne i fiksne službe.

Litvanija

Radio-frekvencije iz opsega 2300-2400MHz, preciznije neupareni frekvencijaki blok 2310-2390MHz je u Litvaniji dodijeljen sredinom 2014. godine državnoj kompaniji *Lietuvos radijo ir televizijos centras*. Radio-frekvencije su dodijeljene na period od 15 godina za realizaciju TRA-ECS sistema na bazi LTE TDD tehnologije. Prema raspoloživim podacima LTE TDD mreža ovog operatora u opsegu 2,3GHz je komercijalno operativna. Krajem 2014. godine potpisan je tehnički sporazuma o koordinaciji radio-frekvencija iz opsega 2300-2390MHz za MFCN TDD sisteme između nadležnih administracija Litvanije i Estonije.

Ruska Federacija

U Ruskoj Federaciji su 2013. godine dodijeljene radio-frekvencije za komercijalne LTE mreže, među kojima i radio-frekvencije iz opsega 2300-2400MHz za LTE TDD sisteme. Mobilnom operatoru *Vainahatelecom* su na regionalnom principu dodijeljeni neupareni frekvencijski blokovi 2300-2340MHz i 2370-2400MHz, dok su operatoru *T2 Mobile* dodijeljeni resursi širine 70-100MHz, zavisno od regiona. Dodjele su produžene 2016. godine i trenutno važe do kraja 2019. godine. LTE TDD mreže u ovom opsegu su komercijalno operativne.

Republika Slovenija

Kako je već napomenuto, slovenački regulator AKOS je još krajem 2014. godine objavio namjeru da sprovede *multiband* aukciju spektra koja obuhvata i opseg 2300-2400MHz. U planiranom frekvencijskom aranžmanu za opseg 2300-2400MHz predviđena je dodjela osam neuparenih blokova širine 5MHz za TDD primjene iz pod-opsega 2350-2390MHz, dok se namjena ostalog dijela ovog opsega i dalje razmatra. Aukcija je, na zahtjev mobilnih operatora, odložena iz razloga koji su opisani u slučaju opsega 700MHz.

Velika Britanija

U Velikoj Britaniji su u toku pripreme za dodjelu radio-frekvencija iz opsega 2,3GHz i 3,4GHz. Prema planovima objavljenim na Internet stranici regulatora *Ofcom*-a, predmet dodjele u opsegu 2300-2400MHz će biti 40MHz spektra (2350-2390MHz), koji je podijeljen u četiri neuparena frekvencijska bloka širine 10MHz. Postupak dodjele će biti sproveden metodom aukcije spektra u SMRA formatu. Odgovarajuće licence će u opštem slučaju biti dodijeljene na neograničeni period, sa inicijalnim važenjem od 20 godina, na ne-ekskluzivnoj osnovi. Dodjela će obuhvatiti Veliku Britaniju (Englesku, Škotsku i Vels), ali ne i Sjevernu Irsku. Zahtjevi u pogledu pokrivanja nijesu predviđeni, kao ni "*use-it-or-lose-it*" obaveza. Određena je početna cijena za blok širine 10MHz u iznosu od 10 miliona funti.

4.4. Iskustva u implementaciji MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 3400-3600MHz

Opseg 3400-3600MHz je na globalnom nivou harmonizovan za IMT sisteme na konferenciji WRC-07. U prethodnom periodu opseg se u Evropi intenzivno koristio za širokopojasne bežične pristupne sisteme (BWA), uglavnom zasnovane na WiMAX tehnologiji. U međuvremenu je na nivou zemalja članica CEPT-a ovaj opseg, zajedno sa opsegom 3600-3800MHz, harmonizovan za MFCN sisteme. U velikom broju zemalja dodjele sprovedene prije 2010. godine su još uvijek na snazi, s tim da je manji broj mreža migriran na LTE tehnologiju. U posljednjih nekoliko godina opseg je za MFCN sisteme dodijeljen u Grčkoj, Rumuniji, Mađarskoj, Slovačkoj, Španiji i Republici Irskoj. U pripremi je dodjela predmetnog opsega u Velikoj Britaniji, dok su u Sloveniji objavljeni planovi za dodjelu ovog opsega. Na *multiband* aukciji spektra u Moldaviji 2015. godine nije bilo interesovanja za dodjelu radio-frekvencija iz ovog opsega. Iako je Odlukom ECC/DEC/(11)06 kao preferirani kanalni aranžman definisan onaj koji se zasniva na podjeli opsega na neuparene frekvencijske blokove širine 5MHz, u dosadašnjim evropskim aukcijama spektra iz opsega 3400-3600MHz uglavnom su vršene dodjele uparenih frekvencijskih blokova. Izuzetak su Republika Irska i Moldavija. Količina resursa koja je bila predmet dodjele se razlikuje od zemlje do zemlje, u zavisnosti od važećih dodjela za BWA sisteme u ovom opsegu.

Grčka

Aukcija spektra iz opsega 3,4-3,8GHz u Grčkoj je sprovedena u prvoj polovini 2014. godine. Radio frekvencije iz opsega 3400-3600MHz su dodijeljene mobilnom operatoru OTE, kao jedinom zainteresovanom učesniku na aukciji, za realizaciju MFCN sistema na nacionalnom nivou. Frekvencije iz opsega 3600-3800MHz su ostale nedodijeljene. Za dodjelu uparenog frekvencijskog bloka širine 2x30MHz (3440-3470/3540-3570MHz) na period od 15 godina, OTE je platio aukcijsku nakadu u iznosu od 2.542.000 Eura. Dodjela je obuhvatila i zahtjev za pokrivanje najmanje 20% stanovništva u roku od dvije godine, uz razvoj mreže u najmanje dva

administrativna regiona. Prema raspoloživim podacima OTE još uvijek ne koristi opseg 3400-3600MHz za LTE.

Rumunija

Aukcija spektra iz opsega 3,4-3,8GHz za mobilne širokopojasne sisteme u Rumuniji sprovedena je krajem 2015. godine. Predmet dodjele je bilo 16 uparenih frekvencijskih blokova širine 2x5MHz iz opsega 3410-3600MHz i 36 neuparenih frekvencijskih blokova širine 5MHz iz opsega 3600-3800MHz. Na aukciji spektra je dodijeljeno 11 uparenih i 29 neuparenih frekvencijskih blokova (ukupno 255MHz spektra) za ukupnu naknadu od 10.124.101 Eura. Dodjele podrazumijevaju pravo korišćenja radio-frekvencija na nacionalnom nivou na period od 10 godina, počevši od 01.01.2016. godine.

Rezultati aukcije spektra iz opsega 3410-3600MHz i 3600-3800MHz u Rumuniji su dati u Tabeli 4.6.

Tabela 4.6. Rezultati aukcije spektra iz opsega 3410-3600MHz i 3600-3800MHz u Rumuniji

Operator	Širina dodijeljenih blokova		Iznos naknade [Eura]
	3410-3600MHz	3600-3800MHz	
2K Telecom	2x10MHz	-	740.100
Orange Romania	2x25MHz	45MHz	3.924.000
RCS&RDS	-	50MHz	1.880.000
The National Radiocommunications Company	-	50MHz	1.850.001
Vodafone Romania	2x20MHz		1.730.000
Ukupni prihod od dodjele opsega 3,4-3,8GHz			10.124.101

Mađarska

U Mađarskoj je u junu 2016. godine okončana aukcija spektra iz opsega 3,4-3,8GHz za realizaciju MFCN sistema. Predmet dodjele je podrazumijevao ukupno 16 uparenih frekvencijskih blokova širine 2x5MHz iz opsega 3400-3600MHz i 40 neuparenih frekvencijskih blokova širine 5MHz iz opsega 3600-3800MHz, sa periodom važenja odobrenja od 18 godina. Početna cijena uparenih blokova je bila oko 345.000 Eura, a neuparenih blokova oko 172.300 Eura. U postupku aukcije je dodijeljeno šest uparenih blokova i četiri neuparena frekvencijska bloka (ukupno 80 MHz spektra), a ukupni postignuti iznos aukcijske naknade je bio oko 2,86 miliona Eura. U opsegu 3400-3600MHz, mobilni operator *Vodafone Hungary* je dobio upareni frekvencijski blok širine 2x30MHz (3410-3440/3510-3540MHz). Prema raspoloživim podacima *Vodafone Hungary* još uvijek ne koristi opseg 3400-3600MHz za LTE.

Slovačka

Aukcija spektra iz opsega 3400-3600MHz za realizaciju MFCN sistema na tehnološki neutralnoj osnovi na nacionalnom nivou u Slovačkoj sprovedena je u dva navrata, u julu 2015. godine i u avgustu 2016. godine. U prvoj aukciji predmet dodjele su bila dva uparena frekvencijska bloka širine 2x20MHz po početnoj cijeni od 500.000 Eura po bloku i jedan neupareni frekvencijski blok širine 20MHz po početnoj cijeni od 200.000 Eura, sa periodom važenja dodjele od 10 godina. U postupku aukcije su dodijeljeni svi frekvencijski blokovi (ukupno 100MHz spektra), a ukupni postignuti iznos aukcijske naknade je bio 2.434.000 Eura. Upareni blokovi su dodijeljeni operatoru *O2 Slovakia*, a neupareni blok operatoru SWAN.

U drugoj aukciji predmet javnog nadmetanja je bio jedan upareni frekvencijski blok širine 2x5MHz po početnoj cijeni od 112.500 Eura i četiri neuparena frekvencijska bloka širine 5MHz po početnoj cijeni od 45.000 Eura po bloku, sa periodom važenja dodjele od 9 godina. U postupku aukcije su dodijeljeni svi frekvencijski blokovi (ukupno 30MHz spektra), a ukupni postignuti iznos aukcijske naknade je bio 589.393 Eura. Svi blokovi su dodijeljeni operatoru *O2 Slovakia*.

Treba imati u vidu da su blokovi širine 2x15MHz i 2x20MHz operatoru *Slovanet* dodijeljeni 2012. godine, i kao takvi nijesu bili predmet dodjele na aukcijama 2015. godine i 2016.godine. Rezultati dodjele spektra iz opsega 3400-3600MHz u Slovačkoj su dati u Tabeli 4.7.

Tabela 4.7. Rezultati dodjele radio-frekvencija iz opsega 3400-3600MHz u Slovačkoj

Operator	Širina dodijeljenih Blokova	Granice dodijeljenih blokova
<i>O2 Slovakia</i>	10MHz 2x45MHz 10MHz	3400-3410MHz 3425-3470/3525-3570MHz 3590-3600MHz
<i>Slovanet*</i>	2x15MHz 2x20MHz	3410-3425/3510-3525MHz 3470-3490/3570-3590MHz
SWAN	20MHz	3490-3510MHz

* Dodijeljeno 2012. godine.

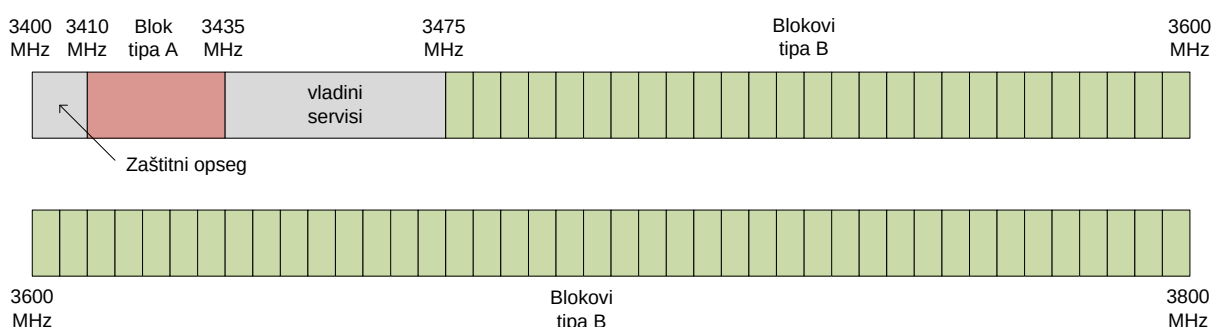
Španija

U Španiji je u postupku aukcije spektra, koja je okončana u martu 2016. godine, dodijeljen frekvencijski blok širine 2x20MHz iz opsega 3400-3600MHz za realizaciju TRA-ECS sistema na tehnološki neutralnoj osnovi. Dodjela je na nacionalnom nivou sa periodom važenja od 15 godina. Mobilni operator *Orange Espagne* je za naknadu od oko 20 miliona Eura dobio blok 3460-3480/3560-3580MHz.

Republika Irska

Najskorija dodjela radio-frekvencija iz opsega 3400-3600MHz i 3600-3800MHz za MFCN sisteme u Evropi sprovedena je u Republici Irskoj, tokom

maja 2017. godine. Postojeće RF dodjele u ovom opsegu za BWA sisteme su važile do 31.07.2017. godine. Predmet dodjele je podrazumijevao ukupno 350MHz spektra, od čega 150MHz iz opsega 3400-3600MHz i 200MHz iz opsega 3600-3800MHz. U opsegu 3400-3600MHz ponuđen je neupareni frekvencijski blok širine 25MHz (3410-3435MHz) (blok tipa A) i ukupno 25 neuparenih frekvencijskih blokova širine 5MHz (3475-3600MHz) (blokovi tipa B). U opsegu 3600-3800MHz ponuđeno je ukupno 40 neuparenih frekvencijskih blokova širine 5MHz (blokovi tipa B). Frekvencijski blok 3435-3475MHz je opredijeljen za vladine servise i nije bio predmet dodjele. Na Slici 4.1 prikazan je frekvencijski aranžman u opsezima 3400-3600MHz i 3600-3800MHz u Republici Irskoj.



Slika 4.1. Frekvencijski aranžman u opsezima 3400-3600MHz i 3600-3800MHz u Republici Irskoj

Radio-frekvencijski blokovi su dodijeljeni na regionalnom principu, za četiri ruralne regije (*Border, Midlands & West, South-West, East i South-East*) i pet urbanih/suburbanih regija (*Dublin city and suburbs, Cork city and suburbs, Limerick city and suburbs, Galway city and suburbs i Waterford city and suburbs*). Period važenja dodjele je 15 godina, počevši od 01.08.2017. godine. Početna cijena za blok tipa A je za sve regije ukupno (nacionalni nivo) bila 544.000 Eura, a za blokove tipa B 108.800 Eura po bloku. Količina spektra koju je mogao dobiti jedan učesnik na aukciji spektra je bila ograničena na 150MHz u svakoj od regija. Zahtjevi u pogledu razvoja mreže su bili definisani posebno za operatore kojima je dodijeljeno do 100MHz spektra, a posebno za operatore kojima je dodijeljeno preko 100MHz spektra u bilo kojoj regiji, kroz obavezu implementacije određenog broja radio baznih stanica po regijama (najmanje ukupno 78 radio baznih stanica u svim regijama za operatore koji budu raspolagali sa do 100MHz spektra, odnosno najmanje ukupno 131 radio baznih stanica u svim regijama za operatore koji budu raspolagali sa preko 100MHz spektra) u roku od tri godine.

Nadmetanje za dodjelu radio-frekvencija je sprovedeno metodom aukcije spektra u CCA formatu.

U postupku aukcije spektra radio-frekvencije su dodijeljene sljedećim operatorima:

- **Imagine Communications Ireland Ltd (Imagine)**, postojeći najveći bežični ISP u Republici Irskoj, koji je dobio pravo korišćenja 60MHz spektra u svakoj od četiri ruralne regije (za iznos jednokratne naknade od 8.128.800 Eura);
- **Airspan Spectrum Holdings Ltd (Airspan)**, novi operator u Republici Irskoj i Velikoj Britaniji uopšte, globalni proizvođač 4G širokopojasnih bežičnih sistema i rješenja, koji je dobio pravo korišćenja 25MHz spektra u svakoj od četiri ruralne regije i 60MHz spektra u svakoj od pet urbanih/suburbanih regija (za iznos jednokratne naknade od 7.556.700 Eura);
- **Vodafone Ireland Ltd (Vodafone)**, mobilni operator u Republici Irskoj, koji je dobio pravo korišćenja 85MHz spektra u svakoj od četiri ruralne regije i 105MHz spektra u svakoj od pet urbanih/suburbanih regija (za iznos jednokratne naknade od 17.968.712 Eura);
- **Three Ireland Hutchison Ltd (Three)**, mobilni operator u Republici Irskoj, koji je dobio pravo korišćenja 100MHz spektra u svim regijama-na nacionalnom nivou (za iznos jednokratne naknade od 15.313.700 Eura);
- **Meteor Mobile Communications Ltd (Meteor)**, mobilni operator u Republici Irskoj, koji je dobio pravo korišćenja 80MHz spektra u svakoj od četiri ruralne regije i 85MHz spektra u svakoj od pet urbanih/suburbanih regija (za iznos jednokratne naknade od 11.498.400 Eura).

Ukupni prihod po osnovu jednokratne aukcijske naknade je iznosio 60.466.312 Eura. U Republici Irskoj se osim jednokratne naknade za dodjelu radio-frekvencija plaća i godišnja naknada za korišćenje spektra tokom trajanja licence. Ako se uzme u obzir i ova naknada, ukupan prihod od dodjele radio-frekvencija opsega 3,4-3,8GHz iznosi 78.173.512 Eura. Rezultati dodjele radio-frekvencija iz opsega 3,4-3,8GHz u Republici Irskoj su dati u Tabeli 4.8.

Tabela 4.8. Rezultati dodjele radio-frekvencija iz opsega 3400-3800MHz u Republici Irskoj

Operator	Tip regije	Širina dodijeljenih blokova	Granice dodijeljenih blokova
Airspan	Ruralne regije	25MHz	3410-3435MHz
	Urbane regije	60MHz	3410-3435MHz 3580-3615MHz
Vodafone	Ruralne regije	85MHz	3475-3560MHz
	Urbane regije	105MHz	3475-3580MHz
Imagine	Ruralne regije	60MHz	3560-3620MHz
Meteor	Ruralne regije	80MHz	3620-3700MHz
	Urbane regije	85MHz	3615-3700MHz
Three	Sve regije	100MHz	3700-3800MHz

Velika Britanija

U Velikoj Britaniji su u toku pripreme za dodjelu radio-frekvencija iz opsega 2,3GHz i 3,4GHz. Prema planovima objavljenim na Internet stranici regulatora *Ofcom*-a, predmet dodjele u opsegu 3400-3600MHz će biti 150MHz spektra (3410-3480MHz i 3500-3580MHz), koji je podijeljen u 30 neuparenih frekvencijskih blokova širine 5MHz. Postupak dodjele će biti sproveden metodom aukcije spektra u SMRA formatu. Odgovarajuće licence će u opštem slučaju biti dodijeljene na neograničen period, sa inicijalnim važenjem od 20 godina, na ne-ekskluzivnoj osnovi. Dodjela će obuhvatiti Veliku Britaniju (Englesku, Škotsku i Vels), ali ne i Sjevernu Irsku. Zahtjevi u pogledu pokrivanja nijesu predviđeni, kao ni "use-it-or-lose-it" obaveza. Određena je početna cijena za blok širine 5MHz u iznosu od 1 milion funti.

Preostali dio opsega (3480-3500/3580-3600MHz) dodijeljen je alternativnom operatoru UK *Broadband*, koga je od sredine 2017. godine preuzeo mobilni operator *Hutchison* 3G UK.

Moldavija

Multiband aukcija spektra u Moldaviji je obuhvatila osam neuparenih frekvencijskih blokova širine 50MHz iz opsega 3400-3600MHz, sa periodom važenja odobrenja od 15 godina. Početna cijena je iznosila 1 milion Eura po bloku. Aukcija je okončana u novembru 2015. godine i nije bilo ponuda za blokove iz ovog opsega. Kao jedan od razloga nezainteresovanosti operatora za blokove iz ovog opsega navodi se, između ostalih i relativno visoka početna cijena.

Republika Slovenija

Kako je već napomenuto, slovenački regulator AKOS je još krajem 2014. godine objavio namjeru da sprovede *multiband* aukciju spektra koja obuhvata i opseg 3400-3600MHz. U planiranom frekvencijskom aranžmanu za opseg 3400-3600MHz predviđena je dodjela 140MHz spektra (na bazi neuparenih kanala širine 5MHz) iz pod-opsega 3430-3500/3530-3600MHz za buduće 5G primjene. Aukcija je, na zahtjev mobilnih operatora, odložena iz razloga koji su opisani u slučaju opsega 700MHz. Frekvencijski blok 3410-3430/3510-3530MHz je dodijeljen na regionalnoj osnovi kompanijama *Obalni tehnološki sklad*, *Elektro Gorenjska*, *KaTe Nova Gorica* i *Iskra Sistemi*, za korišćenje na tehnološki neutralnoj osnovi do 2021. godine.

4.5. Iskustva u implementaciji MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 3600-3800MHz

Opseg 3600-3800MHz je na globalnom nivou harmonizovan za IMT sisteme na konferenciji WRC-15, mada su neke države namijenile opseg mobilnoj službi nakon konferencije WRC-07. Ovaj opseg je, zajedno sa opsegom 3400-3600MHz, na nivou zemalja članica CEPT-a harmonizovan za MFCN sisteme 2014. godine. U prethodnom periodu opseg je u jednom broju evropskih zemalja dodijeljen za širokopojasne bežične pristupne (BWA) sisteme (Belgija, Estonija, Republika Irska, Letonija, Litvanija, Norveška,

Poljska, Portugal, Švedska, Velika Britanija), uglavnom zasnovane na WiMAX tehnologiji. S obzirom da je opseg dio satelitskog opsega 3600-4200MHz (C-band), u nekim zemljama opseg je dodijeljen satelitskim operatorima (Kipar, Danska). U posljednjih nekoliko godina opseg je za MFCN sisteme dodijeljen u Rumuniji, Mađarskoj, Slovačkoj i Republici Irskoj, dok je nadležna administracija u Sloveniji objavila planove za skoru dodjelu radio-frekvencija iz ovog opsega, zajedno sa drugim opsezima. Dosadašnje dodjele se uglavnom zasnivaju na neuparenim frekvencijskim blokovima širine 5MHz, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(11)06.

Rumunija

Aukcija spektra u Rumuniji iz 2015. godine, koja je obuhvatila i opseg 3600-3800MHz je detaljno opisana u prethodnom poglavlju ove Studije. Predmet dodjele je bilo 36 neuparenih frekvencijskih blokova širine 5MHz iz opsega 3600-3800MHz, od kojih je dodijeljeno 29 blokova. Ukupni prihod od dodjele pomenutih blokova i 11 uparenih blokova širine 2x5MHz iz opsega 3400-3600MHz je bio nešto preko 10 miliona Eura. Dodjele podrazumijevaju pravo korišćenja radio-frekvencija na nacionalnom nivou na period od 10 godina, počevši od 01.01.2016. godine.

Mađarska

Mađarska aukcija spektra iz opsega 3,4-3,8GHz za TRA-ECS sisteme iz 2016. godine je opisana u prethodnom poglavlju ove Studije. Osim uparenih frekvencijskih blokova iz opsega 3400-3600 MHz, predmet dodjele je podrazumijevao i 40 neuparenih frekvencijskih blokova širine 5MHz iz opsega 3600-3800 MHz na nacionalnom nivou. Period važenja dodjele je 18 godina. Početna cijena neuparenih frekvencijskih blokova iz opsega 3600-3800MHz je bila oko 172.300 Eura. U postupku aukcije su dodijeljena četiri neuparena frekvencijska bloka iz ovog opsega. Ukupni postignuti iznos aukcijske naknade za dodjelu ovih blokova, zajedno sa šest uparenih blokova iz opsega 3400-3600MHz je bio oko 2,86 miliona Eura. U opsegu 3600-3800MHz, neupareni frekvencijski blok širine 20MHz (3780-3800MHz) je dodijeljen operatoru DIGI *Távközlési és Szolgáltató*.

Slovačka

Radio-frekvencije iz opsega 3600-3800MHz za fiksne/mobilne širokopojasne sisteme u Slovačkoj su dodijeljene u nekoliko koraka. Prvo su u postupku aukcije spektra sprovedenoj početkom 2015. godine dodijeljena tri neuparena frekvencijska bloka širine 40MHz (ukupno 120MHz spektra) za korišćenje na nacionalnom nivou. Period važenja dodjele je bio oko 20 godina, preciznije do 31.12.2024. godine. Svaki operator kome je dodijeljen spektar na pomenutoj aukciji bio je u obavezi da počne sa korišćenjem dodijeljenog spektra u roku od šest mjeseci od dana dodjele odgovarajućih licenci. Takođe, svaki operator je bio obavezan da u roku od 24 mjeseca implementira najmanje po jednu radio baznu stanicu u svakom distriktu, koja omogućava pružanje usluge prenosa podataka brzinom od najmanje

5Mb/s od dana implementacije, najmanje 15Mb/s od 01.07.2018. godine i najmanje 30Mb/s od 01.07.2020. godine. Osim navedenog, svaki korisnik radio-frekvencija je obavezan da u roku od 36 mjeseci ispuni gornje zahtjeve u najmanje tri opštine sa manje od 3000 stanovnika u svakom distriktu.

Na pomenutoj aukciji spektra kompanija SWAN je dobila frekvencijski blok 3640-3680MHz za jednokratnu naknadu u iznosu od 400.000 Eura, kompanija *Benestra* frekvencijski blok 3680-3720MHz za jednokratnu naknadu u iznosu od 390.013 Eura, dok je mobilni operator *O2 Slovakia* dobio frekvencijski blok 3720-3760MHz za jednokratnu naknadu u iznosu od 380.001 Eura.

Preostala dva neuprena frekvencijska bloka širine 40MHz iz opsega 3600-3800MHz (3600-3640MHz i 3760-3800MHz) u Slovačkoj su dodijeljena na regionalnom principu u nekoliko odvojenih postupaka aukcije spektra tokom 2016. i 2017. godine. Sve dodjele važe do 31.12.2024. godine. Početna cijena za dodjelu radio-frekvencija po regionima je utvrđena skaliranjem početne cijene za nacionalni nivo u odnosu na broj stanovnika regiona i period važenja dodjele. Svaki nosilac licence za odgovarajući region je obavezan da u roku od 12 mjeseci instalira najmanje jednu radio baznu stanicu u najmanje jednoj opštini u regionu sa manje od 3000 stanovnika, odnosno u roku od 36 mjeseci u najmanje tri opštine u regionu sa manje od 3000 stanovnika.

Frekvencijski blok 3600-3640MHz je dodijeljen kompaniji *Amtel Slovensko* u svim regionima, osim regiona Namestovo, Sabinov i Levoča u kojima su frekvencije dodijeljene lokalnim alternativnim ISP operatprima. Slično je frekvencijski blok 3760-3800MHz dodijeljen kompaniji *Slovanet* u svim regionima, osim regiona Kucike Nove Mesto, Namestovo, Bytča, Skalica, Poltar, Pezinok, Tvrdošin i Gelnica u kojima su frekvencije dodijeljene takođe lokalnim alternativnim ISP operatprima.

Republika Irska

Aukcija spektra u Republici Irskoj iz maja 2017. godine, koja je obuhvatila i 40 neuparenih frekvencijskih blokova širine 5MHz iz opsega 3600-3800MHz, je detaljno opisana u prethodnom poglavlju ove Studije.

Republika Slovenija

Slovenački regulator AKOS je krajem 2014. godine objavio namjeru da sprovede *multiband* aukciju spektra koja obuhvata i opseg 3600-3800MHz. U planiranom frekvencijskom aranžmanu za ovaj opseg predviđena je dodjela 200MHz spektra (40 neuparenih kanala širine 5MHz) za buduće 5G primjene. Aukcija je, na zahtjev mobilnih operatora, odložena iz razloga koji su opisani u slučaju opsega 700MHz.

5. ANALIZA REGULATORNOG OKVIRA ZA IMPLEMENTACIJU MFCN (TRA-ECS) SISTEMA U OPSEZIMA 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz I 3600-3800MHz NA NACIONALNOM I CEPT/ECC NIVOU

U ovom poglavlju Studije daje se prikaz regulatornog i tehničkog okvira za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsezima 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz, na nacionalnom i CEPT/ECC nivou.

5.1. Analiza regulatornog i tehničkog okvira za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u Crnoj Gori

Zakonom o elektronskim komunikacijama iz 2013. godine, kao ključnim normativnim aktom u sektoru elektronskih komunikacija, propisane su nadležnosti Vlade Crne Gore, ministarstva nadležnog za poslove elektronskih komunikacija i upravljanja radio-frekvencijskim spektrom i Agencije za elektronske komunikacije i poštansku djelatnost, kao nacionalnog regulatornog tijela, u oblasti upravljanja radio-frekvencijskim spektrom.

Zakonom je propisano da se djelatnost u oblasti elektronskih komunikacija i upravljanje i korišćenje ograničenih resursa (radio-frekvencijski spektar i brojevi i adrese), između ostalih, zasnivaju i na sljedećim načelima:

- objektivnosti, transparentnosti, nediskriminatornosti i proporcionalnosti,
- obezbjeđivanju uslova za ravnomjeran razvoj tržišta elektronskih komunikacija na teritoriji Crne Gore,
- obezbjeđivanju predvidivosti poslovnog ambijenta i ravnopravnih uslova za poslovanje operatora,
- usklađivanju obavljanja djelatnosti elektronskih komunikacija sa crnogorskim i međunarodnim standardima
- zaštite i podsticanja konkurentnosti na tržištu elektronskih komunikacija, radi ostvarivanja pogodnosti za korisnike,
- podsticanju efikasnog upravljanja i korišćenja ograničenih resursa,
- podsticanju investicija i inovacija, kao i razvoja nove unaprijeđene infrastrukture.

Radio-frekvencijskim spektrom, kao ograničenim resursom upravlja Agencija, u skladu sa Zakonom i međunarodnim sporazumima (Konvencijom i propisima o radiokomunikacijama Međunarodne unije za telekomunikacije), pri čemu upravljanje radio-frekvencijskim spektrom obuhvata planiranje, dodjelu, koordinaciju, kontrolu i monitoring radio-frekvencijskog spektra. U poglavlju VIII Zakona detaljno su propisane procedure vezane za upravljanje, dodjelu i korišćenje radio-frekvencija.

Osim Zakona o elektronskim komunikacijama, regulatorni i tehnički okvir za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u razmatranim opsezima na nacionalnom nivou čini još i Plan namjene radio-frekvencijskog spektra.

Planom rada Agencije za 2017. godinu je predviđeno donošenje planova raspodjele za opsege 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz za MFCN sisteme.

Shodno tada važećem regulatornom okviru, Agencija je 2010. godine definisala tehnički i regulatorni okvir za implementaciju BWA sistema u opsezima 3410-3600MHz i 3600-3800MHz. Tada su donešeni:

- Plan raspodjele radio-frekvencija iz opsega 3410-3600MHz za BWA sisteme ("Službeni list Crne Gore" broj 67/10) i
- Plan raspodjele radio-frekvencija iz opsega 3600-3800MHz za BWA sisteme ("Službeni list Crne Gore" broj 80/10).

5.1.1. Plan namjene radio-frekvencijskog spektra

Planom namjene radio-frekvencijskog spektra za pojedine radio-frekvencijske opsege utvrđuje se:

- namjena opsega za jednu ili više radiokomunikacionih službi u Crnoj Gori,
- korišćenje opsega u svrhu jedne ili više odgovarajućih primjena ili jedne ili više različitih tehnologija, pri čemu upotreba pojedinih radio-frekvencijskih opsega može biti nezavisna od primijenjene tehnologije (princip tehnološke neutralnosti),
- namjena opsega za civilne i/ili vojne upotrebe,
- uslovi korišćenja pripadajućih radio-frekvencija kojima se može upućivati na primjenu odgovarajućih odluka i preporuka Međunarodne unije za telekomunikacije, Evropske konferencije administracija za poštu i telekomunikacije (CEPT) i drugih nadležnih međunarodnih organizacija i institucija, kao i drugih propisa, međunarodnih ugovora i sporazuma.

Plan namjene radio-frekvencijskog spektra donosi Vlada Crne Gore na predlog Agencije. Vlada Crne Gore je 2017. godine donijela trenutno važeći Plan namjene radio-frekvencijskog spektra ("Službeni list Crne Gore" broj 32/17).

Kako je detaljno opisano u Glavi 3 ove Studije, Planom namjene radio-frekvencijskog spektra, opseg 694-790MHz je namijenjen radio-difuznoj i mobilnoj službi (izuzev vazduhoplovne mobilne službe) na primarnoj osnovi. U okviru mobilne radio službe moguće je korišćenje ovog opsega za MFCN (TRA-ECS) sisteme, u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(05)01 i Preporukom ECC/REC/(15)01, PPDR sisteme (BB-PPDR opcije u opsezima 698-703/753-758MHz, 703-733/758-788MHz i 733-736/788-791MHz) u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(16)02 i Preporukom ECC/REC/(16)03, PMSE aplikacije (mobilne aplikacije ograničene na SAP/SAB uključujući radio-mikrofone) i radio-mikrofone i ALD uređaje, na bazi podešavanja, u skladu sa preporukom ERC/REC 70/03.

Opseg 1452-1492MHz namijenjen je na primarnoj osnovi radio-difuznoj službi, radio-difuznoj-satelitskoj službi, mobilnoj službi (izuzev vazduhoplovne mobilne službe) i fiksnoj službi. U okviru mobilne radio službe ovaj opseg se može koristiti za realizaciju MFCN (TRA-ECS) sistema i to za SDL u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(13)03 i Preporukom ECC/REC/(15)01.

U skladu sa Planom namjene radio-frekvencijskog spektra opseg 2300-2400MHz je namijenjen fiksnoj i mobilnoj službi na primarnoj osnovi i amaterskoj i radio-lokacijskoj službi na sekundarnoj osnovi. U okviru mobilne radio službe, opseg je namijenjen za korišćenje od strane MFCN (TRA-ECS) sistema u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(14)02 i Preporukom ECC/REC/(14)04 i PMSE aplikacije (za korišćenje SAP/SAB), u skladu sa Preporukom ERC/REC 25-10.

Opseg 3400-3600MHz je namijenjen na primarnoj osnovi fiksnoj službi, fiksnoj-satelitskoj službi (svemir-Zemlja) i mobilnoj službi, dok je na sekundarnoj osnovi namijenjen amaterskoj i radiolokacijskoj službi. U okviru mobilne službe, opseg je namijenjen za korišćenje od strane MFCN (TRA-ECS) sistema u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(11)06 i Preporukom ECC/REC/(15)01, BWA sisteme u skladu sa preporukama ECC/REC/(04)05 i ERC/REC 14-03 i Odlukom ECC/DEC/(07)02 i PMSE aplikacije (koordinisane SAB/SAP aplikacije za povremenu upotrebu).

Radio-frekvencijski opseg 3600-3800MHz je namijenjen na primarnoj osnovi fiksnoj službi, fiksnoj-satelitskoj službi (svemir-Zemlja) i mobilnoj službi. U okviru mobilne službe, opseg je namijenjen za korišćenje od strane MFCN (TRA-ECS) sistema u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(11)06 i Preporukom ECC/REC/(15)01, BWA sisteme u skladu sa preporukama ECC/REC/(04)05 i ERC/REC 14-03 i Odlukom ECC/DEC/(07)02 i UWB aplikacije (generičke UWB, LT2 i LEAS) u skladu sa Odlukom ECC/DEC/(06)04 i preporukama ECC/REC/(11)09 i ECC/REC/(11)10.

S obzirom da su Planom namjene radio-frekvencijskog spektra opsezi 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz u Crnoj Gori namijenjeni, između ostalih i mobilnoj radio službi za MFCN (TRA-ECS) sisteme, može se zaključiti da ne postoje prepreke u smislu namjene predmetnih opsega za implementaciju ovih sistema u navedenim opsezima.

5.1.2. Planovi raspodjele radio-frekvencija

Osim Plana namjene radio-frekvencijskog spektra, za upravljanje radio-frekvencijskim resursom je potrebno donijeti i odgovarajuće planove raspodjele radio-frekvencija za pojedine radio-frekvencijske opsege, a u cilju definisanja tehničkog okvira za harmonizovanu upotrebu spektra na nivou Evrope.

Planom raspodjele radio-frekvencija iz određenog opsega utvrđuje se podjela opsega na radio-frekvencijske kanale, bliži uslovi korišćenja i način dodjele radio-frekvencija jednoj ili više radiokomunikacionih službi, saglasno Planu namjene radio-frekvencijskog spektra. Planove raspodjele radio-frekvencija

donosi Agencija, vodeći računa o potrebama i zahtjevima korisnika, po sprovedenom postupku javnih konsultacija.

Kao što je prethodno navedeno, Agencija je planirala da do kraja 2017. godine donese planove raspodjele za opsege 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz za MFCN (TRA-ECS) sisteme, čime će biti kompletiran regulatorni okvir za njihovu implementaciju.

5.1.2.1. Plan raspodjele radio-frekvencija iz opsega 3410-3600MHz za BWA sisteme

Plan raspodjele radio-frekvencija iz opsega 3410-3600MHz za sisteme sa širokopojasnim bežičnim pristupom (BWA sistemi) kog je donijela Agencija, objavljen je u "Službenom listu Crne Gore" broj 67/10. Ovaj plan raspodjele definiše raspored radio-frekvencijskih kanala i raspodjelu radio-frekvencijskih blokova, kao i bliže uslove korišćenja opsega za BWA sisteme, saglasno Planu namjene radio-frekvencijskog spektra i relevantnim dokumentima Komiteta za elektronske komunikacije (ECC) CEPT-a i Međunarodne unije za telekomunikacije (ITU).

Upotreba radio-frekvencija iz opsega 3410-3600MHz za BWA sisteme bazira se na tačka-više tačaka (PMP – *point-to-multi point*) sistemu sa ćelijskom strukturom. Opšti koncept podrazumijeva mrežu baznih stanica na fiksnim lokacijama i više krajnjih (terminalnih) stanica u spoljašnjem (*outdoor*) ili unutrašnjem (*indoor*) okruženju.

Ovim planom raspodjele dozvoljena je upotreba terminalnih stanica u fiksnom (FWA), nomadskom (NWA) i mobilnom (MWA) modu, kao i upotreba dupleksnog prenosa zasnovanog na razdvajanju direktnog (*downlink*) i povratnog (*uplink*) kanala u frekvencijskom domenu (FDD) ili u vremenskom domenu (TDD). Raspodjela radio-frekvencija vrši se na osnovu radio-frekvencijskih blokova koje čine više sukcesivnih radio-frekvencijskih kanala, a radio-frekvencijski blokovi se odobravaju (dodjeljuju) za korišćenje na nacionalnom nivou (na čitavoj teritoriji Crne Gore). Nosilac odobrenja za radio-frekvencije ima mogućnost da definisani raspored kanala preuredi na način koji mu omogućava efikasnije korišćenje odobrenih radio-frekvencija, shodno njegovim potrebama u skladu sa ovim planom, ali bez uticaja na susjedne radio-frekvencijske blokove.

Nosioci odobrenja za radio-frekvencije u susjednim blokovima dužni su obezbijediti rad bez pojave međusobnih štetnih smetnji, bez obzira na režim rada terminalnih stanica (FWA, NWA ili MWA) i način ostvarivanja dupleksnog prenosa (FDD ili TDD). Zaštita od pojave međusobnih smetnji obezbjeđuje se primjenom sljedećih postupaka:

- upotreba zaštitnih (spoljašnjih ili unutrašnjih) radio-frekvencijskih kanala;
- koordinacija rubnih radio-frekvencijskih kanala između nosilaca odobrenja za susjedne radio-frekvencijske blokove i njihova međusobna

koordinacija u cilju efikasnijeg korišćenja odobrenih radio-frekvencijskih blokova;

- zajedničko rješavanje slučajeva ometanja, uključujući i međusobno ometanje terminalnih stanica, posebno kada su TDD ili miješani FDD/TDD sistemi smješteni u susjednim radio-frekvencijskim blokovima i kada zaštitni opseg nije dovoljan (uključujući i primjenu tehnika slabljenja signala u slučajevima kada je to neophodno);
- ograničenje emisije snage predajnika unutar dodijeljenog radio-frekvencijskog bloka i upotreba maske ivice bloka (BEM) u cilju postizanja ograničenja emisije u susjednom radio-frekvencijskom bloku.

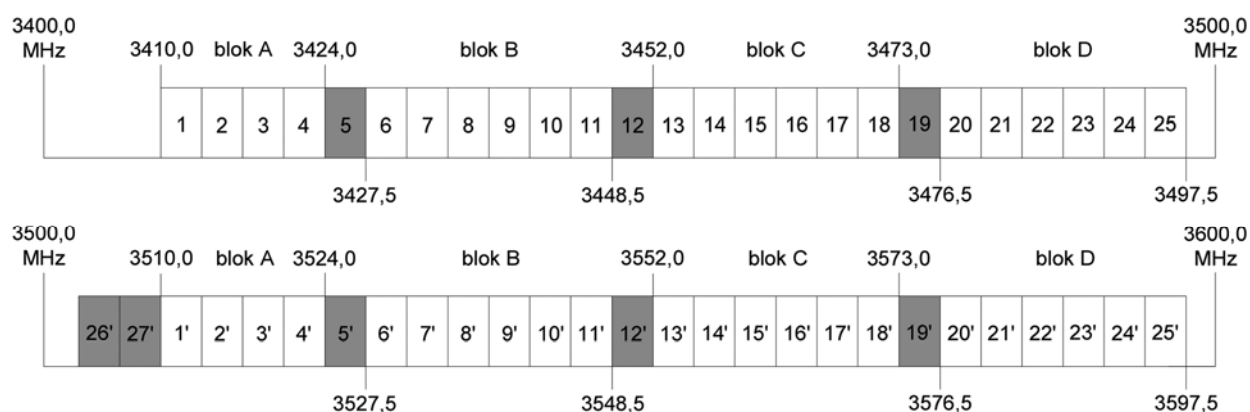
Planom raspodjele su utvrđeni osnovni tehnički zahtjevi, i to:

- maksimalna spektralna gustina efektivne izotropno izračene snage (EIRP) predajnika za sve tipove stanica;
- maska ivice bloka (BEM) za baznu stanicu i
- spektralna maska predajnika terminalne stanice.

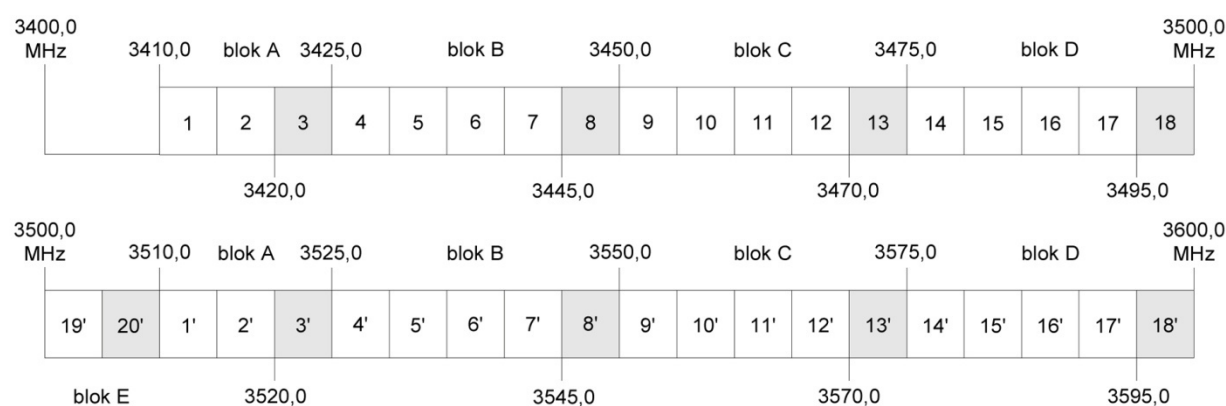
Planom raspodjele je utvrđen raspored radio-frekvencijskih kanala u opsegu 3410-3500MHz/3510-3600MHz, a koji se zasniva na podjeli opsega na uparene (dvosmjerne) radio-frekvencijske kanale sa kanalnim razmakom 3,5MHz ili 5MHz. Opseg 3410-3500MHz/3510-3600MHz sadrži 25 dvosmjernih radio-frekvencijskih kanala sa kanalnim razmakom od 3,5MHz i razmakom predaja/prijem od 100MHz. Opseg 3500-3510MHz sadrži dva neuparena radio-frekvencijska kanala sa kanalnim razmakom 3,5MHz. Opseg 3410-3500MHz/3510-3600MHz sadrži 18 dvosmjernih radio-frekvencijskih kanala sa kanalnim razmakom od 5MHz i razmakom predaja/prijem od 100MHz. Opseg 3500-3510MHz sadrži dva neuparena radio-frekvencijska kanala sa kanalnim razmakom 5MHz. U planu raspodjele su date i centralne frekvencije kanala za kanalni razmak od 3,5MHz kao i za kanalni razmak od 5MHz.

Shodno ovom planu raspodjele, radio-frekvencijski blokovi za FDD način rada formiraju se spajanjem više uparenih radio-frekvencijskih kanala. Radio-frekvencijski blokovi za TDD način rada formiraju se spajanjem više direktnih ili više povratnih i/ili neuparenih radio-frekvencijskih kanala, pri čemu generalno TDD sistem ne zahtijeva kontinualnu dodjelu radiofrekvencijskih blokova. Kod FDD načina rada predajna frekvencija bazne stanice je u opsegu 3510- 3600MHz, a predajna frekvencija terminalne stanice je u opsegu 3410-3500MHz.

Raspodjela radio-frekvencijskih blokova za kanalni razmak od 3,5MHz je data na Slici 5.1, a raspodjela radio-frekvencijskih blokova za kanalni razmak od 5MHz na Slici 5.2.

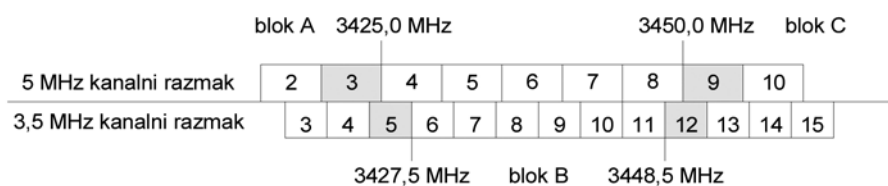


Slika 5.1. Raspodjela radio-frekvencijskih blokova za kanalni razmak od 3,5MHz



Slika 5.2. Raspodjela radio-frekvencijskih blokova za kanalni razmak od 5MHz

Predmetnim planom raspodjele predviđena je i situacija, u kojoj dva nosioca odobrenja za korišćenje radio-frekvencija iz opsega 3410-3600MHz za susjedne blokove žele da primjene različiti kanalni razmak. Zaštitni kanali se biraju na način koji je ilustriran na Slici 5.3.



Slika 5.3. Zaštitni kanali za slučaj primjene različitog kanalnog razmaka

5.1.2.2. Plan raspodjele radio-frekvencija iz opsega 3600-3800MHz za BWA sisteme

Plan raspodjele radio-frekvencija iz opsega 3600-3800MHz za sisteme sa širokopojasnim bežičnim pristupom (BWA sistemi) objavljen je u "Službenom

listu Crne Gore" broj 80/10. U planu raspodjele je dat raspored radio-frekvencijskih kanala i raspodjela radio-frekvencijskih blokova, kao i bliži uslovi korišćenja opsega za BWA sisteme saglasno Planu namjene radio-frekvencijskog spektra i relevantnim dokumentima Komiteta za elektronske komunikacije (ECC) CEPT-a i Međunarodne unije za telekomunikacije (ITU).

Upotreba radio-frekvencija iz opsega 3600-3800MHz za BWA sisteme bazira se na PMP sistemu sa ćelijskom strukturom. Opšti koncept podrazumijeva mrežu baznih stanica na fiksnim lokacijama i više terminalnih stanica u spoljašnjem ili unutrašnjem okruženju.

Ovim planom raspodjele dozvoljena je upotreba terminalnih stanica u fiksnom (FWA), nomadskom (NWA) i mobilnom (MWA) modu, kao i upotreba dupleksnog prenosa zasnovanog na razdvajanju direktnog i povratnog kanala u frekvencijskom domenu (FDD) ili u vremenskom domenu (TDD). Raspodjela radio-frekvencija vrši se na osnovu radio-frekvencijskih blokova koje čine više sukcesivnih radio-frekvencijskih kanala, a radio-frekvencijski blokovi se dodjeljuju za korišćenje na nacionalnom nivou. Nosilac odobrenja za radio-frekvencije ima mogućnost da definisani raspored kanala preuredi na način koji mu omogućava efikasnije korišćenje odobrenih radio-frekvencija, shodno njegovim potrebama u skladu sa ovim planom, ali bez uticaja na susjedne radio-frekvencijske blokove.

Nosioci odobrenja za radio-frekvencije u susjednim blokovima dužni su obezbijediti rad bez pojave međusobnih smetnji, bez obzira na režim rada terminalnih stanica (FWA, NWA ili MWA) i način ostvarivanja dupleksnog prenosa (FDD ili TDD). Zaštita od pojave međusobnih smetnji obezbjeđuje se primjenom jednog ili više od sljedećih postupaka:

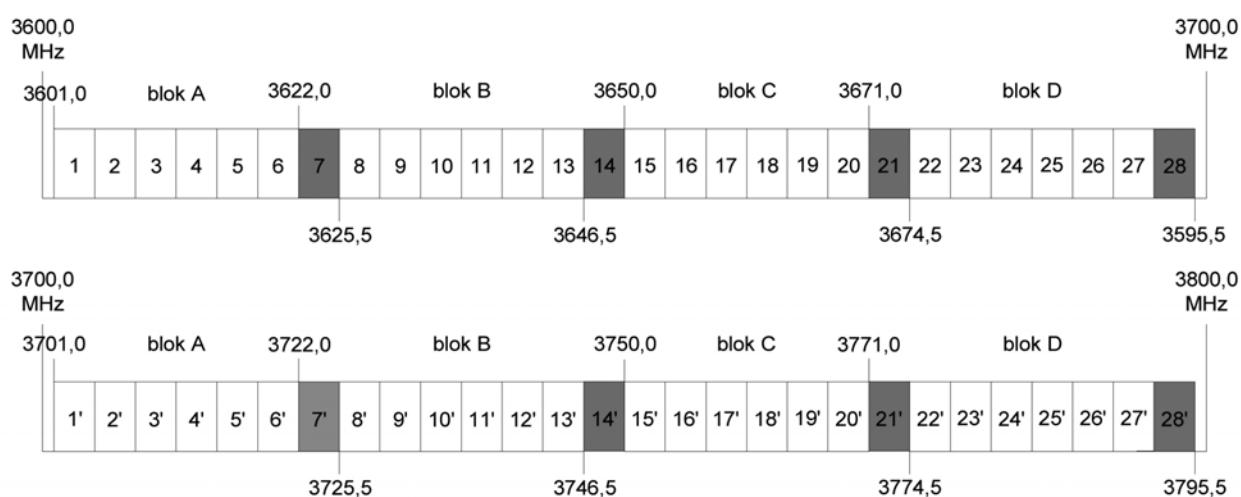
- upotreba zaštitnih (spoljašnjih ili unutrašnjih) radio-frekvencijskih kanala;
- koordinacija rubnih radio-frekvencijskih kanala između nosilaca odobrenja za susjedne radio-frekvencijske blokove i njihova međusobna saradnja u cilju efikasnijeg korišćenja odobrenih radio-frekvencijskih blokova;
- zajedničko rješavanje slučajeva ometanja, uključujući i međusobno ometanje terminalnih stanica, posebno kada su TDD ili miješani FDD/TDD sistemi smješteni u susjednim radio-frekvencijskim blokovima i kada zaštitni opseg nije dovoljan (uključujući i primjenu tehnika slabljenja signala u slučajevima kada je to neophodno);
- ograničenje izračene snage predajnika unutar dodijeljenog radio-frekvencijskog bloka i upotreba maske ivice bloka (BEM) u cilju postizanja ograničenja emisije u susjednom radio-frekvencijskom bloku.

Planom raspodjele su utvrđeni osnovni tehnički zahtjevi i to:

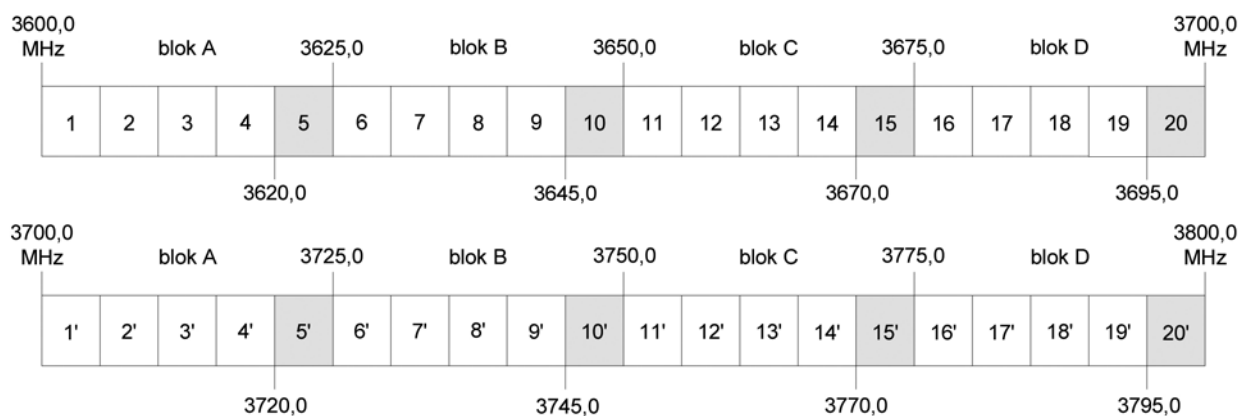
- maksimalna spektralna gustina efektivne izotropno izračene snage (EIRP) predajnika za sve tipove stanica;
- maska ivice bloka (BEM) za baznu stanicu i
- spektralna maska predajnika terminalne stanice.

Planom raspodjele je utvrđen raspored radio-frekvencijskih kanala u opsegu 3600-3800MHz koji se zasniva na podjeli opsega na uparene (dvosmjerne) radio-frekvencijske kanale sa kanalnim razmakom 3,5MHz ili 5MHz. Opseg 3600-3800MHz sadrži 28 dvosmjernih radio-frekvencijskih kanala sa kanalnim razmakom od 3,5MHz i razmakom predaja/prijem od 100MHz. Opseg 3600-3800MHz sadrži 20 dvosmjernih radio-frekvencijskih kanala sa kanalnim razmakom od 5MHz i razmakom predaja/prijem od 100MHz. Radio-frekvencijski blokovi za FDD način rada formiraju se spajanjem više uparenih radio-frekvencijskih kanala. Radio-frekvencijski blokovi za TDD način rada formiraju se spajanjem više direktnih ili više povratnih radio-frekvencijskih kanala, pri čemu generalno TDD sistem ne zahtijeva kontinualnu dodjelu radio-frekvencijskih blokova. Kod FDD načina rada predajna frekvencija bazne stanice je u opsegu 3700-3800MHz, a predajna frekvencija terminalne stanice je u opsegu 3600-3700MHz.

Raspodjela radio-frekvencijskih blokova za kanalni razmak od 3,5MHz je data na sljedećoj Slici 5.4, dok je raspodjela radio-frekvencijskih blokova za kanalni razmak od 5MHz prikazana na Slici 5.5.

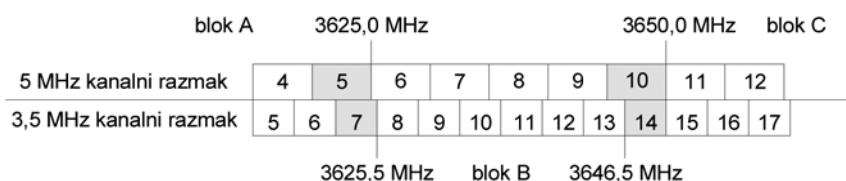


Slika 5.4. Raspodjela radio-frekvencijskih blokova za kanalni razmak od 3,5MHz



Slika 5.5. Raspodjela radio-frekvencijskih blokova za kanalni razmak od 5MHz

Predmetnim planom raspodjele predviđena je i situacija, u kojoj dva nosioca odobrenja za korišćenje radio-frekvencija iz opsega 3600-3800MHz za susjedne blokove žele da primjene različiti kanalni razmak. Zaštitni kanali se biraju na način koji je ilustrovan na Slici 5.6.



Slika 5.6. Zaštitni kanali za slučaj primjene različitog kanalnog razmaka

5.1.3. Postupak dodjele odobrenja za korišćenje radio-frekvencija za realizaciju javne mobilne komunikacione mreže

Imajući u vidu regulativu na nacionalnom nivou odobrenja za korišćenje radio-frekvencija iz svih razmatranih opsega za MFCN (TRA-ECS) sisteme se izdaju na osnovu sprovedenog postupka javnog nadmetanja, koji sprovodi Agencija.

Zakonom je propisano da Agencija odgovarajućom odlukom pokreće postupak javnog nadmetanja, u roku od 30 dana od dana iskazanog interesovanja za korišćenje radio-frekvencija, iz opsega za koje je odgovarajućim planom raspodjele utvrđeno da se dodjeljuju na ekskluzivnoj osnovi na teritoriji Crne Gore, u cilju realizacije javne elektronske komunikacione mreže. S druge strane, u slučaju korišćenja radio-frekvencija na ekskluzivnoj osnovi na teritoriji Crne Gore, za realizaciju javne elektronske komunikacione mreže, Agencija po službenoj dužnosti, ili na zahtjev korisnika radio-frekvencija pokreće postupak javnog nadmetanja najkasnije šest mjeseci prije isteka perioda važenja odobrenja.

Zakonom je propisana sadržina odluke o pokretanju postupka javnog nadmetanja, te da najniži iznos jednokratne naknade za dodjelu odobrenja za korišćenje radio-frekvencija i visinu garancije ponude određuje ministarstvo nadležno za poslove elektronskih komunikacija. Sve ostale elemente odluke utvrđuje Agencija. Važno je napomenuti da su Zakonom podržane dvije vrste javnog nadmetanja za dodjelu odobrenja za korišćenje radio-frekvencija: nadmetanje u formi zatvorenih ponuda (*beauty contest*) i nadmetanje u formi aukcije.

Agencija donosi odluku o izboru najpovoljnijih ponuđača u skladu sa uslovima koji su propisani dokumentacijom za javno nadmetanje u roku od 30 dana od dana javnog otvaranja ponuda, odnosno dana sprovođenja aukcije.

Zakonom su takođe propisani rokovi za podnošenje ponude, odnosno zahtjeva za učešće na aukciji, koji ne može biti kraći od 30 niti duži od 90 dana od dana donošenja odluke o pokretanju postupka javnog nadmetanja. Zakonom je propisana procedura otvaranja, ocjenjivanja i razmatranja ponuda, odnosno

zahtjeva za učešće na aukciji, a bliže postupke za sprovođenje ovih procedura utvrđuje i propisuje Agencija. Nakon sprovedene procedure, Agencija donosi odluku o izboru najpovoljnijih ponuđača u postupku javnog nadmetanja, shodno utvrđenim kriterijumima, nakon čega su ponuđači dužni da iznos jednokratne naknade ostvaren u postupku javnog nadmetanja uplate u budžet Crne Gore, u roku od 15 dana od dana donošenja odluke. Nakon izvršene uplate jednokratne naknade i dostavljanja dokaza o uplati, Agencija izdaje odobrenje za korišćenje radio-frekvencija dobijenih u postupku javnog nadmetanja, sa odgovarajućim uslovima.

Zakonom je propisano da se odobrenje za ekskluzivno korišćenje radio-frekvencija na teritoriji Crne Gore za realizaciju javne elektronske komunikacione mreže izdaje sa periodom važenja od najduže 15 godina. Zakonom je takođe propisano da se pravo korišćenja radio-frekvencija može prenijeti, odnosno ustupiti drugom subjektu, na osnovu zajedničkog zahtjeva i uz saglasnost Agencije. Prilikom odlučivanja o davanju saglasnosti na prenos (*spectrum trading*), odnosno ustupanje (*spectrum sharing*) prava korišćenja radio-frekvencija koje se koriste za realizaciju javne elektronske komunikacione mreže, Agencija naročito cijeni primjenu načela efikasnosti upravljanja radio-frekvencijskim spektrom, odnosno primjenu načela nabrojanih na početku ovog poglavlja.

5.2. Analiza regulatornog i tehničkog okvira za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema na CEPT/ECC nivou

Regulatorni i tehnički okvir za impementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema na CEPT/ECC nivou čini set ECC odluka o opredjeljivanju opsega za ove sisteme i definisanju harmonizovanih uslova za njihovu implementaciju, kao i set ECC preporuka, koje se uglavnom odnose na pitanja koordinacije korišćenja radio-frekvencija u pograničnim oblastima između susjednih država. Na nivou Evropske Unije (EU) od značaja je set odluka Evropske Komisije o opredjeljivanju opsega za TRA-ECS sisteme i definisanju harmonizovanih uslova za njihovu implementaciju, koje se u tehničkom smislu baziraju na odgovarajućim ECC odlukama.

5.2.1. Regulatorni okvir za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 694-790MHz

Na Konferenciji WRC-12 uvedena je namjena radio-frekvencijskog opsega 694-790MHz u ITU Regionu 1 (kom pripada i Crna Gora) za mobilnu, izuzev vazduhoplovne mobilne, radio službu na primarnoj osnovi, a ujedno je opseg i identifikovan za IMT. Opseg je postao efektivan za korišćenje od strane IMT sistema nakon Konferencije WRC-15.

Na nivou CEPT-a, odnosno Evropske Unije, korišćenje opsega 694-790MHz za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema bliže je uređeno sljedećim dokumentima:

- CEPT/ECC Odluka ECC/DEC/(15)01 o harmonizovanim tehničkim uslovima za mobilne/fiksne komunikacione mreže (MFCN) u radio-frekvencijskom opsegu 694-790MHz, uključujući upareni frekvencijski aranžman (FDD dupleks 2x30MHz) i opciono neupareni frekvencijski aranžman (suplementarni *downlink*), od 06. marta 2015. godine,
- Implementaciona odluka Evropske Komisije broj (EU) 2016/687 o harmonizaciji upotrebe radio-frekvencijskog opsega 694-790MHz za zemaljske sisteme pogodne za obezbjeđivanje bežičnih širokopojasnih komunikacionih servisa i za fleksibilno nacionalno korišćenje u Uniji, od 28. aprila 2016. godine,
- Odluka Evropskog Parlamenta i Savjeta broj (EU) 2017/899 o upotrebi radio-frekvencijskog opsega 470-790MHz u Uniji, od 17. maja 2017. godine i
- CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(15)01 o prekograničnoj koordinaciji za mobilne/fiksne komunikacione mreže (MFCN) u radio-frekvencijskim opsezima 694-790MHz, 1452-1492MHz, 3400-3600MHz, 3600-3800MHz, od 13. februara 2015. godine, uključujući i dopunu od 05. februara 2016. godine.

5.2.1.1. CEPT/ECC Odluka ECC/DEC/(15)01

Evropska konferencija poštanskih i telekomunikacionih operatora (CEPT) je kroz aktivnosti Komiteta za elektronske komunikacije (ECC) donijela Odluku ECC/DEC/(15)01, kojom su utvrđeni harmonizovani tehnički uslovi za implementaciju mobilnih/fiksnih komunikacionih mreža (MFCN) u opsegu 694-790MHz (u daljem tekstu: opseg 700MHz).

Harmonizovani tehnički uslovi podrazumijevaju korišćenje uparenog frekvencijskog aranžmana (FDD 2x30MHz) i opciono neuparenog frekvencijskog aranžmana (SDL). Ovaj frekvencijski aranžman podrazumijeva:

- frekvencijske blokove širine 5MHz, koji ne isključuje i korišćenje kanala manje širine unutar bloka od 5MHz,
- upareni frekvencijski aranžman (FDD) u kom će terminalne stanice emitovati signal u podopsegu 703-733MHz, a bazne stanice u podopsegu 758-788MHz,
- opciono korišćenje neuparenog frekvencijskog aranžmana (SDL), podopseg 738-758MHz, i to do maksimalno 4 bloka širine 5MHz, a odluka o tome će se donijeti na osnovu opredjeljenja i nacionalnog interesa da se ovaj podopseg koristi za druge namjene poput PMSE aplikacija, PPDR sistema, M2M (*Machine to Machine*) komunikacija.

Grafički prikaz frekvencijskog aranžmana u skladu sa prethodno navedenim harmonizovanim tehničkim uslovima dat je na Slici 5.7.

694-703	703-708	708-713	713-718	718-723	723-728	728-733	733-738	738-743	743-748	748-753	753-758	758-763	763-768	768-773	773-778	778-783	783-788	788-791
Zaštitni opseg	Uplink						Razmak	SDL (opciono)				Downlink						Zaštitni opseg
9 MHz	30 MHz (6 blokova širine po 5 MHz)						5 MHz	20 MHz (maksimalno do 4 blokova širine od po 5 MHz)				30 MHz (6 blokova širine po 5 MHz)						3 MHz

Slika 5.7. Grafički prikaz frekvencijskog aranžmana

U Odluci ECC/DEC/(15)01 su dati i najmanje restriktivni tehnički uslovi (LRTC – *Least Restrictive Technical Conditions*) u formi maski ivica bloka, koji se primjenjuju od strane korisnika kome su dodijeljena prava na korišćenje radio-frekvencija iz opsega 700MHz, a u cilju izbjegavanja interferencije između korisnika ovog i susjednih opsega.

Maska ivice bloka je definisana kao funkcija frekvencije u odnosu na ivice bloka koji je dodijeljen korisniku, odnosno operatoru. Maska ivice bloka se sastoji od *in-block* i *out-of-block* komponenti koje specificiraju dopušteni nivo emisije na frekvencijama unutar i van bloka/blokova dodijeljenih korisniku. Maske ivica bloka za opseg 700MHz su optimizovane za MFCN mreže i date su, kako za bazne stanice, tako i za terminalne stanice, tj. korisničke uređaje. Maske ivica bloka su razvijene tako da se obezbijedi koegzistencija korišćenja MFCN blokova dodijeljenih različitim operatorima (uključujući i korišćenje podopsega 738-758MHz za SDL), koegzistencija sa drugim servisima i aplikacijama koje rade u opsegu 700MHz, kao i u susjednim opsezima. Svaka administracija ima mogućnost da u zavisnosti od svojih specifičnosti koristi i dodatne mjere kako bi se postigla koegzistencija sa drugim servisima i aplikacijama, i to korišćenjem zaštitnih opsega (733-738MHz).

Prilikom utvrđivanja elemenata maski ivica bloka za zaštitu PPDR i M2M sistema u djelovima opsega 700MHz koji su opredijeljeni za ove sisteme, pretpostavljeno je da se mogu primijeniti isti zaštitni zahtjevi kao i kod MFCN sistema. Ovi zahtjevi su primjenljivi kada su PPDR i M2M sistemi implementirani na nacionalnom nivou u zaštitnim opsezima ili u duplesnom rascjepu. Zahtjevi maski ivica bloka za terminalne i bazne stanice koji se odnose na zaštitu radio-difuznih sistema koji rade u opsezima ispod 694MHz su takođe dovoljni i za zaštitu PMSE sistema koji rade na frekvencijama ispod 694MHz.

Elementi maski ivica bloka za bazne i terminalne stanice i tehnički zahtjevi koje moraju zadovoljavati su dati u Aneksu 2 analizirane odluke.

Iako Odluka ECC/DEC/(15)01 definiše harmonizovane tehničke uslove za MFCN sisteme, ona ne isključuje mogućnost da se opseg 700MHz koristi za sisteme drugih službi kojima je ovaj opseg namijenjen.

5.2.1.2. Implementaciona odluka Evropske Komisije broj (EU) 2016/687

Odlukom 243/2012/EU Evropskog Parlamenta i Savjeta utvrđen je višegodišnji program o politici radio spektra (RSPP – *Radio Spectrum Policy Programme*). Ovim programom definisana je potreba identifikacije najmanje 1200MHz pogodnog spektra u cilju zadovoljenja uvećanih zahtjeva u dijelu bežičnog prenosa podataka, osiguranja neophodnog spektara za implementaciju PMSE sistema, razvoj PPDR sistema, implementaciju M2M komunikacija, odnosno realizaciju IoT (*Internet of Things*). Istaknuta je vrijednost opsega 700MHz, kao dodatnog resursa za implementaciju zemaljskih bežičnih mreža velikog kapaciteta sa dobrim propagacionim karakteristikama i mogućnostima sveobuhvatnog pokrivanja. Strategijom Evropske Komisije o jedinstvenom digitalnom tržištu, ovaj opseg je prepoznat kao izuzetno vrijedan opseg za obezbjeđivanje širokopojsnih servisa u ruralnim oblastima, zbog čega je veoma važna koordinisana aktivnost za harmonizovano korišćenje opsega 700MHz od strane MFCN sistema. Navedenom implementacionom odlukom, Evropska Komisija je usvojila harmonizovane tehničke uslove za implementaciju MFCN sistema u opsegu 700MHz, koji podrazumijevaju sljedeće:

- opredjeljenje i dostupnost frekvencijskih opsega 703-733MHz i 758-788MHz, na ne-ekskluzivnoj osnovi, za zemaljske sisteme za obezbjeđivanje bežičnih širokopojsnih komunikacionih servisa uz frekvencijski aranžman koji mora biti zasnovan na blokovima širine 5MHz, sa FDD tipom dupleksa i dupleksnim rascjepom širine 25MHz, pri čemu je podopseg 703-733MHz namijenjen *up*-linku, a podopseg 758-788MHz *downlink*-u,
- donja granica dodijeljenog bloka će biti poravnata sa frekvencijom 703MHz ili pomjerena na gore za umnožak od 5MHz od ove frekvencije.

Razmatranom odlukom su propisani i tehnički uslovi u pogledu frekvencijskog aranžmana za slučaj da administracija na nacionalnom nivou donese odluku da dio opsega 700 MHz opredijeli za realizaciju PPDR, PMSE i M2M aplikacija i sistema. Odlukom su propisani i tehnički uslovi za bazne stanice u formi maski ivica bloka (BEM) koji će omogućiti koegzistenciju između susjednih mreža i zaštitu drugih servisa i aplikacija u susjdenim opsezima. Takođe je data mogućnost da operatori i administracije kojih se to tiče, mogu dogovoriti i manje restriktivne zahtjeve koji moraju obezbjeđiti zaštitu drugih sistema i aplikacija koje rade u susjednim opsezima, što će biti predmet bilateralnih sporazuma i obaveza vezanih za prekograničnu saradnju i rad. Takođe su propisani i tehnički uslovi u formi maski ivica bloka za korisničke terminale koje rade u podopsegu 703-733MHz, a koji se sastoje od *in-block* i *out-of-block* ograničenja emitovane snage.

5.2.1.3. Odluka Evropskog Parlamenta i Savjeta broj (EU) 2017/899

U Odluci Evropskog Parlamenta i Savjeta broj (EU) 2017/899, opseg 700MHz je prepoznat kao globalno harmonizovan i koordinisan radio-frekvencijski

opseg za implementaciju bežičnih širokopjasnih sistema. Njegove dobre propagacione karakteristike će doprinijeti implementaciji i korišćenju novih digitalnih servisa u urbanim, a posebno u ruralnim ili slabo naseljenim područjima, kao što su recimo servisi e-Zdravstvo i m-Zdravstvo, koji se mogu koristiti preko mobilnih terminala, pacijentovih monitoring uređaja i drugih bežičnih uređaja. Jedan od ciljeva Evropske Unije je i da svi građani Unije imaju širokopojasni pristup brzinama većim od 30Mb/s u unutrašnjem i spoljašnjem okruženju najkasnije do 2020. god., a za dostizanje ovog cilja prepoznata je potreba korišćenja opsega 700MHz za širokopjase bežične sisteme. Uzimajući u obzir i ove zahtjeve, Evropski Savjet i Parlament su usvajanjem navedene odluke utvrdili sljedeće:

- Najkasnije do 30. juna 2020. god. treba omogućiti upotrebu opsega 700MHz za implementaciju zemaljskih sistema za pružanje bežičnih širokopjasnih servisa u skladu sa harmonizovanim tehničkim uslovima. Države članice mogu dozvoliti kašnjenje u pogledu upotrebe opsega 700MHz za ove namjene najviše dvije godine i to na osnovu jednog ili više razloga koji su navedeni u aneksu ove odluke;
- Najkasnije do 31. decembra 2017. godine je potrebno završiti prekograničnu koordinaciju radio-frekvencija i potpisati sve potrebne tehničke sporazume o koordinaciji radio-frekvencija za DTT (DTT – *Digital Terrestrial Television*) u opsegu 470-694MHz;
- Države članice Evropske Unije se mogu suočiti sa odstupanjem od gornjih rokova, ali samo u slučaju da je to odstupanje rezultat neriješenih radio-frekvencijskih koordinacija sa državama koje nijesu članice Evropske Unije;
- Države članice Evropske Unije imaju pravo da organizuju i koriste na nacionalnom nivou ovaj spektar za potrebe javnog reda, sigurnosti i odbrane;
- Nakon dodjele prava korišćenja radio-frekvencija iz opsega 700MHz za MFCN sisteme države članice će dozvoliti prenos ili iznajmljivanje prava korišćenja ovog opsega u skladu sa otvorenim i transparentnim procedurama propisanim zakonima Unije;
- Države članice Evropske Unije će osigurati dostupnost opsega 470-694MHz za zemaljsku radio-difuziju najmanje do 2030. godine, uključujući besplatnu televiziju i PMSE, i omogućiti da će bilo koja upotreba opsega 470-694MHz drugačija od ove biti kompatibilna sa nacionalnim potrebama radio-difuznih sistema i neće prouzrokovati interferenciju i tražiti zaštitu od zemaljskih radio-difuznih sistema susjedne države;
- Države članice Evropske Unije mogu na transparentan način, u skladu sa zakonima Unije, obezbijediti odgovarajuću kompenzaciju za direktne troškove zbog migracije i prenamjene korišćenja spektra u cilju bržeg prelaska na efikasnije tehnologije korišćenja istog, posebno za krajnje korisnike.

Ovom odlukom su propisani opravdani razlozi koji mogu prouzrokovati kašnjenje u oslobađanju opsega 700MHz za MFCN sisteme. Ti razlozi mogu biti:

- neriješena prekogranična koordinaciona pitanja koja prouzrokuju interferenciju,
- kompleksnost obezbjeđivanja tehničke migracije za veliki broj korisnika na napredne radio-difuzne standarde,
- povećani troškovi tranzicije koji prevazilaze očekivane prihode generisane u postupku dodjele resursa iz opsega 700MHz i
- viša sila.

5.2.1.4. CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(15)01

U cilju maksimalno efikasnog korišćenja radio spektra u pograničnim oblastima između dvije ili više država, Evropska konferencija poštanskih i telekomunikacionih administracija (CEPT) je dala preporuke da koordinacija između MFCN sistema u pograničnoj oblasti i frekvencijska koordinacija između MFCN i drugih sistema u susjednim državama treba da bude zasnovana na bilateralnim i multilateralnim sporazumima između administracija. Bileteralni/multilateralni sporazumi treba da definišu koordinacione metode koje uključuju sve MFCN radio interfejsne prisutne na svakoj strani granice.

Opseg 758-788MHz može biti korišćen na *downlink*-u za MFCN sisteme bez koordinacije ako srednja snaga polja svake ćelije koju proizvodi bazna stanica ne prevazilazi vrijednost od 59dB μ V/m/5MHz na visini od 3m iznad nivoa tla na graničnoj liniji između država, odnosno vrijednost od 41dB μ V/m/5MHz na visini od 3m iznad nivoa tla na rastojnju od 6km unutar teritorije susjedne države. Pod istim uslovima, bez koordinacije sa susjednom državom može biti korišćen i podopseg 738-758MHz za suplementarnu silaznu vezu od strane MFCN sistema.

Za predikcije jačine električnog polja koristi se postupak izračunavanja koji je definisan Aneksom 2 ove preporuke. U slučaju da se koriste frekvencijski blokovi koji nisu širine 5MHz, vrijednosti nivoa električnog polja se koriguju na način što se na navedene granične vrijednosti dodaje vrijednost $10 \times \log(\text{širina frekvencijskog bloka}/5\text{MHz})$.

U Aneksu 3 razmatane preporuke date su i karakteristike koje treba razmijeniti između administracija u slučaju potrebe sprovođenja koordinacione procedure, te rokovi u kojima administracija kojoj je poslat zahtjev za koordinaciju mora izvršiti evaluaciju zahtjeva i u kom mora dati odgovor na primljeni zahtjev.

U slučaju kada su centralne frekvencije LTE nosilaca operatora u susjednim državama poravnate, tada je potrebno koordinirati samo PCI (*Physical-Layer Cell Identities*) kodove, bez obzira na širinu LTE nosioca. U analiziranoj preporuci dat je pregled podjele 504 PCI koda na šest grupa (Slika 5.8), pri čemu se svakoj državi dodjeljuju tri grupe preferencijalnih PCI kodova, u

slučaju bilateralnog sporazuma, odnosno dvije grupe preferencijalnih PCI kodova u slučaju trilateralnog sporazuma.

	Preferencijalni PCI
	Nepreferencijalni PCI

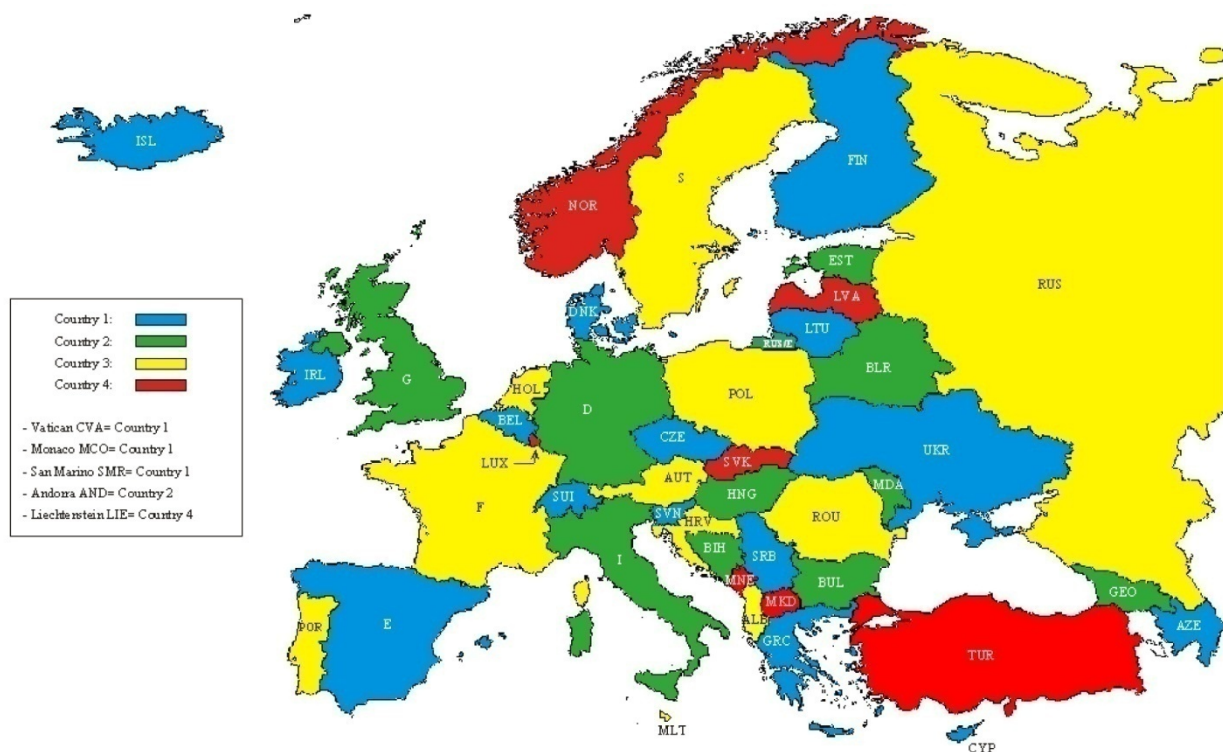
PCI	Set A	Set B	Set C	Set D	Set E	Set F	PCI	Set A	Set B	Set C	Set D	Set E	Set F
Država 1	0..83	84..167	168..251	252..335	336..419	420..503	Država 2	0..83	84..167	168..251	252..335	336..419	420..503
Granica 1-2							Granica 2-1						
Zona 1-2-3							Zona 2-3-1						
Granica 1-3							Granica 2-3						
Zona 1-2-4							Zona 2-1-4						
Granica 1-4							Granica 2-4						
Zona 1-3-4							Zona 2-3-4						

PCI	Set A	Set B	Set C	Set D	Set E	Set F	PCI	Set A	Set B	Set C	Set D	Set E	Set F
Država 3	0..83	84..167	168..251	252..335	336..419	420..503	Država 4	0..83	84..167	168..251	252..335	336..419	420..503
Granica 3-2							Granica 4-1						
Zona 3-1-2							Zona 4-1-2						
Granica 3-1							Granica 4-2						
Zona 3-1-4							Zona 4-2-3						
Granica 3-4							Granica 4-3						
Zona 3-2-4							Zona 4-3-1						

Slika 5.8. Pregled podjele 504 PCI koda na šest grupa

Preporukom su definisane i četiri grupe država (Slika 5.9), na način da nijedna od država neće koristiti iste preferencijalne kodove kao neka od njoj susjednih država u graničnoj oblasti. U oblastima dalje od granične linije, svaka administracija može koristiti sve PCI kodove.

Preporukom su date smjernice kojima se u slučaju LTE mreža pri koordinaciji mogu koristiti i drugi radio parametri osim PCI, u cilju minimizacije pogoršavanja efekata interferencije na *up*-linku, kao što su koordinacija referentnog signala za demodulaciju (DM RS) i koordinacija slučajnog fizičkog pristupnog kanala (PRACH).



Slika 5.9. Pregled zemalja po grupama

5.2.2. Regulatorni okvir za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 1452-1492MHz za suplemetarnu silaznu vezu (SDL)

Upotreba opsega 1452-1492MHz je harmonizovana za upotrebu od strane MFCN SDL sistema koji predstavljaju mobilne širokopojasne sisteme, kod kojih bazne stanice koriste ovaj neupareni spektar u silaznoj vezi u cilju obezbijedenja dodatnog kapaciteta *downlink*-a za prenos intergisanog teksta, audia, slike, podataka, ka jednom ili više prijemnih terminala, odnosno u radio-difuznom modu. Harmonizacija ovog opsega za MFCN SDL je važna jer se unaprjeđuje kapacitet silazne veze za mobilne širokopojasne sisteme i odgovara izazovima narastajuće asimetrije saobraćaja podataka.

Regulatorni okvir na nivou CEPT-a, odnosno Evropske Unije kojim se uređuje korišćenje opsega 1452-1492MHz za harmonizovanu implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema za SDL čine:

- CEPT/ECC Odluka ECC/DEC/(13)03 o harmonizovanoj upotrebi frekvencijskog opsega 1452-1492MHz za suplemetarnu silaznu vezu mobilne/fiksne komunikacione mreže (MFCN SDL), od 08. novembra 2013. godine, uključujući i dopunu od 03. jula 2015. godine,
- Implementaciona odluka Evropske Komisije broj (EU) 2015/750 o harmonizaciji opsega 1452-1492MHz za zemaljske sisteme pogodne za obezbjeđivanje elektronskih komunikacionih servisa u Uniji, od 08. maja 2015. godine,
- CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(15)01 o prekograničnoj koordinaciji za mobilne/fiksne komunikacione mreže (MFCN) u radio-frekvencijskim opsezima 694-790MHz, 1452-1492MHz, 3400-

3600MHz, 3600-3800MHz od 13. februara 2015. godine, uključujući i dopunu od 05. februara 2016. godine.

5.2.2.1. CEPT/ECC Odluka ECC(DEC/(13)03

Odluka ECC/DEC/(13)03 propisuje harmonizovanu upotrebu opsega 1452-1492MHz za MFCN SDL sisteme. Shodno ovoj odluci, administracije će uzeti u obzir činjenicu da dio ovog opsega mogu koristiti za zemaljsku radio-difuziju, vazduhoplovnu telemetriju, MFCN sisteme drugačije namjene od SDL, ili za druge zemaljske aplikacije kako bi se zadovoljile nacionalne specifičnosti.

Odlukom su utvrđeni tehnički i operativni parametri koji se primjenjuju za MFCN SDL sisteme u opsegu 1452-1492MHz, a to su harmonizovani frekvencijski aranžman i minimalni restriktivni tehnički uslovi (LRTC – *Least Restrictive Technical Conditions*).

Harmonizovani frekvencijski aranžman obuhvata 8 neuparenih blokova širine od po 5MHz (Slika 5.10).

1452 -1457	1457-1462	1462-1467	1467-1472	1472-1477	1477-1482	1482-1487	1487-1492
Silazna veza (downlink) (predajna bazna stanica)							
40 MHz (8 blokova od po 5 MHz)							

Slika 5.10. Harmonizovani frekvencijski aranžman za opseg 1452-1492MHz

Administracije koje ne mogu dodijeliti cjelokupan opseg od 1452-1492MHz za MFCN SDL, mogu razmotriti i mogućnost djelimične implementacije prethodno datog frekvencijskog aranžmana.

Najmanje restriktivni tehnički uslovi (LRTC) dati u ovoj odluci su u formi maske ivice bloka (BEM) i ograničenja emisija van opsega (OOB - *Out of band*). Najmanje restriktivni tehnički uslovi se uvode radi izbjegavanja interferencije između korisnika spektra. Najmanje restriktivni tehnički uslovi u opsegu 1452-1492MHz su optimizovani za MFCN SDL sisteme, ali nijesu ograničeni samo na njih.

Maska ivice bloka (BEM) se utvrđuje kako bi se omogućila koegzistencija između MFCN SDL sistema u opsegu 1452-1492MHz, dok se OOB ograničenja emisija za MFCN SDL definišu kako bi se omogućila kompatibilnost između MFCN SDL sistema koji rade u ovom opsegu i drugih aplikacija koje rade u susjednim opsezima, ali u istoj geografskoj oblasti.

I drugi parametri se mogu uzeti u obzir, poput:

- susjedno kanalne kompatibilnosti između MFCN SDL i drugih zemaljskih aplikacija koje rade u ovom opsegu, u skladu sa nacionalnim potrebama za administracije koje razmatraju djelimičnu implementaciju harmonizovanog frekvencijskog aranžmana u ovom opsegu,

- prekogranične koordinacije između MFCN SDL i drugih zemaljskih aplikacija koje rade u opsegu 1452-1492MHz,
- prekogranične koordinacije između dva MFCN SDL sistema koji rade u ovom opsegu.

U razmatranoj Odluci daju se i tehnički uslovi za *out of-block* maske ivice bloka bazne stanice za ograničenja EIRP unutar opsega 1452-1492MHz, kao i ograničenja EIRP emisija van opsega 1452-1492MHz.

5.2.2.2. Implementaciona odluka Evropske Komisije broj (EU) 2015/750

Implementaciona odluka Evropske Komisije broj (EU) 2015/750 je donijeta sredinom 2015. godine, a pri njenom usvajanju naročito se imala u vidu potreba obezbijedenja najmanje 1200MHz spektra za bežične širokopojasne aplikacije, uključujući i već dodijeljeni spektar, do kraja 2015. godine.

Ovom Odlukom su utvrđeni tehnički uslovi za harmonizovanu upotrebu opsega 1452-1492MHz za SDL u MFCN mreži. Ovi uslovi podrazumijevaju isključivo korišćenje opsega za predaju baznih stanica, dok kanalni aranžman podrazumijeva korišćenje neuparenih blokova širine 5MHz (dozvoljeno je spajanje više susjednih blokova širine 5MHz u jedan blok). Rad baznih stanica u ovom opsegu mora biti usklađen sa tehničkim uslovima maske ivice bloka (BEM) koji su dati u Ankesu ove Odluke i koji su u potpunosti usklađeni, tj. preuzeti iz Odluke ECC/DEC/(13)03.

Razmatranom Odlukom je utvrđeno da će se najkasnije za 6 mjeseci učiniti dostupnim, na ne-ekskluzivnoj osnovi upotreba opsega 1452-1492MHz za zemaljske sisteme za pružanje elektronskih komunikacionih servisa u skladu sa tehničkim uslovima i parametrima datim u Aneksu ove Odluke.

Države članice će osigurati da zemaljski sistemi za pružanje elektronskih komunikacionih servisa obezbjeđuju i odgovarajuću zaštitu:

- sistemima koji rade u susjednim opsezima i
- zemaljskim radio-difuznim sistemima koji rade u opsegu 1452-1479,5MHz u skladu sa važećom autorizacijom (odobrenjem za korišćenje radio-frekvencija), koja je bila na snazi na dan notifikacije ove Odluke kao i u slučaju produženja važenja takve autorizacije i u skladu sa parametrima utvrđenim međunarodnim sporazumom iz Mastrihta 2002. odnosno 2007. god.

Države članice će podržati i potpisivanje prekograničnih koordinacionih sporazuma, kako bi se ubrzala implementacija i nesmetan rad MFCN sistema u ovom opsegu u graničnim područjima. One države članice koje se graniče sa "trećim državama", koje nijesu članice Evropske Unije, mogu odstupiti od ovih implementacionih zahtjeva i to samo u pograničnim oblastima, uz obavezu da minimizuju trajanje i geografske oblasti u kojima se javlja odstupanje od uslova propisanih ovom Odlukom.

5.2.2.3. CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(15)01

CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(15)01 u Aneksu 1 propisuje da opseg 1452-1492MHz može biti korišćen za MFCN SDL sisteme bez koordinacije, ako srednja snaga polja svake ćelije koju proizvodi bazna stanica ne prevazilazi vrijednost od 65dB μ V/m/5MHz na visini od 3m iznad nivoa tla na graničnoj liniji između država, odnosno vrijednost od 47dB μ V/m/5MHz na visini od 3m iznad nivoa tla na rastojnju od 6km unutar teritorije susjedne države.

Za predikciju jačine električnog polja postupak izračunavanja se sprovodi u skladu sa Aneksom 2 ove Preporuke. U slučaju da se koriste frekvencijski blokovi drugačije širine od 5MHz, vrijednosti nivoa električnog polja se koriguju na način što se na navedene granične vrijednosti dodaje vrijednost $10 \times \log(\text{širina frekvencijskog bloka}/5\text{MHz})$.

Ostali bitni djelovi ove Preporuke u vezi sa prekograničnom koordinacijom za MFCN (TRA-ECS) mreže u radio-frekvencijskom opsegu 1452-1492MHz su identični kao i za opseg 694-790MHz i dati su u Odjeljku 5.2.1.4. ove Studije.

5.2.3. Regulatorni okvir za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 2300-2400MHz

Radio-frekvencijski opseg 2300-2400MHz je harmonizovan za upotrebu od strane MFCN (TRA-ECS) sistema, a regulatorni okvir na nivou CEPT-a, odnosno Evropske Unije čine:

- CEPT/ECC Odluka ECC/DEC/(14)02 o harmizovanim tehničkim i regulatornim uslovima za upotrebu opsega 2300-2400MHz za mobilne/fiksne komunikacione mreže (MFCN), od 27. juna 2014. godine,
- CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(14)04 o prekograničnoj koordinaciji za mobilne/fiksne komunikacione mreže (MFCN) i između MFCN i drugih sistema u opsegu 2300-2400MHz, od 30. maja 2014. godine i
- CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(15)04 o smjernicama za implementaciju dijeljenog okvira između MFCN i PMSE sistema unutar 2300-2400MHz, od 3. jula 2015. godine.

5.2.3.1. CEPT/ECC Odluka ECC/DEC/(14)02

CEPT/ECC Odluka ECC/DEC/(14)02 ima za cilj harmonizaciju implementacionih uslova za MFCN mreže uključujući širokopojasne bežične sisteme (BWS) u radio-frekvencijskom opsegu 2300-2400MHz. Te mjere uključuju najmanje restriktivne tehničke uslove (LRTC) uzimajući u obzir postojeći standardizacioni okvir i aktivnosti na svjetskom nivou, te odgovarajući frekvencijski aranžman.

U CEPT državama, ovaj opseg se trenutno koristi od strane sljedećih sistema/servisa:

- telemetrije (zemaljske i vazduhoplovne),
- druge vladine upotrebe poput bespilotnih vazduhoplovnih sistema (UAS - Unmanned Aircraft Systems),
- PMSE aplikacija (SAP/SAB video linkovi) i
- radioamaterskih sistema na sekundarnoj osnovi.

Za potrebe ove Odluke, licencirani dijeljeni pristup (LSA - *Licensed Shared Access*) je prepoznati prilaz od strane CEPT-a za administracije koje žele da uvedu MFCN sisteme, dok i dalje održavaju postojeću upotrebu sistema u ovom opsegu. Regulatorne mjere za LSA mogu osigurati dugoročnu upotrebu postojećih sistema u ovom opsegu. Regulatorni zahtjevi za LSA se postavljaju od strane nacionalnih regulatora u cilju uspostavljanja LSA režima korišćenja, uz zaštitu rada postojećih sistema u ovom opsegu. Pod LSA režimom, dodatni novi korisnici u opsegu se autorizuju za korišćenje frekvencija u datom opsegu ili njegovom dijelu, u skladu sa pravilima dijeljenja koji su sastavni dio njihovih prava vezanih za korišćenje spektra, obezbjeđujući na taj način svim autorizovanim korisnicima, uključujući i postojeće korisnike, obezbjeđivanje određenog kvaliteta servisa (QoS). Ključna karakteristika LSA režima je da se omogućava pružanje servisa predvidivog kvaliteta, kako od strane postojećih korisnika, tako i od strane LSA licenciranih korisnika spektra, pri čemu svi oni imaju ekskluzivan pristup spektru na datoj lokaciji i u dato vrijeme. LSA predstavlja alternativno regulatorno rješenje za pristup spektru od strane MFCN sistema, kada klasični pristup koji obuhvata oslobađanje ili prenamjenu (*refarming*) nije dostupan.

Razmatranom Odlukom su utvrđeni tehnički i operativni uslovi za opseg 2300-2400MHz, koji se odnose na frekvencijski aranžman (dat u Aneksu 1) i najmanje restriktivne tehničke uslove (date u Aneksu 2). Za administracije koje žele da uvedu MFCN sisteme, a na dugoročnom planu žele zadržati korišćenje ovog opsega od strane postojećih sistema, u Aneksu 3 su date smjernice za razvoj i implementaciju odgovarajućeg LSA režima.

Frekvencijski aranžman za opseg 2300-2400MHz je zasnovan na podjeli opsega na 20 neuparenih blokova širine 5MHz, a moguće je spajanje više susjednih blokova širine 5MHz u jedan širi blok. Korišćenje frekvencija je zasnovano na vremenskom razdvajanju *up* i *down* linka (TDD). Na Slici 5.11 je dat harmonizovani frekvencijski aranžman za opseg 2300-2400MHz.

TDD (MHz)																			
2300 MHz 2305 MHz	2305 MHz 2310 MHz	2310 MHz 2315 MHz	2315 MHz 2320 MHz	2320 MHz 2325 MHz	2325 MHz 2330 MHz	2330 MHz 2335 MHz	2335 MHz 2340 MHz	2340 MHz 2345 MHz	2345 MHz 2350 MHz	2350 MHz 2355 MHz	2355 MHz 2360 MHz	2360 MHz 2365 MHz	2365 MHz 2370 MHz	2370 MHz 2375 MHz	2375 MHz 2380 MHz	2380 MHz 2385 MHz	2385 MHz 2390 MHz	2390 MHz 2395 MHz	2395 MHz 2400 MHz
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Slika 5.11. Harmonizovani frekvencijski aranžman za opseg 2300-2400MHz

Kao što je prethodno navedeno, u Aneksu 2 ove Odluke, dati su najmanje restriktivni tehnički uslovi i to u formi maske ivice bloka (BEM) primjenjive na bazne i terminalne stanice MFCN sistema za sve scenarije implementacije. Maska ivice bloka za ovaj opseg je utvrđena kako bi se omogućila koegzistencija između MFCN sistema u opsegu 2300-2400MHz i primjenjuje se na prethodno dati frekvencijski aranžman, kao i da bi se osigurala koegzistencija sa sistemima koji rade u opsegu iznad 2400MHz. Maska ivica bloka data u Aneksu 2 ove Odluke ne uzima u obzir koegzistenciju rada MFCN sistema sa aplikacijama koje rade u nižem opsegu, dok se za koegzistenciju MFCN sistema sa ostalim postojećim sistemima koji rade u opsegu 2300-2400MHz primjenjuju smjernice date u Aneksu 3 ove Odluke. U Aneksu 2 ove Odluke su dati tehnički uslovi za MFCN bazne stanice koje rade sa različitim nivoom snage (makro, mikro, piko i femto bazne stanice) kao i tehnički uslovi za MFCN korisničku opremu.

U Aneksu 3 ove Odluke su date smjernice za implementaciju MFCN sistema pod LSA režimom u opsegu 2300-2400MHz u slučaju kada se ovaj opseg ili njegovi djelovi koriste, ili su dugoročno u planu da se koriste, od strane drugih sistema i aplikacija poput: telemetrije, PMSE aplikacija, bespilotnih vazduhoplovnih sistema i radioamaterskih sistema. Mogućnosti dijeljenja pristupa spektru mogu biti zasnovani na vremenskom, frekvencijskom ili prostornom razdvajanju. Takođe su dati i scenariji za nesmetan rad postojećih sistema u ovom opsegu, kao i koegzistenciju postojećih i MFCN sistema.

5.2.3.2. CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(14)04

U cilju maksimalno efikasnog korišćenja radio spektra u pograničnim oblastima između dvije ili više susjednih administracija, CEPT preporučuje da koordinacija između MFCN sistema u pograničnoj oblasti i frekvencijska koordinacija između MFCN i drugih sistema u susjdenim državama bude zasnovana na bilateralnim i multilateralim sporazumima između administracija.

Koordinacija između MFCN sistema u opsegu 2300-2400MHz bi trebala biti zasnovana na principima ograničenja nivoa električnog polja. Opseg 2300-2400MHz može biti korišćen za MFCN TDD sisteme bez koordinacije ako srednji nivo električnog polja svake ćelije koju proizvodi bazna stanica ne prevazilazi vrijednost od 30dB μ V/m/5MHz na visini od 3m iznad nivoa tla na graničnoj liniji između država. U slučaju kada su MFCN TDD sistemi sinhronizovani u radu sa obje strane granice, ovaj opseg može biti korišćen bez koordinacije ako srednji nivo električnog polja svake ćelije koju proizvodi bazna stanica ne prevazilazi vrijednost od 65dB μ V/m/5MHz na visini od 3m iznad nivoa tla na graničnoj liniji između država, odnosno vrijednost 49dB μ V/m/5MHz na visini od 3m iznad nivoa tla na rastojanju od 6km unutar teritorije susjedne države. Kada su u ovom opsegu definisani i između susjednih država distribuirani preferencijalni i nepreferencijalni blokovi, koordinacija se ne zahtijeva ako srednji nivo električnog polja svake ćelije koju proizvodi bazna stanica ne prevazilazi vrijednost od 65dB μ V/m/5MHz na visini od 3m iznad nivoa tla na graničnoj liniji između država, odnosno vrijednost 49dB μ V/m/5MHz na visini od

3m iznad nivoa tla na rastojnju od 6km unutar teritorije susjedne države za preferencijalne blokove, odnosno za nepreferencijalne blokove vrijednost od 30dB μ V/m/5MHz na visini od 3m iznad nivoa tla na graničnoj liniji između država. Za predikcije jačine električnog polja postupak izračunavanja treba raditi u skladu sa Aneksom 3 ove Preporuke. U slučaju da se koriste frekvencijski blokovi drugačije širine od širine bloka od 5MHz, vrijednosti nivoa električnog polja se koriguju na način što se na navedene granične vrijednosti dodaje vrijednost $10 \times \log(\text{širina frekvencijskog bloka}/5\text{MHz})$.

U Aneksu 2 Preporuke ECC/REC/(14)04 su date smjernice za uspostavljanje koordinacionih sporazuma između susjednih administracija između MFCN sistema koji rade sa jedne strane granice i drugih sistema koji rade u ovom opsegu sa druge strane granice, sa ciljem da se poveća efikasnost korišćenja radio spektra u ovom opsegu sa obje strane granične linije. U Aneksu 3 preporuke su dati odgovarajući propagacioni modeli za MFCN sisteme koji se trebaju koristiti pri proračunu interferirajuće snage polja.

Ovom preporukom, Aneksom 4, su date i karakteristike koje treba razmijeniti između administracija u slučaju potrebe sprovođenja koordinacione procedure, te rokovi u kojima administracija kojoj je poslat zahtjev za koordinaciju mora izvršiti evaluaciju zahtjeva i u kom mora dati odgovor na primljeni zahtjev.

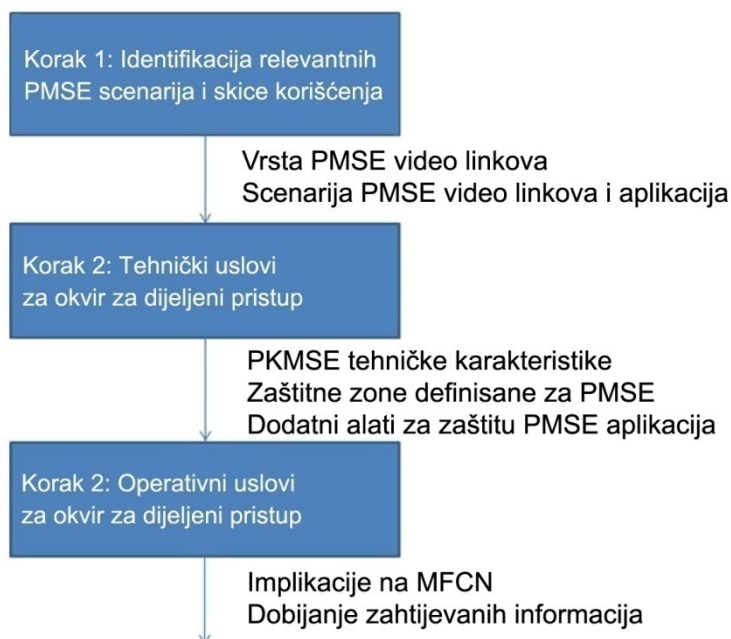
Koordinacija MFCN sistema u pograničnoj oblasti kada se koristi LTE tehnologija sa centralnim frekvencijama koje su poravnate, se sprovodi uz upotrebu PCI kodova koji su dati u Aneksu 5 ove Preporuke. Raspored PCI kodova po grupama, podjela administracija na četiri grupe, i način raspodjele PCI kodova u slučaju dvije, odnosno tri granične administracije je dat u dijelu 5.2.1.4. ove Studije.

Preporukom ECC/REC/(14)04 su date smjernice, da se u slučaju LTE mreža pri koordinaciji mogu koristiti i drugi radio parametri pored PCI kodova, u cilju minimizacije pogoršavanja efekata interferencije na *uplinku*, kao što su koordinacija referentnog signala za demodulaciju (DM RS) i koordinacija slučajnog fizičkog pristupnog kanala (PRACH). Ove smjernice su date u Aneksu 6 Preporuke.

5.2.3.3. CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(15)04

Imajući u vidu činjenicu da se u nekim CEPT administracijama opseg 2300-2400MHz već koristi i za PMSE aplikacije (SAP/SAB video linkovi), kao i za neke vladine aplikacije - video linkove za koje se operativni uslovi dijeljenja pristupa razlikuju od uslova dijeljenja pristupa sa komercijalnim PMSE aplikacijama, na nivou CEPT-a je donešena Preporuka ECC/REC/(15)04, kojom se administracijama koje žele da uvedu MFCN sisteme u opseg 2300-2400MHz i koje ujedno dugoročno imaju plan upotrebe PMSE aplikacija u ovom opsegu na njihovoj teritoriji, preporučuje primjena licenciranog dijeljenog pristupa (LSA), na bazi smjernica datih u ovoj Preporuci. U Aneksu 1 Preporuke su date smjernice i detaljna razrada za implementaciju okvira za LSA između MFCN

sistema i PMSE aplikacija u opsegu 2300-2400MHz, koji se sastoji iz tri koraka prikazana na Slici 5.12.



Slika 5.12. Koraci za implementaciju djeljenog pristupa radio-frekvencijama između MFCN sistema i PMSE aplikacija u opsegu 2300-2400MHz

U Aneksu 2 Preporuke je dat primjer upitnika koji se može koristiti od strane administracije u cilju pribavljanja informacija o rasprostranjenosti korišćenja PMSE video linkova u ovom opsegu, uključujući informacije o vrstama video linkova i potrebama za koje se koriste. Na osnovu analize upitnika, administracija može napraviti skicu korišćenja PMSE aplikacija koja bi sadržala informacije o vrsti video linkova, radio-frekvencijama koje koriste PMSE sistemi, teritoriji na kojoj se koriste i vremenu korišćenja.

5.2.4. Regulatorni okvir za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 3400-3800MHz

Regulatorni okvir na nivou CEPT-a, odnosno Evropske unije u vezi sa korišćenjem opsega 3400-3800MHz za MFCN sisteme čine:

- CEPT/ECC Odluka ECC/DEC/(07)02 o dostupnosti opsega 3400-3800MHz za harmonizovanu implementaciju sistema sa širokopojasnim bežičnim pristupom (BWA), od 30.03.2007. godine,
- CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(04)05 o smjernicama za uređivanje i dodjelu fiksnih bežičnih sistema tipa tačka - više tačaka u frekvencijskim opsezima 3400-3600MHz i 3600-3800MHz,
- CEPT/ECC Odluka ECC/DEC/(11)06 o harmonizovanom frekvencijskom aranžmanu za mobilne/fiksne komunikacione mreže (MFCN) u opsezima 3400-3600MHz i 3600-3800MHz,
- Implementaciona odluka Evropske Komisije broj 2014/276/EU o dopuni Odluke broj 2008/411/EC o harmonizaciji radio-frekvencijskog

- opsega 3400-3800MHz za zemaljske sisteme, za pružanje elektronskih komunikacionih servisa u Uniji, od 02.05.2014. godine i
- CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(15)01 o prekograničnoj koordinaciji za mobilne/fiksne komunikacione mreže (MFCN) u radio-frekvencijskim opsezima 694-790MHz, 1452-1492MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz, od 13.02.2015.godine, uključujući i dopunu od 05.02.2016. godine.

U nastavku je dat kratak pregled sadržine ovih dokumenata.

5.2.4.1. CEPT/ECC Odluka ECC/DEC/(07)02

CEPT/ECC Odlukom ECC/DEC/(07)02, utvrđena je dostupnost frekvencijskog opsega 3400-3800MHz za harmonizovanu implementaciju širokopojasnih bežičnih pristupnih sistema (BWA). Rezultati CEPT studija su jasno identifikovali opseg 3400-3600MHz za implementaciju BWA sistema, dok je opseg 3600-3800MHz identifikovan kao alternativni frekvencijski opseg za implementaciju ovih sistema. Ovom Odlukom je data mogućnost administracijama da dozvole fleksibilno korišćenje modova od strane autorizovanih BWA sistema, i to u skladu sa uslovima datim u Aneksu Odluke. Takođe je propisano da će administracije voditi računa o kompatibilnosti rada BWA sistema sa sisemima i servisima koji već rade u ovom i susjednim frekvencijskim opsezima, poput fiksne službe i fiksne-satelitske službe, što može iziskivati odgovarajuću koordinaciju.

U slučaju odobravanja fleksibilnog korišćenja modova za BWA sisteme, Aneksom ove Odluke je propisano da će administracije prilikom donošenja odgovarajućih odlukavoditi računa o:

- usklađenosti sa međunarodnom i nacionalnom regulativom,
- regulatornim ograničenjima i uslovima za postojeće korisnike u opsegu 3400-3800MHz,
- tehničkim zahtjevima koji su utvrđeni postojećim međunarodnim koordinacionim sporazmima.

Smjernice i tehnički uslovi za implementaciju BWA sistema sa fleksibilnim korišćenjem modova, uz sprovođenje procesa izdavanja odobrenja na tehnološki neutralnoj osnovi, su dati u CEPT/ECC Preporuci ECC/REC/(04)05. U slučaju MWA korisničkog moda, u aneksu Odluke ECC/DEC/(07)02 su dati i dodatni tehnički uslovi koje moraju ispunjavati mobilne korisničke terminalne stanice.

5.2.4.2. CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(04)05

CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(04)05 daje smjernice za implementaciju bežičnih fiksnih sistema tipa tačka - više tačaka u opsezima 3400-3600MHz i 3600-3800MHz. Ova Preporuka upućuje administracije na dodjelu blokova sukcesivno, ukoliko žele realizaciju bežičnih fiksnih sistema tipa tačka - više tačaka (FWS PMP sistemi) u ovim opsezima, slijedeći smjernice iz Aneksa 1

Preporuke, a koje se odnose na željeni aranžman blokova i njihovu veličinu, uključujući i određene zahtjeve za interne zaštitne blokove. Takođe, administracije će odlučiti da li će se frekvencije dodijeljivati za pružanje servisa na lokalnom/regionalnom ili nacionalnom nivou. Blokove treba aranžirati korišćenjem agregacije više osnovnih slotova širine 0,25MHz. Moguće je formirati i blokove u skladu sa postojećim frekvencijskim planom (npr. raster od 3,5MHz). Prilikom dodjele blokova različitim korisnicima unutar iste geografske oblasti, dodjelu treba uraditi na način da se dodjeljuju jednaki ili blokovi slične veličine, kako bi se lakše implementirale mjere za koegzistenciju sistema od strane operatora kojima su dodijeljeni susjedni blokovi. Aneksom su propisane preferirane veličine sukcesivno dodijeljenih blokova za slučaj uparenog i neuparenog frekvencijskog aranžmana. Takođe, dati su primjeri šema blokova za jednake uparene frekvencijske blokove u opsezima 3400-3600MHz i 3600-3800MHz, kao i primjer za slučaj kombinovanog uparenog i neuparenog bloka u ovim opsezima. Kod uparenih frekvencijskih aranžmana razmak između *uplink*-a i *downlink*-a je 100MHz.

U Aneksu 2 ove Preporuke definisane su smjernice za određivanje maksimalnih mogućih ograničenja EIRP-a baznih i terminalnih stanica FWS PMP sistema, kako bi se odredili nivoi za koordinaciona rastojanja između različitih geografskih oblasti ili za prekogranične koordinacione sporazume, ili za dijeljenje opsega sa drugim servisima.

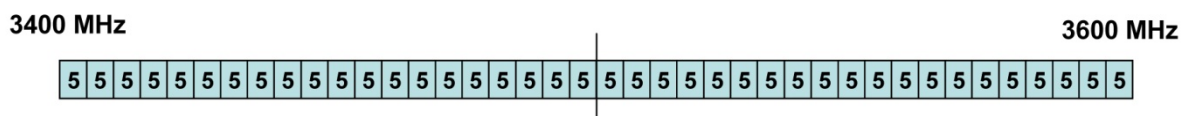
Referentne maske ivice bloka (BEM) za bazne i terminalne stanice su date u Aneksu 3 Preporuke. U Aneksu 4 su date smjernice za izbjegavanje interferencije između FWA operatora u datoj geografskoj oblasti, dok su u Anksu 5 dati neki primjeri standardizovanih FWS PMP tehnologija.

5.2.4.3. CEPT/ECC Odluka ECC/DEC/(11)06

Harmonizacija frekvencijskih aranžmana u opsezima 3400-3600MHz i 3600-3800MHz za mobilne/fiksne komunikacione mreže (MFCN) izvršena je u cilju povećanja brzine prenosa, kako bi se obezbjedio napredak postojećeg regulatornog okvira bez značajnijih intervencija na sistemima čiji je rad zasnovan na postojećem regulatornom okviru. Kroz sprovedene studije CEPT je došao do zaključka da će za implementaciju MFCN sistema u ovim opsezima biti potrebno utvrditi novu masku ivice bloka (BEM).

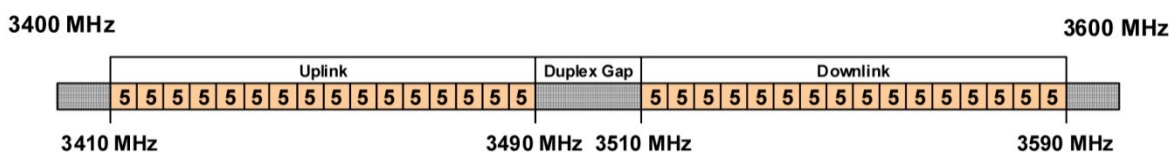
U Odluci ECC/DEC/(11)06 je propisano da administracije mogu dodijeliti ovaj opseg na ne-ekskluzivnoj osnovi za MFCN sisteme bez prejeduciranja zaštite i nastavka rada postojećih korisnika u ovom opsegu. U slučaju implementacije MFCN sistema u opsegu 3400-3600MHz, administracije treba da korise preferirani frekvencijski aranžman za TDD mod dat u Aneksu 1, odnosno alternativni frekvencijski aranžman za FDD mod, dat u Aneksu 2 ove Odluke. Harmonizovani frekvencijski aranžman za MFCN sisteme koji bi radili u TDD modu u opsegu 3600-3800MHz je dat u Aneksu 3.

Preferirani frekvencijski aranžman u opsegu 3400-3600MHz je zasnovan na TDD modu, sa blokovima širine 5MHz, koji počinju od donje ivice opsega, tj. od 3400MHz. Grafički prikaz ovog frekvencijskog aranžmana je dat na Slici 5.13.



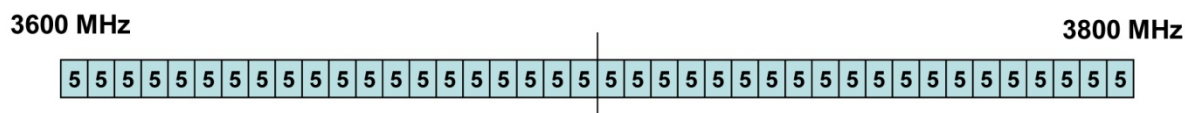
Slika 5.13. Preferirani frekvencijski aranžman u opsegu 3400-3600MHz

Alternativni frekvencijski aranžman za opseg 3400-3600MHz zasnovan je na FDD modu sa blokovima širine 5MHz, koji počinju od frekvencije 3410MHz. Podopseg 3410-3490MHz je namijenjen za *uplink*, a podopseg 3510-3590MHz za *downlink*. Dupleksni rascjep je širine 20MHz. Grafički prikaz ovog frekvencijskog aranžmana je dat na Slici 5.14.



Slika 5.14. Alternativni frekvencijski aranžman za opseg 3400-3600MHz

Harmonizovani frekvencijski aranžman za opseg 3600-3800MHz za TDD mod je zasnovan na blokovima širine 5MHz, koji počinju od donje ivice opsega, tj. od frekvencije 3600MHz. Grafički prikaz je dat na Slici 5.15.



Slika 5.15. Harmonizovani frekvencijski aranžman za opseg 3600-3800MHz

Za sva tri harmoniovana frekvencijska aranžmana blokovi širine 5MHz mogu biti pomjereni, kako bi se obezbjedio spektar za druge sisteme, pri čemu bi raster trebao biti 100kHz. U cilju obezbjeđenja veće efikasnosti opsega, više susjednih blokova može biti predodređeno za korišćenje od strane drugih korisnika i sistema.

Najmanji restriktivni tehnički uslovi za implementaciju MFCN sistema u opsezima 3400-3600MHz i 3600-3800MHz su dati u Aneksu 4. U Aneksu 5 ove Odluke su dati ključni principi koji se odnose na koegzistenciju MFCN sistema i drugih sistema koji rade u ovim opsezima, a koji nijesu MFCN sistemi.

5.2.4.4. Implementaciona odluka Evropske Komisije broj 2014/276/EU

Predmetnom odlukom Evropske Komisije je izvršena dopuna Odluke ECC/411/EC, čime je opseg 3400-3800MHz učinjen dostupnim za implementaciju zemaljskih elektronskih komunikacionih mreža u skladu sa parametrima datim u Aneksu ove Odluke. Administracije država članica Evropske Unije su u obavezne da osiguraju odgovarajuću zaštitu sistemima koji rade u susjednim opsezima. U slučaju da se države graniče sa državama koje nisu članice Evropske Unije, mogu odstupati od obaveza za implementaciju ove Odluke u geografskim oblastima gdje koordinacija sa tim državama zahtijeva odstupanja od datih parametara, uz obavezu da takva odstupanja što prije riješe. Administracije su pozvane da unaprijeđuju i ubrzavaju sklapanje prekograničnih koordinacionih sporazuma, sa ciljem da se omogući implementacija ovih mreža, uzimajući u obzir postojeće regulatorne procedure i prava. Uslovi propisani ovom Odlukom su počeli da se primjenjuju od 30.06.2015. godine.

U Aneksu ove Odluke su dati opšti uslovi vezani za frekvencijski aranžman i tehnički uslovi za bazne stanice u formi maske ivice bloka (BEM). Preferirano razdvajanje *uplink* i *downlink* veze u opsegu 3400-3600MHz je zasnovano na vremenom razdvajanju, dok se alternativno može koristiti FDD mod i to u slučajevima:

- osiguranja veće efikasnosti korišćenja spektra, kada se ovaj podopseg koristi i od strane BWA sistema, i to u prelaznom periodu,
- zaštite postojeće upotrebe ili izbjegavanja interferencije ili
- koordinacije radio-frekvencija sa državama koje nisu članice Evropske Unije.

U slučajevima kada je realizovan FDD mod, razmak između predaje i prijema će biti 100MHz, pri čemu će podopseg 3410-3490MHz biti namijenjen za *uplink*, a podopseg 3510-3590MHz za *downlink*.

Razdvajanje *uplink* i *downlink* veze u podopsegu 3600-3800MHz zasnovano je isključivo na TDD principu.

Korisniku radio-frekvencija se može dodijeliti jedan ili više sukcesivnih blokova širine od po 5MHz, pri čemu se raspored blokova vrši od donje granice opsega. U slučaju da se mora izvršiti pomjeranje granice bloka zbog postojećih korisnika, potrebno je izvršiti pomjeraj donje ivice bloka korišćenjem rastera od 100kHz.

U Aneksu ove Odluke su dati i tehnički uslovi maske ivice bloka (BEM) sa kojima mora biti usklađen rad bazne stanice, odnosno rad terminalne stanice.

5.2.4.5. CEPT/ECC Preporuka ECC/REC/(15)01

U Aneksu 1 ove Preporuke propisano je da opsezi 3400-3600MHz i 3600-3800MHz mogu biti korišćeni od strane nesinhronizovanih MFCN TDD sistema

bez koordinacije, ukoliko srednji nivo električnog polja svake ćelije bazne stanice ne prevazilazi vrijednost od 32dB μ V/m/5MHz na visini od 3m iznad nivoa tla na graničnoj liniji između država.

Kada su MFCN TDD sistemi sinhronizovani sa obje stranice granične linije, ili je implementirana samo *downlink* veza sa obje strane granice, opsezi 3400-3600MHz i 3600-3800MHz mogu biti korišćeni bez koordinacije sa administracijom susjedne države, ukoliko srednji nivo električnog polja svake ćelije bazne stanice ne prevazilazi vrijednost od 67dB μ V/m/5MHz na visini od 3m iznad nivoa terena na graničnoj liniji između država, odnosno vrijednost od 49dB μ V/m/5MHz na visini od 3m iznad nivoa terena na rastojnju od 6km unutar teritorije susjedne države.

U slučaju kada su u ovim opsezima definisani preferencijalni i nepreferencijalni blokovi koji su raspodjeljeni između administracija susjednih država, koordinacija se ne zahtijeva ukoliko srednji nivo električnog polja svake ćelije bazne stanice ne prevazilazi vrijednost od 67dB μ V/m/5MHz na visini od 3m iznad nivoa tla na graničnoj liniji između država, odnosno vrijednost od 49dB μ V/m/5MHz na visini od 3m iznad nivoa tla na rastojnju od 6km unutar teritorije susjedne države, za preferencijalne blokove. U slučaju nepreferencijalnih blokova, koordinacija se ne zahtijeva ukoliko srednji nivo električnog polja svake ćelije bazne stanice ne prevazilazi vrijednost od 32dB μ V/m/5MHz na visini od 3m iznad nivoa tla na graničnoj liniji između država.

Podopseg 3510-3590MHz može biti korišćen za *downlink* vezu za MFCN FDD sisteme bez koordinacije ukoliko srednji nivo električnog polja svake ćelije bazne stanice ne prevazilazi vrijednost:

- od 67dB μ V/m/5MHz na visini od 3m iznad nivoa tla na graničnoj liniji između država, odnosno vrijednost od 49dB μ V/m/5MHz na visini od 3m iznad nivoa tla na rastojnju od 6km unutar teritorije susjedne države, za slučaj kada su u susjednoj državi implementirani MFCN FDD sistemi,
- od 32dB μ V/m/5MHz na visini od 3m iznad nivoa tla na graničnoj liniji između država, za slučaj kada su u susjednoj državi implementirani MFCN TDD sistemi.

Za predikcije jačine električnog polja postupak izračunavanja treba raditi u skladu sa Aneksom 2 ove Preporuke. U slučaju da se koriste frekvencijski blokovi drugačije širine od širine bloka od 5MHz, vrijednosti nivoa električnog polja se koriguju na način što se na navedene granične vrijednosti dodaje vrijednost $10 \times \log(\text{širina frekvencijskog bloka}/5\text{MHz})$.

Ostali bitni djelovi ove Preporuke u vezi sa prekograničnom koordinacijom za MFCN (TRA-ECS) mreže u radio-frekvencijskom opsegu 3400-3800MHz su isti kao i za opsege 694-790MHz i 1452-1492MHz i dati su dijelu 5.2.1.4. ove Studije.

6. ANALIZA TEHNIČKIH MOGUĆNOSTI, USLOVA I VREMENSKIH ROKOVA ZA IMPLEMENTACIJU MFCN (TRA-ECS) SISTEMA U OPSEZIMA 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz I 3600-3800MHz U CRNOJ GORI

U ovom poglavlju Studije daje se analiza tehničkih mogućnosti, uslova i vremenskih rokova za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsezima 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz u Crnoj Gori, i to za dva moguća scenarija: (a) zajedničko korišćenje spektra sa postojećim sistemima i (b) oslobađanje opsega od strane postojećih sistema i opredjeljivanje cjelokupnog opsega za MFCN (TRA-ECS) sisteme.

6.1. Analiza mogućnosti implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 694-790MHz

Kao što je navedeno u Odjeljku 3.1.1 ove Studije, opseg 694-790MHz se u Crnoj Gori koristi od strane sistema digitalne zemaljske TV radio-difuzije. Trenutno je dodijeljen samo TV kanal 49 i to privrednom društvu "Radio-difuzni centar" d.o.o. Podgorica (RDC) u allotment zoni Tvrdas za potrebe DVB-T2 MUX-a 1. Na kanalu 49 u allotment zoni Tvrdas emituju DVB-T2 predajnici/*gap filler*-i na lokacijama Tvrdas, Mrčevac, Gosteč, Šula, Gradac i Vrulja u opštini Pljevlja. Osim navedenih predajnika/*gap filler*-a, RDC koristi kanal 49 i na lokacijama Mratinje u opštini Plužine, Anteševac u Glavnom gradu Podgorica i Ljubotinji i Ceklin u Prijestonici Cetinje. Takođe, navedeno je da je početkom 2017. godine dogovorena administrativna procedura, koraci i rokovi za migraciju pomenutih predajnika/*gap filler*-a sa TV kanala 49 na TV kanal 46, koji ne pripada opsegu 694-790MHz. Prema raspoloživim informacijama, pomenuta procedura je započeta i preduzeti su odgovarajući administrativni i tehnički koraci kako bi promjena radnih frekvencija na predmetnim predajnicima/*gap filler*-ima bila završena najkasnije do kraja 2017. godine.

Scenario (a): Zajedničko korišćenje spektra sa postojećim sistemima

S obzirom da će u kratkom roku opseg 694-790MHz biti u potpunosti oslobođen od postojećih sistema drugih službi kojima je namijenjen, u ovoj Studiji se neće razmatrati mogućnosti i uslovi za zajedničko korišćenje ovog opsega između MFCN (TRA-ECS) sistema i sistema digitalne zemaljske TV radio-difuzije. Dalja analiza polazi od pretpostavke da se u Crnoj Gori nadalje neće razvijati sistemi digitalne zemaljske TV radio-difuzije u opsegu 694-790MHz.

Scenario (b): Oslobađanje opsega od strane postojećih sistema

Pod pretpostavkom da se u narednom periodu opseg 700MHz neće koristiti za DTV sisteme, cjelokupan opseg treba opredijeliti za sisteme mobilne službe: MFCN (TRA-ECS), PPDR i eventualno PMSE.

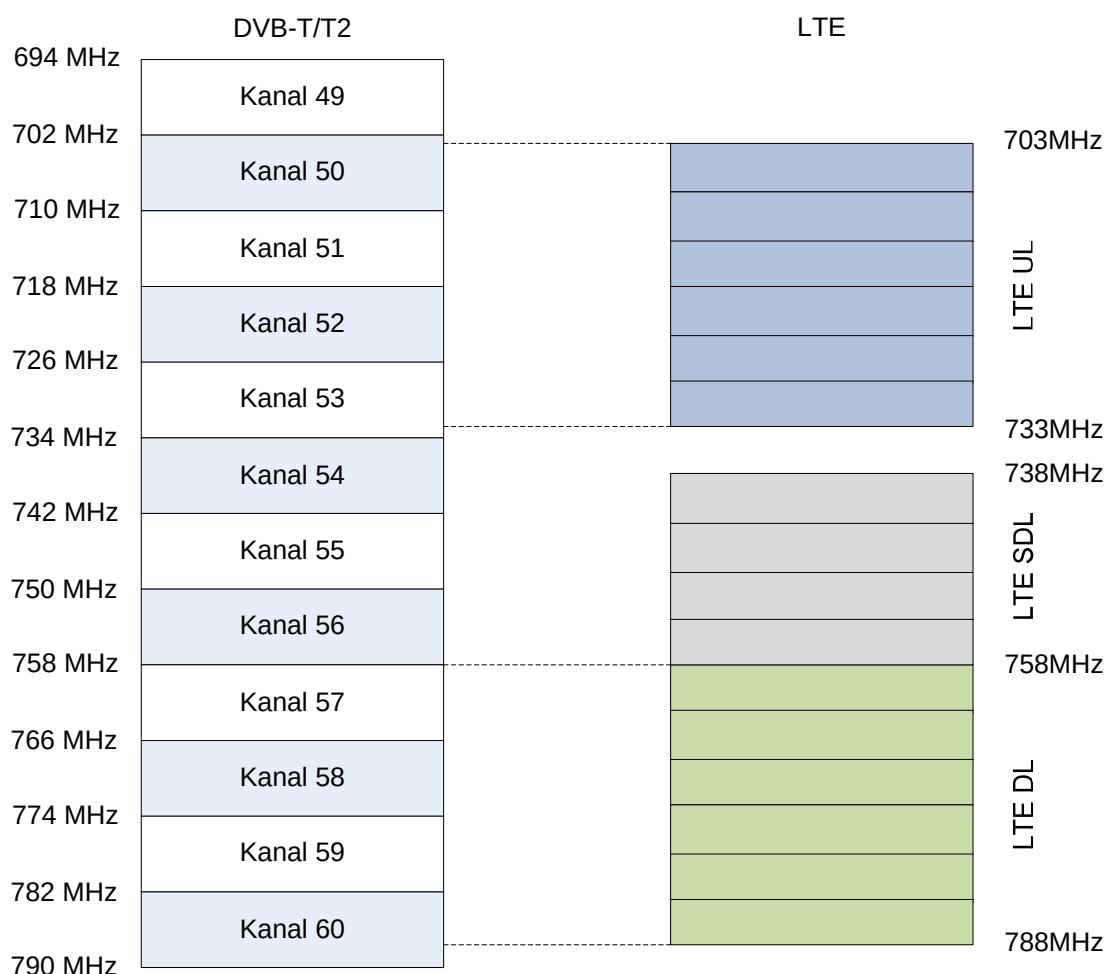
Frekvencijski aranžman za MFCN (TRA-ECS) sisteme treba bazirati na uparenim kanalima širine 2x5MHz iz opsega 703-733MHz (za *uplink*), upareno sa 758-788MHz (za *downlink*) i FDD tipu dupleksa, saglasno Odluci ECC/DEC/(15)01. Eventualno se može predvidjeti do četiri neuparena bloka širine 5MHz iz opsega 738-758MHz za SDL. Odgovarajući tehnički uslovi za bazne i terminalne stanice treba da budu propisani saglasno Aneksu 2 Odluke ECC/DEC/(15)01.

Iako će u kratkom roku opseg 694-790MHz u Crnoj Gori biti oslobođen za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema, valorizacija opsega za ove primjene u mnogome zavisi od razvoja situacije u vezi sa oslobađanjem opsega od DTV sistema u susjednim državama. U Odjeljku 3.2.1 detaljno je analizirano stanje u pogledu namjene i korišćenja opsega u susjednim državama. Analiza je pokazala da na implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u Crnoj Gori određeni uticaj mogu imati sistemi digitalne zemaljske TV radio-difuzije u Republici Hrvatskoj, Republici Italiji i Republici Albaniji. Radi ilustracije na Slici 6.1 je prikazano preklapanje DVB-T/T2 i LTE kanalnog aranžmana u opsegu 700MHz.

Na korišćenje opsega 694-790MHz za MFCN sisteme u Crnoj Gori od uticaja mogu biti hrvatski DVB-T predajnici na kanalima 51 i 59 (emisione lokacije Gruda, Srđ, Slano, Župa dubrovačka...), a manje vjerovatno predajnici na kanalu 53 (emisione lokacije Rota, Vidova Gora, Metković...). S obzirom da TV kanali 51 i 53 preklapaju opseg za LTE *uplink*, izvjesno je da će predajnici na ovim kanalima generisati smetnje prema LTE mobilnim mrežama na području Boke Kotorske, a vjerovatno i na području centralnog i istočnog dijela primorske regije u Crnoj Gori. Pomenute smetnje mogu otežavati rad LTE radio baznih stanica kroz smanjenje ukupnog kapaciteta, a u ekstremnim slučajevima i u potpunosti onemogućiti njihov rad.

Kako pokazuju rezultati mjerenja nivoa signala u opsegu 694-790MHz na lokaciji RKMC Crni rt u Baru, na svim kanalima, osim TV kanala 53 i 54, prisutni su signali digitalne televizije, koji potiču od predajnika u Republici Italiji ili u Republici Albaniji. DTV instalacije u Republici Italiji u predmetnom opsegu mogu otežati, a u nekim oblastima južne regije čak i onemogućiti korišćenje opsega za MFCN (TRA-ECS) sisteme u Crnoj Gori.

Od kanala koji pripadaju opsegu 694-790MHz u allotment zonama koje mogu biti od značaja za korišćenje opsega u Crnoj Gori, u Republici Albaniji su u upotrebi TV kanali 51 i 59 u allotmentu Shkōder i kanali 53, 57 i 59 u allotmentu Tirana. Signali na kanalima 51 i 59 se jasno uočavaju na grafiku koji prikazuje rezultate mjerenja signala u predmetnom opsegu na lokaciji GKMC na Dajbabskoj Gori u Podgorici, dok su signali na kanalima 57 i 59 snimljeni na lokaciji RKMC Crni rt u Baru. Slično kao i u slučaju Republike Italije, DTV instalacije u Republici Albaniji u predmetnom opsegu mogu otežati, a u dijelu glavnog grada Podgorice i nekim oblastima južne regije čak i onemogućiti korišćenje opsega za MFCN (TRA-ECS) sisteme.



Slika 6.1. Prikaz preklapanja DVB-T/T2 i LTE kanalnog aranžmana u opsegu 700MHz

Kako ne postoje poznate tehničke ili druge mjere kojima se mogu suzbiti smetnje od strane digitalnih TV predajnika prema LTE mobilnim mrežama, pogotovo u dijelu opsega koji se koristi za LTE *uplink*, korišćenje opsega 700MHz na čitavoj teritoriji Crne Gore za MFCN (TRA-ECS) sisteme nije moguće sve dok se opseg u potpunosti ne oslobodi od sistema digitalne zemaljske TV radio-difuzije u Republici Hrvatskoj, Republici Italiji i Republici Albaniji.

Kako je već navedeno, prema predlogu "*Strategije prelaska digitalne zemaljske televizije na sustav DVB-T2*", u Republici Hrvatskoj će opseg 700MHz postepeno biti oslobađan od sistema digitalne televizije u periodu od 2019-2021. godine. U Republici Albaniji je nacionalnim planom namjene radio-frekvencijskog spektra propisano da će se u skladu sa odgovarajućom odlukom Evropske Unije, opseg koristiti za MFCN sisteme nakon 2020. godine. Rokovi za migraciju sistema digitalne televizije iz opsega 700MHz u niže djelove UHF TV opsega u Republici Italiji još uvijek nijesu definisani. Imajući u vidu obim DTV instalacija u ovom opsegu i raspoložive resurse u nižim opsezima, jasno je da će oslobađanje opsega 700MHz za MFCN sisteme u Italiji predstavljati veliki izazov. Kada se uzme u obzir navedeno, kao i rokovi definisani Odlukom Evropskog Parlamenta i Savjeta broj (EU)

2017/899 o upotrebi radio-frekvencijskog opsega 470-790MHz u Uniji, od 17. maja 2017. godine, jasno je da se uslovi za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 694-790MHz na nacionalnom nivou mogu steći tek polovinom 2020. godine, a u slučaju produženja roka za oslobađanje opsega u nekoj od susjednih država, čak i polovinom 2022. godine.

U slučaju interesovanja za korišćenje ovog opsega od strane mobilnih operatora prije otklanjanja smetnji od DTV predajnika iz susjednih zemalja, kao prelazno rješenje Agencija može razmotriti dodjelu opsega koja bi, do sticanja uslova za implementaciju mobilnih mreža na čitavoj teritoriji države, obuhvatila dio centralne regije (bez Podgorice i Danilovgrada) i sjevernu regiju Crne Gore.

6.2. Analiza mogućnosti implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 1452-1492MHz

Opseg 1452-1492MHz se u Crnoj Gori koristi od strane fiksne službe za realizaciju jednosmjernih fiksnih veza za prenos radijskog FM modulišućeg signala. Kako je navedeno u Odjeljku 3.1.2 ove Studije, za dvije od tri fiksne veze koje trenutno rade u opsegu 1452-1492MHz odgovarajuće odobrenje ističe do oktobra 2017. godine, dok odobrenje za vezu Hit Radija od Studija u centru Podgorice do Sjenice ističe u novembru 2019. godine. Na osnovu analize korišćenja opsega 1452-1492MHz u susjednim državama, u Odjeljku 3.1.2 ove Studije je zaključeno da primjene u ovom opsegu u susjednim državama ne mogu imati uticaja na implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u Crnoj Gori.

Nezavisno od scenarija implementacije, za MFCN (TRA-ECS) sisteme (preciznije za SDL primjene) u opsegu 1452-1492MHz treba predvidjeti frekvencijski aranžman zasnovan na podjeli opsega na neuparene kanale širine 5MHz, saglasno Odluci ECC/DEC/(13)03. Odgovarajući tehnički uslovi za bazne stanice treba da budu propisani saglasno Aneksu 2 pomenute Odluke.

Scenario (a): Zajedničko korišćenje spektra sa postojećim sistemima

Zajedničko korišćenje opsega 1452-1492MHz od strane MFCN (TRA-ECS) sistema i drugih postojećih sistema podrazumijeva potpunu zaštitu tih sistema od smetnji koje bi prema tim sistemima mogli uzrokovati MFCN sistemi. Pod pretpostavkom da se u Crnoj Gori u opsegu 1452-1492MHz u narednom periodu neće razvijati sistemi zemaljskog i satelitskog radija, u slučaju zajedničkog korišćenja opsega potrebno je obezbijediti zaštitu postojećih fiksnih veza za jednosmjerni prenos radijskog modulišućeg signala od studija do predajnika. Dalja analiza će se vršiti pod pretpostavkom da odobrenja za korišćenje radio-frekvencija za dvije veze koja ističu tokom 2017. godine neće biti produžena, te da se opseg neće dodjeljivati za nove fiksne veze.

S obzirom da je centralna frekvencija dodijeljenog radio kanala širine 0,5MHz za jednosmjernu vezu Hit Radija od Studija u centru Podgorice do Sjenice (za koju dodjela važi do novembra 2019. godine) 1491MHz, implementacija MFCN (TRA-ECS) sistema na bazi dijeljenja opsega je moguća u dijelu opsega kome pripadaju prvih sedam kanala širine 5MHz (1452-1487MHz) na nacionalnom nivou, a cjelokupnog opsega (svih osam kanala širine 5MHz) na nacionalnom nivou, sa izuzetkom lokacije Sjenica i drugih lokacija/sektora LTE radio baznih stanica u Podgorici sa kojih je signal prisutan na lokaciji emisionog centra Sjenica, kao prijemne strane predmetne jednosmjerne fiksne veze čija se zaštita zahtijeva. Ovaj scenario implementacije se može primijeniti već od oktobra 2017. godine.

Scenario (b): Oslobađanje opsega od strane postojećih sistema

Oslobađanje opsega 1452-1492MHz od strane postojećih sistema podrazumijeva migraciju jednosmjerne veze Hit Radija od Studija u centru Podgorice do Sjenice u drugi opseg. Za ove potrebe se može koristiti opseg 1525-1535MHz koji je Planom namjene radio-frekvencijskog spektra opredijeljen za jednosmjerni prenos radijskog modulacionog signala od studija do predajnika. Sa tehničkog aspekta, migracija predmetne veze u opseg 1525-1535MHz se može realizovati u kratkom roku (koriste se iste antene i kablovi, a najvjerovatnije nije potrebna zamjena predajnika/prijemnika, već samo prepodešavanje radnih frekvencija).

6.3. Analiza mogućnosti implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 2300-2400MHz

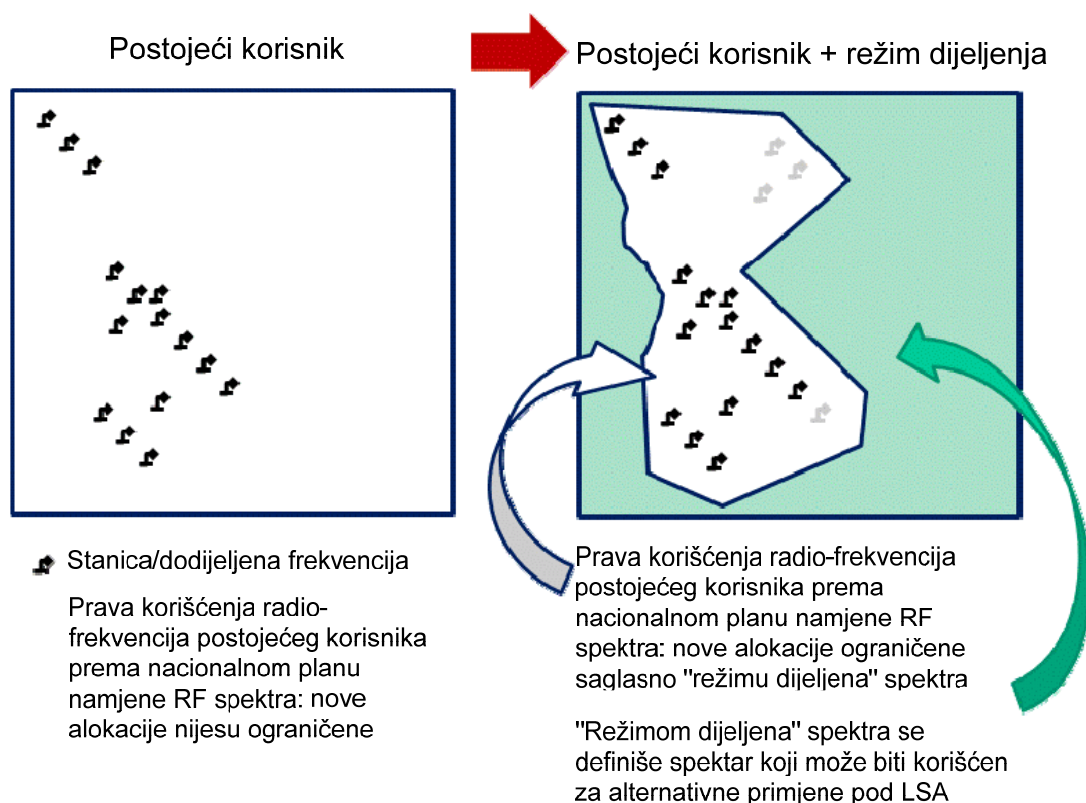
Kako je navedeno u Odjeljku 3.1.3 ove Studije, opseg 2300-2400MHz se u Crnoj Gori trenutno koristi za jednosmjerne prenosne veze tipa "tačka-tačka" za prenos televizijskog signala i pratećih signala zvuka radio-difuznog kvaliteta (jedna vrsta PMSE aplikacije). Opseg koristi RTCG za potrebe direktnog prenosa TV programa koji se proizvodi van studija. Korišćenje opsega je povremeno tokom ograničenog vremenskog perioda i na pojedinačnim lokacijama/trasama. Na osnovu analize korišćenja ovog opsega u susjednim državama date u Odjeljku 3.1.3 ove Studije zaključuje se da primjene u opsegu 2300-2400MHz u susjednim državama ne mogu imati uticaja na implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u Crnoj Gori.

Nezavisno od scenarija implementacije, za MFCN (TRA-ECS) sisteme u opsegu 2300-2400MHz treba predvidjeti frekvencijski aranžman zasnovan na podjeli opsega na neuparene kanale širine 5MHz i primjeni TDD tipa dupleksa, saglasno Odluci ECC/DEC/(14)02. Odgovarajući tehnički uslovi za bazne i terminalne stanice treba da budu propisani saglasno Aneksu 2 pomenute Odluke.

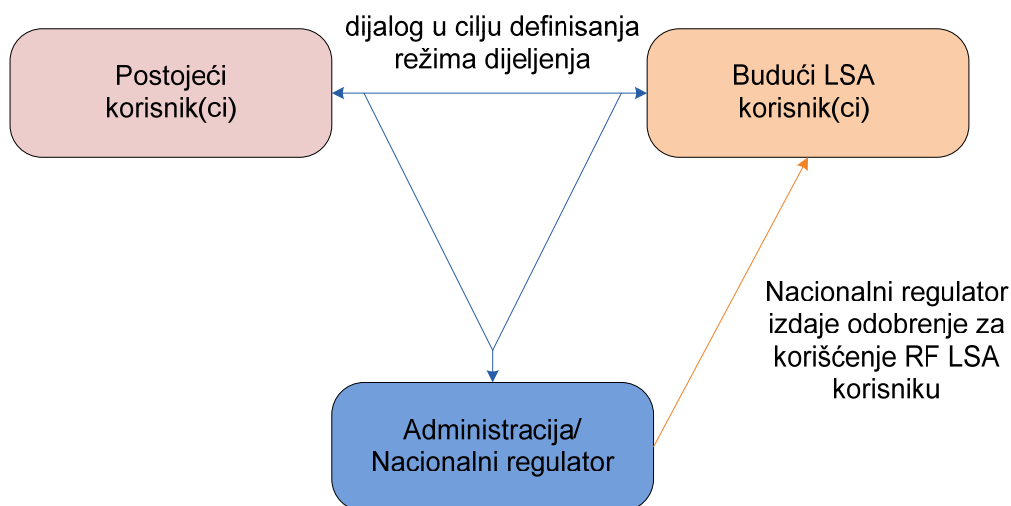
Scenario (a): Zajedničko korišćenje spektra sa postojećim sistemima

S obzirom na povremeni režim korišćenja opsega za PMSE aplikacije, i to u ograničenoj oblasti, u slučaju kada prilike na nacionalnom nivou nalažu zadržavanje ovih sistema, opseg 2300-2400MHz se smatra tipičnim primjerom za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema na principu licenciranog dijeljenog pristupa (LSA). U Odjeljku 5.2.3.1 je dat opšti koncept LSA pristupa, dok je u Odjeljku 5.2.3.3 dat pregled koraka za uspostavljanje LSA režima između PMSE i MFCN sistema u opsegu 2300-2400MHz, saglasno smjernicama iz Preporuke ECC/REC/(15)04.

LSA predstavlja komplementarni mehanizam pristupa spektru u odnosu na ekskluzivne i statičke dodjele, tipične za mobilne komunikacione mreže. Na osnovu regulatornih i tehničkih uslova postavljenih od strane nacionalnog regulatora u cilju uspostavljanja LSA režima korišćenja radio-frekvencija, dozvoljava se pristup spektru novim korisnicima, uz zaštitu rada postojećih sistema u opsegu. Prema ovom konceptu novi korisnici se autorizuju za korišćenje radio-frekvencija u datom opsegu ili njegovom dijelu, u skladu sa LSA uslovima, koji su sastavni dio njihovih odobrenja za korišćenje radio-frekvencija, pri čemu se svim autorizovanim korisnicima, uključujući i postojeće korisnike, obezbjeđuje određeni kvalitet servisa (QoS). Ključna karakteristika LSA režima je da se omogućava pružanje servisa predvidivog kvaliteta, kako od strane postojećih korisnika, tako i od strane LSA licenciranih korisnika spektra, pri čemu svi oni imaju ekskluzivan pristup spektru na datoj lokaciji i u dato vrijeme. LSA koncept je prikazan na Slici 6.2, dok je na Slici 6.3 prikazana uprošćena šema regulatornog procesa za uspostavljanje LSA režima.

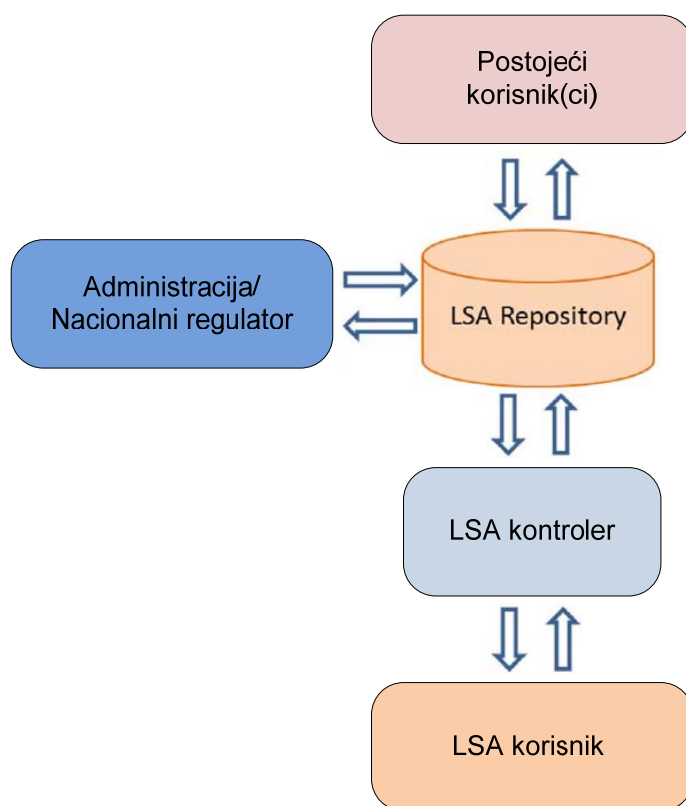


Slika 6.2. LSA koncept



Slika 6.3. Uprošćena šema regulatornog procesa za uspostavljanje LSA režima

U tehničkom smislu, implementacija LSA koncepta podrazumijeva nekoliko novih mrežnih elemenata, ne u samoj MFCN mreži, već između postojećeg korisnika, nacionalnog regulatora i novog LSA korisnika (MFCN sistem), uključujući i odgovarajuće interfejske. Na Slici 6.4 prikazan je blok dijagram sistema za implemetanciju LSA koncepta na nacionalnom nivou.



Slika 6.4. Blok dijagram sistema za implemetanciju LSA koncepta na nacionalnom nivou

Osim tri pomenuta entiteta (postojeći korisnik radio-frekvencija, nacionalni regulator i LSA korisnik radio-frekvencija), uočavamo i dva nova elementa: *LSA Repository* i LSA kontroler.

LSA Repository sadrži informacije relevantne za korišćenje spektra u LSA režimu, tj. tehničke i druge uslove za zaštitu postojećih sistema, u zavisnosti od definisanog stepena zaštite. Uloga *LSA Repository*-ja je da obezbijedi informaciju o raspoloživosti spektra i uslovima pod kojima se spektar može koristiti kada se takva informacija mijenja tokom vremena. Ovaj elemenat može biti u nadležnosti nacionalnog regulatora ili postojećeg korisnika, ili se posao njegovog održavanja i funkcionisanja može povjeriti trećoj strani. ETSI je u svom dokumentu TR 103 113 predložio moguću arhitekturu sistema koji omogućava implementaciju MFCN sistema pod LSA konceptom u opsegu 2300-2400MHz.

LSA kontroler upravlja pristupom spektru koji je LSA korisniku (MFCN sistem) omogućen na bazi pravila dijeljenja i informacija o korišćenju spektra od strane postojećeg korisnika, dobijenih od *LSA Repository*-ja. LSA kontroler preuzima informacije o uslovima za korišćenje spektra od *LSA Repository*-ja posredstvom obezbijeđenog i pouzdanog komunikacionog kanala. Jedan kontroler može biti povezan sa jednim ili više *LSA Repository*-ja i jednim ili više LSA korisnika. Isto kao i u slučaju *Repository*-ja i LSA kontroler može biti u nadležnosti nacionalnog regulatora ili postojećeg korisnika, ili se posao njegovog održavanja i funkcionisanja može povjeriti trećoj strani.

Dakle, zajedničko korišćenje opsega 2300-2400MHz između video PMSE aplikacija i MFCN (TRA-ECS) sistema podrazumijeva implementaciju LSA koncepta i opravdano je jedino u slučaju da ne postoje druge mogućnosti za realizaciju prenosnih/mobilnih video linkova ili ako troškovi migracije ovih aplikacija u druge opsege značajno premašuju troškove uspostavljanja i održavanja sistema za podršku realizaciji LSA koncepta. Pri tome, treba uzeti u obzir i vrijeme potrebno za uspostavljanje i testiranje sistema za podršku LSA koncepta.

Scenario (b): Oslobođanje opsega od strane postojećih sistema

Ovaj scenario podrazumijeva prestanak korišćenja opsega 2300-2400MHz za potrebe PMSE aplikacija, tj. korišćenje drugih opsega od strane TV emitera za potrebe realizacije prenosnih i mobilnih video linkova. Kao trenutno jedini korisnik opsega, najviše bi bila pogođena RTCG koja bi neizbježno morala da nabavi drugu opremu za potrebe direktnih TV prenosa programa koji se proizvode van studija. Kao pogodan može se koristiti opseg 2010-2025MHz, koji je harmonizovan na nivou Evropske Unije za video PMSE aplikacije (bežične kamere, prenosni video linkovi i mobilni video linkovi), kao i opsezi 2025-2110MHz, 2200-2300MHz, 2483,5-2500MHz, 10-10,68GHz ili 21,2-24,5GHz, koji su predviđeni za zajedničko korišćenje sa drugim sistemima.

6.4. Analiza mogućnosti implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 3400-3600MHz

Opseg 3400-3600MHz se u Crnoj Gori trenutno koristi od strane FWA/BWA sistema. Odobrenja su dodijeljena mobilnom operatoru Mtel i kompaniji WiMAX Montenegro. Mtel koristi radio-frekvencije iz opsega 3400-3600MHz za realizaciju FWA mreže na bazi fiksne WiMAX tehnologije (IEEE 802.16d) sa FDD tipom dupleksa, a WiMAX Montenegro za realizaciju BWA mreže na bazi mobilne WiMAX tehnologije (IEEE 802.16e) sa TDD tipom dupleksa. Odobrenje za korišćenje radio-frekvencija kompaniji WiMAX Montenegro ističe u aprilu 2018. godine. Kako se može zaključiti iz Tabele 3.5, dodjela Mtel-u, zasnovana na kanalima širine 2x3,5MHz važi do aprila 2018. godine, od kada se primjenjuje dodjela zasnovana na kanalima širine 2x5MHz, koja važi do aprila 2022. godine. Dalja analiza se sprovodi pod pretpostavkom da opseg 3400-3600MHz u narednom periodu u Crnoj Gori neće biti dodjeljivan sistemima fiksne i fiksne-satelitske radio službe, te da će se u okviru mobilne radio službe opseg dodjeljivati isključivo za MFCN (TRA-ECS) sisteme. Takođe se pretpostavlja da postojeće dodjele za BWA sisteme neće biti produžene nakon isteka njihovog važenja. Na osnovu analize korišćenja ovog opsega u susjednim državama, u Odjeljku 3.1.4 ove Studije je zaključeno da primjene u opsegu 3400-3600MHz u susjednim državama ne mogu imati uticaja na implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u Crnoj Gori.

Nezavisno od scenarija implementacije, za MFCN (TRA-ECS) sisteme u opsegu 3400-3600MHz treba predvidjeti jedan od dva frekvencijska aranžmana (preporučeni koji je zasnovan na podjeli opsega na neuparene kanale širine 5MHz i primjeni TDD tipa dupleksa ili alternativni koji je zasnovan na podjeli opsega na uparene kanale širine 2x5MHz i primjeni FDD tipa dupleksa), saglasno Odluci ECC/DEC/(11)06.

Frekvencijski aranžman definisan važećim Planom raspodjele radio-frekvencija iz opsega 3410-3600MHz za BWA sisteme, dozvoljava miješane FDD/TDD dodjele unutar opsega, uz primjenu tehnika za smanjenje štetne interferencije, uključujući i primjenu unutrašnjih zaštitnih kanala. Iako se na ovaj način postiže dodatna fleksibilnost u korišćenju opsega, zbog relativno velike širine zaštitnih kanala, ovo nije najracionalnije rješenje. Stoga se za MFCN sisteme preporučuje primjena ili čisto TDD ili čisto FDD aranžmana.

Odgovarajući tehnički uslovi za bazne i terminalne stanice treba da budu propisani saglasno Aneksu 4 pomenute Odluke ECC/DEC/(11)06, u zavisnosti od primijenjenog frekvencijskog aranžmana (FDD ili TDD).

Scenario (a): Zajedničko korišćenje spektra sa postojećim sistemima

Zajedničko korišćenje opsega 3400-3600MHz od strane MFCN (TRA-ECS) sistema postojećih BWA sistema podrazumijeva potpunu zaštitu BWA sistema od štetne interferencije koju bi prema tim sistemima mogli uzrokovati MFCN sistemi. S obzirom da su BWA sistemi zasnovani za WiMAX

tehnologiji konceptualno i tehnološki slični MFCN sistemima (slična ćelijska organizacija mreže, slična tehnologija radio interfejsa bazirana na OFDM tehnici...), izvjesno je da BWA sistemi mogu koegzistirati sa MFCN sistemima koji zadovoljavaju BEM uslove propisane Odlukom ECC/DEC/(11)06. Međutim, treba istaći da BWA sistemi koji zadovoljavaju tehničke uslove definisane Preporukom ECC/REC/(04)05, što je slučaj u Crnoj Gori, u nekim situacijama mogu biti pogođeni štetnom interferencijom od strane MFCN sistema sa pomenutim BEM karakteristikama. Stoga BWA *uplink* treba biti zaštićen od interferencije koja se generiše iz MFCN *downlink*-a na isti način na koji je zaštićen i MFCN *uplink*. Ovo se postiže frekvencijskim razdvajanjem ili primjenom adekvatnih BEM elemenata kod MFCN baznih stanica.

U svakom slučaju, od aprila 2018. godine situacija u opsegu 3400-3600MHz u Crnoj Gori će postati značajno jednostavnija, budući da istekom važenja TDD dodjele kompaniji WiMAX Montenegro ostaje samo Mtel-ova FDD dodjela i to na bazi kanalnog razmaka od 5MHz, koji je predviđen Odlukom ECC/DEC/(11)06. Iz tog razloga, opseg 3400-3600MHz, bez obzira na scenario implementacije, ne treba dodjeljivati za MFCN (TRA-ECS) sisteme prije aprila 2018. godine.

Scenario (b): Oslobođanje opsega od strane postojećih sistema

Nakon isteka važenja dodjele kompaniji Wimax Montenegro u aprilu 2018. godine, u opsegu 3400-3600MHz ostaje na snazi do aprila 2022. godine samo dodjela Mtel-u za realizaciju BWA sistema. Kako je navedeno u analizi za prethodni scenario, koegzistencija BWA i MFCN sistema je moguća uz primjenu navedenih tehničkih mjera, koje su definisane u Odluci ECC/DEC/(11)06. Stoga, u slučaju da opredjeljenje Agencije bude da primijeni FDD frekvencijski aranžman u ovom opsegu, njegovo oslobađanje od strane Mtel-ovog BWA sistema nije neophodno. Sa druge strane, za očekivati je da Mtel, kao mobilni operator, shodno svojim potrebama, u nekom trenutku izvrši migraciju svoje WiMAX mreže na neku od 4G/5G tehnologija, koje spadaju u MFCN.

Ukoliko opredjeljenje Agencije bude da primijeni preporučeni TDD frekvencijski aranžman u opsegu 3400-3600MHz, onda bi, u cilju izbjegavanja neracionalnih miješanih FDD/TDD dodjela unutar opsega, bilo poželjno osloboditi opseg od postojeće FDD dodjele. Međutim, to bi značilo potpuno gašenje Mtel-ove WiMAX mreže i migraciju korisnika na druge tehnologije. U tom slučaju Agencija treba sa Mtel-om da dogovori rokove za prelazak na drugi frekvencijski aranžman, što u zavisnosti od broja WiMAX korisnika i dostupnosti drugih tehnologija može značiti i više godina.

6.5. Analiza mogućnosti implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 3600-3800MHz

Opseg 3600-3800MHz u Crnoj Gori je slobodan. Na osnovu analize korišćenja ovog opsega u susjednim državama, u Odjeljku 3.1.5 ove Studije je zaključeno da primjene u ovom opsegu u susjednim državama ne mogu imati uticaja na implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u Crnoj Gori. Pretpostavlja se da opseg 3600-3800MHz u narednom periodu u Crnoj Gori neće biti dodjeljivan sistemima fiksne i fiksne-satelitske radio službe, te da će se u okviru mobilne radio službe opseg dodjeljivati isključivo za MFCN (TRA-ECS) sisteme.

Frekvencijski aranžnam za MFCN (TRA-ECS) sisteme treba bazirati na neuparenim kanalima širine 5MHz i TDD tipu dupleksa, saglasno Odluci ECC/DEC/(11)06. Odgovarajući tehnički uslovi za bazne i terminalne stanice treba da budu propisani saglasno Aneksu 4 pomenute Odluke.

Budući da je opseg potpuno slobodan, neće biti razmatrani scenariji implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u odnosu na postojeće sisteme.

Opseg 3600-3800MHz je već raspoloživ za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema.

7. KOMPARATIVNA ANALIZA SCENARIJA ZA IMPLEMENTACIJU MFCN (TRA-ECS) SISTEMA U OPSEZIMA 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz I 3600-3800MHz U CRNOJ GORI SA PREPORUKAMA

U ovoj glavi Studije daje se, kroz pregled prednosti i nedostataka, komparativna analiza scenarija (a) i (b) opisanih u prethodnoj glavi ove Studije za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsezima 694-790MHz, 1452-1492MHz, 2300-2400MHz, 3400-3600MHz i 3600-3800MHz u Crnoj Gori. Takođe, za svaki od navedenih opsega pojedinačno se daje predlog odgovarajućih mjera i aktivnosti koje Agencija treba da sprovede da bi se stvorili uslovi za efektivnu implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u Crnoj Gori.

7.1. Komparativna analiza scenarija za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 694-790MHz i preporuke

Pregled prednosti i nedostataka implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 694-790MHz u scenariju zajedničkog korišćenja spektra sa sistemima zemaljske TV radio-difuzije (a) i u scenariju oslobađanja opsega od strane postojećih sistema zemaljske TV radio-difuzije (b), dat je u Tabeli 7.1.

Tabela 7.1. Pregled prednosti i nedostataka implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 694-790MHz prema scenariju (a) i scenariju (b)

Scenario (a) - prednosti	Scenario (b) - prednosti
- zadržavaju se RF resursi za dalji razvoj sistema zemaljske TV radio-difuzije; - nema troškova migracije postojećih sistema zemaljske TV radio-difuzije u niži opseg 470-694MHz.	- omogućava se potpuna valorizacija opsega za MFCN (TRA-ECS) sisteme; - omogućavaju se veći prihodi od dodjele spektra za mobilne komunikacione mreže; - nije potrebna dodatna zaštita sistema zemaljske TV radio-difuzije.
Scenario (a) - nedostaci	Scenario (b) - nedostaci
- smanjuje se raspoloživi spektar za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema, u nekim slučajevima do granice nemogućnosti korišćenja opsega za ove sisteme; - manji prihodi od dodjele spektra za mobilne komunikacione mreže; - potrebna dodatna zaštita sistema zemaljske TV radio-difuzije od smetnji koje bi uzrokovali MFCN (TRA-ECS) sistemi koji rade u susjednim djelovima opsega.	- smanjuju se raspoloživi RF resursi za sisteme zemaljske TV radio-difuzije; - potrebna migracija postojećih DTV instalacija u niži opseg 470-694MHz; - troškovi migracije DTV instalacija mogu biti značajni, u zavisnosti od njihovog obima i količine raspoloživih resursa u opsegu 470-694MHz; - potrebno replaniranje i rekoordinacija nižeg opsega 470-694MHz za sisteme zemaljske TV radio-difuzije.

U opsegu 694-790MHz preporučuje se implementacija MFCN (TRA-ECS) sistema prema scenariju (b). Prilikom definisanja ove preporuke imala se u vidu činjenica da je Agencija sa Agencijom za elektronske medije i Radio-

difuznim centrom početkom 2017. dogovorila administrativnu proceduru, korake i rokove za oslobađanje ovog opsega, te da će ovaj opseg do kraja 2017. godine biti u potpunosti oslobođen od sistema digitalne zemaljske TV radio-difuzije. U cilju sprovođenja ovog scenarija potrebno je preduzeti mjere i aktivnosti kako slijedi:

- 1) radio-frekvencije iz opsega 694-790MHz ne dodijeljivati za nove sisteme zemaljske TV radio-difuzije;
- 2) nakon oslobađanja od postojećih sistema zemaljske TV radio-difuzije, kompletan opseg 694-790MHz opredijeliti za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema;
- 3) eventualno, shodno potrebama, djelovi opsega 694-790MHz koji se ne koriste za MFCN sisteme, mogu se opredijeliti za PPDR sisteme, saglasno Odluci ECC/DEC/(16)02;
- 4) odgovarajućim planom raspodjele radio-frekvencija iz opsega 694-790MHz definisati tehnički okvir (frekvencijski aranžman i tehničke uslove za bazne i terminalne stanice) za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u Crnoj Gori u ovom opsegu, saglasno Odluci ECC/DEC/(15)01;
- 5) definisati način dodjele radio-frekvencija iz opsega 694-790MHz na ekskluzivnoj osnovi na čitavoj teritoriji Crne Gore (nacionalni nivo) za realizaciju javne mobilne/fiksne elektronske komunikacione mreže, na principu tehnološke neutralnosti;
- 6) sa susjednim državama, prije ostalih sa Republikom Hrvatskom, Republikom Italijom i Republikom Albanijom, početi razgovore i usaglašavanje po pitanju dinamike i krajnjeg roka za oslobađanje opsega 694-790MHz od sistema digitalne TV radio-difuzije u tim državama;
- 7) u zavisnosti od dinamike oslobađanja opsega 694-790MHz od sistema zemaljske TV radio-difuzije u susjednim državama, definisati vremenski okvir za dodjelu radio-frekvencija za MFCN (TRA-ECS) sisteme, uzimajući u obzir ciljeve postavljene u *Strategiji razvoja informacionog društva do 2020. godine*;
- 8) u slučaju interesovanja mobilnih operatora za dodjelu radio-frekvencija iz opsega 694-790MHz za MFCN (TRA-ECS) sisteme prije stvaranja uslova za njegovu valorizaciju na nacionalnom nivou, razmotriti opciju dodjele sa privremeno ograničenim mogućnostima korišćenja opsega u oblastima izloženim smetnjama od strane sistema digitalne TV radio-difuzije u susjednim državama;
- 9) sa nadležnim administracijama susjednih država potpisati odgovarajuće koordinacione sporazume u cilju definisanja uslova za korišćenje radio-frekvencija iz opsega 694-790MHz za MFCN (TRA-ECS) sisteme u pograničnim oblastima, u skladu sa Preporukom ECC/REC/(15)01;
- 10) otkloniti uskopojasne i druge smetnje koje u opsegu 694-790MHz generišu predajnici locirani u Crnoj Gori.

7.2. Komparativna analiza scenarija za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 1452-1492MHz i preporuke

Pregled prednosti i nedostataka implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 1452-1492MHz u scenariju zajedničkog korišćenja spektra sa postojećim sistemima (a) i u scenariju oslobađanja opsega od strane postojećih sistema koji rade u ovom opsegu (b), dat je u Tabeli 7.2.

Tabela 7.2. Pregled prednosti i nedostataka implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 1452-1492MHz prema scenariju (a) i scenariju (b)

Scenario (a) – prednosti	Scenario (b) - prednosti
- nema troškova migracije postojećih fiksnih veza u druge opsege.	- omogućava se potpuna valorizacija opsega za MFCN (TRA-ECS) sisteme; - omogućavaju se veći prihodi od dodjele spektra za mobilne komunikacione mreže.
Scenario (a) – nedostaci	Scenario (b) - nedostaci
- smanjuje se raspoloživi spektar za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema; - manji prihodi od dodjele spektra za mobilne komunikacione mreže; - potrebna dodatna zaštita fiksnih veza od smetnji koje bi uzrokovali MFCN (TRA-ECS) sistemi koji rade na istim frekvencijama u susjednim geografskim oblastima.	- potrebna migracija postojećih fiksnih veza u druge opsege; - troškovi migracije fiksnih veza mogu biti značajni, u zavisnosti od njihovog broja i mogućnosti podešavanja radnih frekvencija.

S obzirom da će u Crnoj Gori od oktobra 2017. godine na snazi ostati samo odobrenje za korišćenje radio-frekvencija iz opsega 1452-1492MHz izdato Hit Radiju za realizaciju jednosmjernе fiksne veze od studija u centru Podgorice do Sjenice, koje važi do novembra 2019. godine, preporučuje se implementacija MFCN (TRA-ECS) sistema u ovom opsegu prema scenariju (b). U cilju sprovođenja ovog scenarija potrebno je preduzeti mjere i aktivnosti kako slijedi:

- 1) radio-frekvencije iz opsega 1452-1492MHz ne dodijeljivati za nove fiksne veze, kao ni za sisteme zemaljskog i satelitskog radija;
- 2) ne produžavati postojeća odobrenja za korišćenje radio-frekvencija iz opsega 1452-1492MHz za realizaciju jednosmjernih fiksnih veza za prenos FM modulišućeg signala od studija do predajnika, nakon isteka njihovog važenja;
- 3) u zavisnosti od interesovanja mobilnih operatora za dodjelu radio-frekvencija iz opsega 1452-1492MHz za MFCN (TRA-ECS) sisteme, pokrenuti postupak izmjene odobrenja za korišćenje radio-frekvencija iz ovog opsega izdatog Hit Radiju za realizaciju jednosmjernе fiksne veze od studija u centru Podgorice do Sjenice, koje važi do novembra 2019. godine, na način da se predmetna veza migrira u opseg 1525-1535MHz ili drugi pogodan opseg;

- 4) nakon migracije postojećih jednosmjernih fiksnih veza u druge opsege, kompletan opseg 1452-1492MHz opredijeliti za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema;
- 5) odgovarajućim planom raspodjele radio-frekvencija iz opsega 1452-1492MHz definisati tehnički okvir (frekvencijski aranžman i tehničke uslove za bazne stanice) za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u Crnoj Gori (za SDL primjene) u ovom opsegu, saglasno Odluci ECC/DEC/(13)03;
- 6) definisati način dodjele radio-frekvencija iz opsega 1452-1492MHz na ekskluzivnoj osnovi na čitavoj teritoriji Crne Gore (nacionalni nivo) za realizaciju javne mobilne/fiksne elektronske komunikacione mreže (SDL), na principu tehnološke neutralnosti;
- 7) u zavisnosti od interesovanja mobilnih operatora za dodjelu radio-frekvencija iz opsega 1452-1492MHz za MFCN (TRA-ECS) sisteme, definisati vremenski okvir za dodjelu radio-frekvencija za ove sisteme, uzimajući u obzir ciljeve postavljene u *Strategiji razvoja informacionog društva do 2020. godine*, kao i vremenski okvir za dodjelu radio-frekvencija iz opsega 694-790MHz;
- 8) sa nadležnim administracijama susjednih država potpisati odgovarajuće koordinacione sporazume u cilju definisanja uslova za korišćenje radio-frekvencija iz opsega 1452-1492MHz za MFCN (TRA-ECS) sisteme u pograničnim oblastima, u skladu sa Preporukom ECC/REC/(15)01;
- 9) otkloniti uskopojasne i druge smetnje koje u opsegu 1452-1492MHz generišu predajnici locirani u Crnoj Gori.

7.3. Komparativna analiza scenarija za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 2300-2400MHz i preporuke

Pregled prednosti i nedostataka implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 2300-2400MHz u scenariju zajedničkog korišćenja spektra sa postojećim sistemima (a) i u scenariju oslobađanja opsega od strane postojećih sistema koji rade u ovom opsegu (b), dat je u Tabeli 7.3.

Tabela 7.3. Pregled prednosti i nedostataka implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 2300-2400MHz prema scenariju (a) i scenariju (b)

Scenario (a) - prednosti	Scenario (b) – prednosti
- zadržavaju se RF resursi za video PMSE aplikacije u ovom opsegu; - nema troškova nabavke nove opreme za prenosne/mobilne video linkove koji rade u drugim opsezima.	- omogućava se potpuna valorizacija opsega za MFCN (TRA-ECS) sisteme; - omogućavaju se veći prihodi od dodjele spektra za mobilne komunikacione mreže; - nije potrebna implementacija složenih i skupih mehanizama zajedničkog korišćenja opsega (npr. LSA)

Scenario (a) - nedostaci	Scenario (b) - nedostaci
- smanjuje se raspoloživi spektar za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema, u nekim slučajevima do granice nemogućnosti korišćenja opsega za ove sisteme; - manji prihodi od dodjele spektra za mobilne komunikacione mreže; - potrebna implementacija LSA režima za zajedničko korišćenje opsega od strane video PMSE aplikacija i MFCN (TRA-ECS) sistema; - za implementaciju LSA režima potrebna novčana sredstva i vrijeme.	- potrebna nabavka nove opreme za prenosne/mobilne video linkove koji rade u drugim opsezima (npr. u opsegu 2010-2025MHz ili 10-10,68GHz); - visoki troškovi nabavke nove opreme za prenosne/mobilne video linkove koji rade u drugim opsezima.

S obzirom na mali obim korišćenja opsega 2300-2400MHz za potrebe prenosnih video linkova u Crnoj Gori, relativno visoke troškove implementacije LSA režima zajedničkog korišćenja opsega, kao i vrijeme potrebno za njegovu realizaciju i testiranje, preporučuje se implementacija MFCN (TRA-ECS) sistema u ovom opsegu prema scenariju (b). U cilju sprovođenja ovog scenarija potrebno je preduzeti mjere i aktivnosti kako slijedi:

- 1) radio-frekvencije iz opsega 2300-2400MHz ne dodjeljivati za PMSE aplikacije;
- 2) sa postojećim korisnikom radio-frekvencija iz opsega 2300-2400MHz (RTCG) dogovoriti krajnji rok za prestanak korišćenja radio-frekvencija iz ovog opsega za potrebe realizacije pokretnih video linkova. Kao alternativni opseg za ove primjene može se koristiti opseg 2010-2025MHz koji je u Evropskoj Uniji harmonizovan za video PMSE aplikacije, ili opseg 10-10,68GHz koji je slobodan;
- 3) nakon prestanka korišćenja radio-frekvencija iz opsega 2300-2400MHz za potrebe realizacije pokretnih video linkova, kompletan opseg opredijeliti za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema;
- 4) u slučaju da troškovi nabavke nove opreme za prenosne/mobilne video linkove koji rade u drugim opsezima premašuju benefite koji se dobijaju njegovom valorizacijom za MFCN (TRA-ECS) sisteme, razmotriti zabranu korišćenja dijela opsega za video PMSE aplikacije i njegovu dodjelu za MFCN (TRA-ECS) sisteme;
- 5) odgovarajućim planom raspodjele radio-frekvencija iz opsega 2300-2400MHz definisati tehnički okvir (frekvencijski aranžman i tehničke uslove za bazne i terminalne stanice) za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u Crnoj Gori u ovom opsegu, saglasno Odluci ECC/DEC/(14)02;
- 6) definisati način dodjele radio-frekvencija iz opsega 2300-2400MHz na ekskluzivnoj osnovi na čitavoj teritoriji Crne Gore (nacionalni nivo) za realizaciju javne mobilne/fiksne elektronske komunikacione mreže, na principu tehnološke neutralnosti;

- 7) u zavisnosti od interesovanja mobilnih operatora za dodjelu radio-frekvencija iz opsega 2300-2400MHz za MFCN (TRA-ECS) sisteme, definisati vremenski okvir za dodjelu radio-frekvencija za ove sisteme, uzimajući u obzir ciljeve postavljene u *Strategiji razvoja informacionog društva do 2020. godine*, kao i vremenski okvir za dodjelu radio-frekvencija iz opsega 694-790MHz i 1452-1492MHz;
- 8) sa nadležnim administracijama susjednih država potpisati odgovarajuće koordinacione sporazume u cilju definisanja uslova za korišćenje radio-frekvencija iz opsega 2300-2400MHz za MFCN (TRA-ECS) sisteme u pograničnim oblastima, u skladu sa Preporukom ECC/REC/(14)04;
- 9) otkloniti uskopojasne i druge smetnje koje u opsegu 2300-2400MHz generišu predajnici locirani u Crnoj Gori.

7.4. Komparativna analiza scenarija za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 3400-3600MHz i preporuke

Pregled prednosti i nedostataka implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 3400-3600MHz u scenariju zajedničkog korišćenja spektra sa postojećim sistemima (a) i u scenariju oslobađanja opsega od strane postojećih sistema koji rade u ovom opsegu (b), dat je u Tabeli 7.4.

Tabela 7.4. Pregled prednosti i nedostataka implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 3400-3600MHz prema scenariju (a) i scenariju (b)

Scenario (a) – prednosti	Scenario (b) - prednosti
- zadržavaju se u funkciji postojeće BWA mreže; - nema troškova migracije postojećih BWA korisnika na nove tehnologije; - jednostavna zaštita postojećih BWA sistema od smetnji koje generišu MFCN sistemi koji rade u susjednim djelovima opsega.	- omogućava se potpuna valorizacija opsega za MFCN (TRA-ECS) sisteme; - omogućavaju se veći prihodi od dodjele spektra za mobilne komunikacione mreže; - omogućava se primjena preferiranog frekvencijskog aranžmana u opsegu; - podrška spektralnim zahtjevima za implementaciju 5G sistema.
Scenario (a) – nedostaci	Scenario (b) - nedostaci
- smanjuje se raspoloživi spektar za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema; - manji prihodi od dodjele spektra za mobilne komunikacione mreže.	- potreba migracije postojećih BWA korisnika na nove tehnologije.

S obzirom da poslije aprila 2018. godine u opsegu 3400-3600MHz na snazi ostaje samo dodjela za BWA sisteme mobilnom operatoru Mtel (zasnovana na uparenim kanalima širine 2x5MHz i FDD tipu dupleksa), koja važi do aprila 2022. godine, i da BWA i MFCN sistemi mogu da koegzistiraju u susjednim frekvencijskim blokovima, preporučuje se, u prelaznom periodu do isteka važenja postojeće dodjele za BWA sisteme, implementacija MFCN

(TRA-ECS) sistema u ovom opsegu prema scenariju (a). U cilju sprovođenja ovog scenarija potrebno je preduzeti mjere i aktivnosti kako slijedi:

- 1) radio-frekvencije iz opsega 3400-3600MHz ne dodjeljivati za sisteme fiksne i fiksne-satelitske službe, kao ni za nove BWA sisteme u okviru mobilne radio službe;
- 2) ne produžavati postojeća odobrenja za korišćenje radio-frekvencija iz opsega 3400-3600MHz za realizaciju BWA sistema, nakon isteka njihovog važenja;
- 3) nakon isteka važenja postojećih odobrenja za korišćenje radio-frekvencija iz opsega 3400-3600MHz za realizaciju BWA sistema, cjelokupan opseg/preostali dio opsega opredijeliti za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema;
- 4) odgovarajućim planom raspodjele radio-frekvencija iz opsega 3400-3600MHz definisati tehnički okvir (frekvencijski aranžman i tehničke uslove za bazne i terminalne stanice) za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u Crnoj Gori u ovom opsegu, uključujući i uslove za zaštitu postojećih BWA sistema u zavisnosti od primijenjenog frekvencijskog aranžmana (TDD ili FDD), saglasno Odluci ECC/DEC/(11)06;
- 5) definisati način dodjele radio-frekvencija iz opsega 3400-3600MHz na ekskluzivnoj osnovi na čitavoj teritoriji Crne Gore (nacionalni nivo) za realizaciju javne mobilne/fiksne elektronske komunikacione mreže, na principu tehnološke neutralnosti;
- 6) u zavisnosti od interesovanja mobilnih operatora za dodjelu radio-frekvencija iz opsega 3400-3600MHz za MFCN (TRA-ECS) sisteme, definisati vremenski okvir za dodjelu radio-frekvencija za ove sisteme, uzimajući u obzir ciljeve postavljene u *Strategiji razvoja informacionog društva do 2020. godine*;
- 7) sa nadležnim administracijama susjednih država potpisati odgovarajuće koordinacione sporazume u cilju definisanja uslova za korišćenje radio-frekvencija iz opsega 3400-3600MHz za MFCN (TRA-ECS) sisteme u pograničnim oblastima, u skladu sa Preporukom ECC/REC/(15)01.

7.5. Komparativna analiza scenarija za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 3600-3800MHz i preporuke

Pregled prednosti i nedostataka implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 3600-3800MHz u scenariju zajedničkog korišćenja spektra sa postojećim sistemima (a) i u scenariju oslobađanja opsega od strane postojećih sistema koji rade u ovom opsegu (b), dat je u Tabeli 7.5.

Tabela 7.5. Pregled prednosti i nedostataka implementacije MFCN (TRA-ECS) sistema u opsegu 3600-3800MHz prema scenariju (a) i scenariju (b)

Scenario (a) - prednosti	Scenario (b) - prednosti
- jednostavna zaštita postojećih BWA sistema od smetnji koje generišu MFCN sistemi koji rade u susjednim djelovima opsega.	- omogućava se potpuna valorizacija opsega za MFCN (TRA-ECS) sisteme; - omogućavaju se veći prihodi od dodjele spektra za mobilne komunikacione mreže; - podrška spektralnim zahtjevima za implementaciju 5G sistema.
Scenario (a) - nedostaci	Scenario (b) - nedostaci
- smanjuje se raspoloživi spektar za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema; - manji prihodi od dodjele spektra za mobilne komunikacione mreže.	

S obzirom da je opseg 3600-3800MHz u Crnoj Gori slobodan, preporučuje se implementacija MFCN (TRA-ECS) sistema u ovom opsegu prema scenariju (b). U cilju sprovođenja ovog scenarija potrebno je preduzeti mjere i aktivnosti kako slijedi:

- 1) radio-frekvencije iz opsega 3600-3800MHz ne dodjeljivati za sisteme fiksne i fiksne-satelitske službe, kao ni za BWA sisteme u okviru mobilne radio službe;
- 2) cjelokupan opseg 3600-3800MHz opredijeliti za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema;
- 3) odgovarajućim planom raspodjele radio-frekvencija iz opsega 3600-3800MHz definisati tehnički okvir (frekvencijski aranžman i tehničke uslove za bazne i terminalne stanice) za implementaciju MFCN (TRA-ECS) sistema u Crnoj Gori u ovom opsegu, saglasno Odluci ECC/DEC/(11)06;
- 4) definisati način dodjele radio-frekvencija iz opsega 3600-3800MHz na ekskluzivnoj osnovi na čitavoj teritoriji Crne Gore (nacionalni nivo) za realizaciju javne mobilne/fiksne elektronske komunikacione mreže, na principu tehnološke neutralnosti;
- 5) u zavisnosti od interesovanja mobilnih operatora za dodjelu radio-frekvencija iz opsega 3600-3800MHz za MFCN (TRA-ECS) sisteme, definisati vremenski okvir za dodjelu radio-frekvencija za ove sisteme, uzimajući u obzir ciljeve postavljene u *Strategiji razvoja informacionog društva do 2020. godine*;
- 6) sa nadležnim administracijama susjednih država potpisati odgovarajuće koordinacione sporazume u cilju definisanja uslova za korišćenje radio-frekvencija iz opsega 3600-3800MHz za MFCN (TRA-ECS) sisteme u pograničnim oblastima, u skladu sa Preporukom ECC/REC/(15)01.

LISTA SKRAĆENICA

ADSL	-	Asymmetric Digital Subscriber Line
ALD	-	Assistive Listening Device
AR	-	Augmented Reality
ARPU	-	Average revenue per user
AVM	-	Audio-Vizuelno Medijske usluge
BB-PPDR	-	Broadband Public Protection and Disaster Relief
BEM	-	Block Edge Mask
BWA	-	Broadband Wireless Access
BWFA	-	Broadband Wireless Fixed Access
BWS	-	Broadband Wireless Systems
CA	-	Carrier Aggregation
CC	-	Component Carriers
CCA	-	Combinatorial Clock Auction
CEPT	-	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations
DA2GC	-	Direct Air to Ground Communications
DC	-	Dual Carrier
DC-HSDPA	-	Dual Carrier High-Speed Downlink Packet Access
DCS1800	-	Digital Cellular System 1800MHz
DL	-	Downlink
DM RS	-	Demodulation Reference Signal
DOCSIS	-	Data Over Cable Service Interface Specification
DSA	-	Dynamic Spectrum Access

DSL	-	Digital Subscriber Line
DTT	-	Digital Terrestrial Television
DTV	-	Digitalna Televizija
DUKMS	-	Daljinski Upravljana Kontrolno Mjerna Stanica
DVB-T	-	Digital Video Broadcasting - Terrestrial
DVB-T2	-	Digital Video Broadcasting – Second Generation Terrestrial
DWDM	-	Dense Wavelength Division Multiplexing
EBU	-	European Broadcasting Union
ECA	-	European Common Allocation
ECC	-	Electronic Communications Committee
ECC/DEC	-	Electronic Communications Committee / Decision
ECC/REC	-	Electronic Communications Committee / Recommendation
EDGE	-	Enhanced Data rates for GSM Evolution
EESS	-	Earth Exploration Satellite Services
eIMTA	-	Enhanced Interference Mitigation and Traffic Adaptation
EIRP	-	Equivalent Isotropically Radiated Power
ENG/OB	-	Electronic News Gathering/Outside Broadcasting
ESV	-	Earth Stations on board Vessels
ETSI	-	European Telecommunications Standards Institute
EU	-	European Union
FDD	-	Frequency Division Duplex
FS	-	Fixed Service
FSS	-	Fixed Satellite Service
FTTB	-	Fiber to the Building

FTTH	-	Fiber to the Home
FTTx	-	Fiber to the x
FWA	-	Fixed Wireless Access
FWS	-	Fixed Wireless System
GKMC	-	Glavni Kontrolno Mjerni Centar
GPRS	-	General packet radio service
GSM	-	Global System for Mobile Communications
GSMA	-	GSM Association
HFC	-	Hybrid fiber-coaxial
HSDPA	-	High-Speed Downlink Packet Access
HSPA+	-	Evolved High-Speed Packet Access
HSUPA	-	High-Speed Uplink Packet Access
ICT	-	Information and Communication Technology
IMT	-	International Mobile Telecommunications
IMT-A	-	International Mobile Telecommunications - Advanced
IoT	-	Internet of Things
IP	-	Internet Protocol
ISM	-	Industrial, Scientific and Medical
ITU	-	International Telecommunication Union
ITU-R	-	International Telecommunication Union – Radiocommunication Sector
KDS	-	Kablovski Distributivni Sistem
KMS	-	Kontrolno Mjerna STanica
LAA	-	Licensed Assisted Access
LAES	-	Location Tracking Application For Emergency Services

LAN	-	Local Area Networks
LOS	-	Line-of-Sight
LRTC	-	Least Restrictive Technical Conditions
LSA	-	Licensed Shared Access
LTE	-	Long Term Evolution
LTE-A	-	Long Term Evolution – Advanced
LT2	-	Location Tracking Applications Type 2
LWA	-	LTE Wireless-LAN Aggregation
MC-HSDPA	-	Multi-Carrier High-Speed Downlink Packet Access
MFCN	-	Mobile/Fixed Communications Network
MIMO	-	Multiple Input Multiple Output
K8MOCN	-	Multi-Operator Core Network
MORAN	-	Mobile Operator Radio Access Network
MRAT	-	Multi Radio Access Technology
MWA	-	Mobile Wireless Access
M2M	-	Machine-to-Machine
MUX	-	Multiplexes
MWS	-	Missile Warning System
NATO	-	North Atlantic Treaty Organization
NGA	-	Next Generation Access
NLOS	-	Non-Line-of-Sight
NWA	-	Nomadic Wireless Access
OFDMA	-	Orthogonal Frequency Division Multiple Access
OOB	-	Out of Band

PCI	-	Physical-Layer Cell Identities
PMP	-	Point to MultiPoint
PMSE	-	Programme Making and Special Events
PPDR	-	Public Protection and Disaster Relief
PRACH	-	Physical Random Access Channel
QAM	-	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	-	Quadrature Phase Shift Keying
QoS	-	Quality of Service
RAN	-	Radio Access Network
RAT	-	Radio Access Technique
RATG	-	Radio Access Technique Group
RATG1	-	RATG za pre-IMT, IMT-2000 i unapređenja IMT-2000
RATG2	-	RATG za IMT-Advanced
RDC	-	Radio Difuzni Centar
RF	-	Radio Frequency
RKMC	-	Regionalni Kontrolno Mjerni Centar
RLAN	-	Radio Local Area Networks
RR	-	Radio Regulation
RRH	-	Remote Radio Heads
RSE	-	RAN Sharing Enhancements
RSPP	-	Radio Spectrum Policy Programme
RTCG	-	Radio Televizija Crne Gore
SAB	-	Services Ancillary to Broadcasting
SAD	-	Sjedinjene Amričke Države

SAP	-	Services Ancillary to Programme making
S-DAB	-	Satellite Digital Audio Broadcasting
SDH	-	Synchronous Digital Hierarchy
SDL	-	Supplemental Downlink
SE	-	Service Environment
SEDDIF	-	South East European Digital Dividend Implementation Forum
SISO	-	Single Input Single Output
SMRA	-	Simultaneous Multi-Round Auction
SMS	-	Short Message Service
SRD	-	Short Range Devices
SRR	-	Short Range Radar
T-DAB	-	Terrestrial Digital Audio Broadcasting
TDD	-	Time Division Duplex
TD-LTE	-	Time Division Long Term Evaluation
TRA-ECS	-	Terrestrial radio Applications capable of providing Electronic Communications Services
UHF	-	Ultra High Frequency
UL	-	Uplink
UMTS	-	Universal Mobile Telecommunication System
UWB	-	Ultra-WideBand
VDSL	-	Very high bit rate Digital Subscriber Line
VR	-	Virtual Reality
WCDMA	-	Wideband Code Division Multiple Access
WiFi	-	Wireless Fidelity

WiMAX	-	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WMAN	-	Wireless Metropolitan Area Networks
WRC	-	World Radiocommunication Conference
xMBB	-	Extreme Mobile Broadband
3GPP	-	Third Generation Partnership Project
2G	-	Mobilne mreže druge generacije
3G	-	Mobilne mreže treće generacije
4G	-	Mobilne mreže četvrte generacije
5G	-	Mobilne mreže pete generacije

REFERENCE

- [1] Agencija za elektronske komunikacije i poštansku djelatnost: Informacija o stanju tržišta elektronskih komunikacija-mobilna telefonija (<http://www.ekip.me/izvjestaji/mobilna.php>)
- [2] Agencija za elektronske komunikacije i poštansku djelatnost: Informacija o stanju tržišta elektronskih komunikacija-Internet (<http://www.ekip.me/izvjestaji/ibpristup.php>)
- [3] Agencija za elektronske komunikacije i poštansku djelatnost: Stepen tehnološkog razvoja i dostupnosti širokopojsnih elektronskih komunikacionih mreža u Crnoj Gori, maj 2017
- [4] Studija o mogućnostima korišćenja spektra digitalne dividende, ETF Podgorica, mart 2013. godine
- [5] Studija o načinu dodjele radio-frekvencija iz opsega 790-862 MHz, ETF Podgorica, februar 2015. godine
- [6] *Spectrum Toolbox Survey: Evolution Towards 5G*, Michal Szydelko, Marcin Dryjanski, 2015
- [7] ECC/DEC/(15)01 - *Harmonised technical conditions for mobile/fixed communications networks (MFCN) in the band 694-790 MHz including a paired frequency arrangement (Frequency Division Duplex 2x30 MHz) and an optional unpaired frequency arrangement (Supplemental Downlink)*
- [8] ECC/REC/(15)01 - *Cross-border coordination for mobile/fixed communications networks (MFCN) in the frequency bands: 694-790 MHz, 1452-1492 MHz, 3400-3600 MHz and 3600-3800 MHz*
- [9] COMMISSION IMPLEMENTING DECISION (EU) 2016/687 of 28 April 2016 on the harmonisation of the 694-790 MHz frequency band for terrestrial systems capable of providing wireless broadband electronic communications services and for flexible national use in the Union
- [10] DECISION (EU) 2017/899 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 17 May 2017 on the use of the 470-790 MHz frequency band in the Union
- [11] ECC/DEC/(137)03 - *The harmonised use of the frequency band 1452-1492 MHz for Mobile/Fixed Communications Networks Supplemental Downlink (MFCN SDL)*
- [12] COMMISSION IMPLEMENTING DECISION (EU) 2015/750 of 8 May 2015 on the harmonisation of the 1 452-1 492 MHz frequency band for terrestrial systems capable of providing electronic communications services in the Union
- [13] ECC/DEC/(14)02 - *Harmonised technical and regulatory conditions for the use of the band 2300-2400 MHz for Mobile/Fixed Communications Networks (MFCN)*
- [14] ECC/REC/(14)04 - *Cross-border coordination for mobile/fixed communications networks (MFCN) and between MFCN and other systems in the frequency band 2300-2400 MHz*
- [15] ECC/REC/(15)04 - *Guidance for the implementation of a sharing framework between MFCN and PMSE within 2300-2400 MHz*

- [16] ECC/DEC/(07)02 - *ECC Decision of 30 March 2007 on availability of frequency bands between 3400-3800 MHz for the harmonised implementation of Broadband Wireless Access systems (BWA)*
- [17] ECC/DEC/(11)06 - *Harmonised frequency arrangements for mobile/fixed communications networks (MFCN) operating in the bands 3400-3600 MHz and 3600-3800 MHz*
- [18] ECC/REC/(04)05 - *Guidelines for accommodation and assignment of multipoint fixed wireless systems in frequency bands 3.4-3.6 ghz and 3.6-3.8 GHz*
- [19] COMMISSION IMPLEMENTING DECISION of 2 May 2014 on amending Decision 2008/411/EC on the harmonisation of the 3 400-3 800 MHz frequency band for terrestrial systems capable of providing electronic communications services in the Community
- [20] ITU Radio Regulations
- [21] ITU: *Final acts of the World Radiocommunication Conference 2007 (WRC-07)*, 2007
- [22] ITU: *Final acts of the World Radiocommunication Conference 2012 (WRC-12)*, 2012
- [23] ITU: *Final acts of the World Radiocommunication Conference 2015 (WRC-15)*, 2012
- [24] Recommendation ITU-R M.1768 - *Methodology for calculation of spectrum requirements for the terrestrial component of International Mobile Telecommunications*
- [25] Report ITU-R M.2078 - *Estimated spectrum bandwidth requirements for the future development of IMT-2000 and IMT-Advanced*
- [26] Report ITU-R M.2243 - *Assessment of the global mobile broadband deployments and forecasts for International Mobile Telecommunications*
- [27] Report ITU-R M.2290 - *Future spectrum requirements estimate for terrestrial IMT*
- [28] Report ITU-R M.2289 - *Future radio aspect parameters for use with the terrestrial IMT spectrum estimate methodology of Recommendation ITU-R M.1768-1*
- [29] *Mobile Spectrum Requirement Estimates: Getting the inputs right*, LS Telcom, August 2014
- [30] Federal Communications Commission, *Mobile Broadband: The Benefits of Additional Spectrum*, Oct. 2010
- [31] ITU-R Document 5D/66, *Relevant Work Undertaken by Australia Regarding the Potential Identification of Additional Spectrum for IMT*, July 2012
- [32] ITU-R Document 5D/118, *Future IMT Spectrum Requirements Assessment for the Russian Federation*, Sep. 2012
- [33] H. Biao, W. Tan, *Spectrum requirements calculation based on Urban Hotspot in China for mobile communication in the year 2020*. ZTE Technol. J. 20(2), 5–10 (2014)
- [34] GSMA: www.gsmaintelligence.com
- [35] METIS II project, Deliverable D3.1 – *5G spectrum scenarios, requirements, and technical aspects for bands above 6GHz*, May 2016.

- [36] ECC PT1 (16)083_A31, "*Liaison Statement from ECC PT1 to ETSI ERM and 3GPP RAN on IMT 2020/ 5G spectrum in Europe*", April 2016.
- [37] *5G Spectrum Recommendations 4G Americas, 5G Spectrum recommendations*, Whitepaper, August 2015.
- [38] *Candidate Band Study 5G Candidate Band Study – Study on the Suitability of Potential Candidate Frequency Bands above 6GHz for Future Mobile Broadband Systems*, Quotient Associates, Final Report to Ofcom, March 2015
- [39] ERC Report 25 - *The European table of frequency allocations and applications in the frequency range 8.3 kHz to 3000 GHz (ECA Table)*
- [40] Ministarstvo za informaciono društvo i telekomunikacije: *Strategija razvoja informacionog društva Crne Gore do 2020. godine*, Podgorica, 2016. godine
- [41] Zakon o elektronskim komunikacijama ("Sl. list CG", broj 40/13, 56/13 i 2/17)
- [42] Plan namjene radio-frekvencijskog spektra ("Sl. list CG", broj 32/17)
- [43] Plan raspodjele radio-frekvencija iz opsega 3410-3600 MHz za BWA sisteme ("Sl. list CG", broj 67/10)
- [44] Plan raspodjele radio-frekvencija iz opsega 3600-3800 MHz za BWA sisteme ("Sl. list CG", broj 80/10)
- [45] *Plan namene radio-frekvencijskih opsega* (Republika Srbija), oktobar 2012. godine (www.ratel.rs)
- [46] *Planu namjene i korištenja radiofrekvencijskog spektra za Bosnu i Hercegovinu*, decembar 2009. godine (www.rak.ba)
- [47] *Tablica namjene radiofrekvencijskog spektra* (Republika Hrvatska) (www.hakom.hr)
- [48] *Tabella di attribuzione del piano nazionale di ripartizione delle frequenze* (Republika Italija) (www.sviluppoeconomico.gov.it)
- [49] *Plani kombëtar i frekuencave* (Republika Albanija), mart 2017 (www.akep.al)
- [50] *Plani kombëtar i shpërndarjes së spektrit radiofrekuencor* (Republika Kosovo), 2011. godine (www.arkep-rks.org)
- [51] Internet stranice nacionalnih regulatornih tijela u Evropi