

HAKOM

STRATEŠKI PLAN AKTIVNOSTI UPRAVLJANJA RADIOFREKVENCIJSKIM SPEKTROM

(Ažurirano nakon provedenog javnog savjetovanja)

Siječanj 2026.

Ovaj dokument predstavlja strateške mjere i smjernice HAKOM-a u upravljanju radiofrekvencijskim spektrom za razdoblje 2026.-2029., kojim želimo osigurati bolju regulatornu predvidivost uz odgovorno, transparentno, djelotvorno i učinkovito upravljanje te ravnopravan pristup spektru svim dionicima tržišta u Republici Hrvatskoj.

Sadržaj

1. Uvod	3
1.1. Strateško planiranje i politike upravljanja spektrom	3
1.2. Regulatorno okruženje i međunarodni kontekst	4
1.3. Značaj radiofrekvencijskog spektra i važnost odgovarajuće politike upravljanja spektrom	5
2. O Strateškom planu aktivnosti upravljanja radiofrekvencijskim spektrom	7
2.1. Razlog izrade i primjena Strateškog plana	7
2.2. Ciljevi Strateškog plana	8
3. Regulatorni okvir	10
3.1. Regulatorni okvir u Republici Hrvatskoj	10
3.1.1. Zakon i podzakonski propisi	10
3.1.2. Tablica namjene	11
3.1.3. Planovi dodjele	12
3.1.4. Baza podataka RF spektra	12
3.1.5. Privremena uporaba	13
3.1.6. Vojna uporaba	13
3.1.7. Nadzor i kontrola RF spektra	13
3.1.8. Izdavanje dozvola za uporabu RF spektra	14
3.2. Međunarodni regulatorni okvir	16
3.2.1. ITU	16
3.2.2. EU	16
3.2.3. CEPT	18
4. Digitalizacija upravljanja RF spektrom	19
5. Upravljanje radiofrekvencijskim spektrom u radiokomunikacijskim službama	22
5.1. Pokretna služba	22
5.1.1. Javne pokretne mreže	22
5.1.2. Privatne pokretne mreže	25
5.2. Nepokretna služba	26
5.3. Radiodifuzija	29
5.3.1. Analogni radio (FM)	30
5.3.2. Digitalni radio (DAB+)	31
5.3.3. Digitalna zemaljska televizija (DTV)	32
5.4. PMSE	34
5.5. Satelitska služba	35

5.6. Pomorska služba.....	38
5.7. Zrakoplovna služba	39
5.8. Amaterska služba i amaterska satelitska služba	40
5.9. Uređaji malog dometa (SRD).....	42
6. Upravljanje radiofrekvencijskim spektrom u područjima od posebnog interesa	44
6.1. 6G	44
6.2. Dijeljena uporaba spektra (<i>Spectrum Sharing</i>)	45
6.3. 6 GHz	48
6.4. Budućnost frekvencijskog pojasa UHF (470-694 MHz).....	54
6.5. ENG/OB	57
6.6. Bepilotne letjelice i sustavi zaštite od bespilotnih letjelica	59
6.6.1. Bepilotne letjelice	59
6.6.2. Sustavi za zaštitu od bespilotnih letjelica.....	60
6.7. Satelitske komunikacije – razvoj i dostupnost svemirskih tehnologija.....	61
6.8. Izloženost javnosti elektromagnetskim poljima	66
6.9. Uporaba repetitora i pojačivača signala u mrežama pokretnih komunikacija.....	67
6.10. Radijska oprema	68
7. Kratice	70

1. Uvod

Hrvatska regulatorna agencija za mrežne djelatnosti (HAKOM), sukladno Zakonu o elektroničkim komunikacijama¹ (NN 76/22 i 14/24, ZEK) nadležna je za obavljanje regulatornih poslova iz područja elektroničkih komunikacija. U okviru svojih regulatornih poslova HAKOM posebice poduzima mjere za ostvarenje sljedećih ciljeva: promicanje povezivosti i pristup mrežama vrlo velikog kapaciteta, tržišno natjecanje u pružanju elektroničkih komunikacijskih mreža i usluga, doprinos razvoju unutarnjeg tržišta Europske unije (EU) kroz uklanjanje prepreka za ulaganjem u elektroničke komunikacijske mreže i usluge te promicanja interesa građana kroz osiguravanje povezivosti, dostupnosti, kvalitete i cjenovne prihvatljivosti usluga.

HAKOM to čini svojim kontinuiranim radom na strateškom promišljanju i planiranju, pravodobnom anticipiranju izazova, predvidljivim regulatornim pristupom, vodeći se načelima objektivnosti, transparentnosti, konkurentnosti, razmjernosti i nediskriminacije.

1.1. Strateško planiranje i politike upravljanja spektrom

Vezano uz strateško planiranje i usklađivanje politike upravljanja radiofrekvencijskim (RF) spektrom HAKOM posebice surađuje s državama članicama Europske unije i Europskom komisijom promičući politike Europske unije za uspostavu i djelovanje zajedničkog unutarnjeg tržišta elektroničkih komunikacija, promiče usklađivanje uporabe RF spektra za elektroničke komunikacijske mreže i usluge u EU, uzimajući u obzir obvezu djelotvorne i učinkovite uporabe RF spektra te koristi za potrošače, postupajući u skladu sa ZEK-om, Odlukom o radiofrekvencijskom spektru br. 676/2002/EZ² i Direktivom (EU) 2018/1978³ Europskog parlamenta i Vijeća od 11. prosinca 2018. o Europskom zakoniku elektroničkih komunikacija.

Također, HAKOM upravlja RF spektrom i planira uporabu satelitskih orbita u skladu sa Statutom, Konvencijom i Radijskim propisima Međunarodne telekomunikacijske unije (ITU – *International Telecommunication Union*), sporazumima donesenima u okviru ITU-a, provedbenim odlukama Europske komisije s ciljem usklađivanja tehničkih uvjeta za dostupnost i učinkovitu uporabu spektra te drugim mjerodavnim međunarodnim sporazumima, uzimajući u obzir javne politike koje se odnose na ili uključuju RF spektar kao jedno od sredstava postizanja ciljeva.

Na nacionalnoj razini Vlada Republike Hrvatske donosi nacionalne planove, smjernice i programe kojima se utvrđuju temeljna načela i ciljevi politike razvoja elektroničkih komunikacija u Republici Hrvatskoj, a Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture izrađuje studije i prijedloge nacionalnih planova, smjernica i provedbenih programa te usklađuje i nadzire njihovu provedbu. U trenutku pisanja ovog dokumenta, kao relevantne dokumente javnih politika treba istaknuti temeljni strateški razvojni dokument *Nacionalnu razvojnu strategiju Republike Hrvatske do 2030. godine*⁴ (dalje: *NRS 2030*) i *Strategiju Digitalna Hrvatska do 2032. godine*⁵ koja kao jedno od prioriteta

¹ <https://www.hakom.hr/hr/zakoni-2038/2038>

² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/ALL/?uri=CELEX%3A32002D0676>

³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/ALL/?uri=CELEX:32018L1972>

⁴ [Hrvatska 2030](#)

⁵ [Ministarstvo pravosuđa i uprave Republike Hrvatske - Strategija digitalne Hrvatske za razdoblje do 2032.](#)

područja ističe (3) Razvoj širokopojsnih elektroničkih komunikacijskih mreža u ostvarenju strateških ciljeva (11) Digitalne tranzicije društva i gospodarstva i (12) Razvoja potpomognutih područja i područja s razvojnim posebnostima NRS-a 2030. U okviru prioritarnog područja (3) Razvoj širokopojsnih elektroničkih komunikacijskih mreža posebno se prepoznaju razvojne potrebe osiguranja mreža velikih kapaciteta za kućanstva i objekte javne namjene, unaprjeđenje dostupnosti mreža vrlo velikog kapaciteta u ruralnim područjima i na otocima, povećanja pokrivenosti naseljenih područja i glavnih prometnih pravaca 5G mrežama, kao i poticanje korištenja takvih usluga. U svrhu osiguranja ovih potreba definiran je *Strateški cilj 3: Razvijene, dostupne i korištene mreže vrlo velikih kapaciteta*.

Nadalje, ispunjenje navedenih strateških prioriteta i opredjeljenja podupiru i druge provedbene politike pri čemu treba istaknuti Nacionalni plan razvoja širokopojsnog pristupa 2021.-2027.⁶ (dalje: NPRŠP) kao nastavak politika Vlade Republike Hrvatske u strateškom planiranju i razvoju elektroničkih komunikacijskih mreža, koji je u potpunosti usklađen s NRS 2030.

NPRŠP definira četiri posebna cilja koji se odnose na uvođenje mreža vrlo velikog kapaciteta i 5G mreža. Za ispunjenje posebnih ciljeva definirane su detaljne mjere od kojih se u kontekstu RF spektra i ovog strateškog plana posebno ističe; M4-Poticanje uvođenja 5G mreža, kojom se osiguravaju potrebni preduvjeti koji olakšavaju implementaciju 5G mreža te M3 - Informiranje i edukacija javnosti u vezi elektromagnetskih polja koja ima za cilj umanjenje straha od elektromagnetskih polja i širenja znanstveno neutemeljenih tvrdnji o štetnosti na zdravlje ljudi, a što može biti značajna prepreka razvoju elektroničkih komunikacijskih mreža.

1.2. Regulatorno okruženje i međunarodni kontekst

U okviru aktivnosti upravljanja radiofrekvencijskim spektrom HAKOM redovno sudjeluje u radu međunarodnih institucija, kako na razini EU, tako i na razini Europske konferencije poštanskih i telekomunikacijskih uprava (CEPT) i ITU-a. Također, kontinuirano prati međunarodne regulatorne promjene i izazove s kojima se susreće tržište elektroničkih komunikacija te iste nastoji pravovremeno anticipirati i na njih na odgovarajući način odgovoriti u okviru svojih zakonskih ovlasti.

Stoga su pri izradi ovog strateškog plana uzeti u obzir relevantni dokumenti koji definiraju međunarodno radiokomunikacijsko regulatorno okruženje kojemu pripada Republika Hrvatska (RH) i čije je odredbe obvezna primjenjivati, poput ITU Radio Regulations⁷ (ITU Radijski propisi), direktive i provedbene odluke Komisije i Europskog parlamenta. Također, ovaj strateški plan uzima u obzir i usklađuje svoje ciljeve sa strateškim razvojem tehnologije i uporabom⁸ spektra kao ključnog resursa u ispunjenju EU ciljeva definiranih Digitalnim kompasom 2030.⁹ i Odlukom (EU) 2022/2481 o uspostavi programa politike za digitalno desetljeće do 2030.¹⁰ Nadalje ovaj strateški plan se vodi i izvješćima i mišljenjima Grupe za politiku upravljanja spektrom (RSPG – Radio

⁶ [MMPI-NPR-BB2021-2027-VRH 11-3 21.pdf](#)

⁷ <https://www.itu.int/pub/R-REG-RR-2024>

⁸ [EUR-Lex - 52021DC0118 - EN - EUR-Lex](#)

⁹ <https://eur-lex.europa.eu/eli/dec/2022/2481/oj/eng>

¹⁰ <https://eur-lex.europa.eu/eli/dec/2022/2481/oj/eng>

Spectrum Policy Group) kao i CEPT/ECC odlukama i preporukama koje definiraju regulatorne i tehničke smjernice vezano uz uporabu i upravljanje RF spektrom te uzima u obzir i druge važeće međunarodne dokumente, kao i dokumente u pripremi.

Promjene tehnologije i razvoj u području tržišta elektroničkih komunikacija su sve brži, nisu izolirani od ostalih sve češćih globalnih geopolitičkih, gospodarskih te društvenih promjena i izazova. Iako još uvijek vrlo konkurentno, EU jedinstveno tržište pa tako i EU tržište elektroničkih komunikacija, pod sve većim je pritiskom konkurencijskih tržišta poput tržišta Sjedinjenih Američkih Država, Kine, Južne Koreje ili Japana te stoga EU temeljem Draghi¹¹ i Letta¹² izvješća o konkurentnosti i jedinstvenom tržištu najavljuje izmjenu regulatornog okvira i donošenje Akta o digitalnim mrežama, koji bi trebao donijeti značajne promjene u području digitalne infrastrukture. Prije pisanja ovog strateškog plana objavljena je i Bijela knjiga¹³ „Kako odgovoriti na potrebe europske digitalne infrastrukture?“ kojom je Europska komisija pokrenula konzultacije s državama članicama, obuhvaćajući dionike iz širokog društvenog i gospodarskog života s ciljem prikupljanja mišljenja koja bi pomogla u kreiranju budućeg regulatornog okvira u području digitalne infrastrukture. U navedenoj konzultaciji Komisija prepoznaje ključne izazove i razmatra moguće smjerove djelovanja javnih politika s ciljem poticanja izgradnje digitalnih mreža budućnosti, a poseban naglasak stavlja se na olakšavanje prijelaza na nove tehnologije i poslovne modele, zadovoljavanje rastućih potreba krajnjih korisnika za povezivost, jačanje konkurentnosti europskog gospodarstva te osiguravanje sigurne, otporne i ekonomski održive infrastrukture EU. Njezini temelji oslanjaju se uvelike na principe digitalne suverenosti, otpornosti, konkurentnosti i sigurnosti.

1.3. Značaj radiofrekvencijskog spektra i važnost odgovarajuće politike upravljanja spektrom

U ispunjenju gore navedenih politika RF spektar, kao prirodno ograničeno dobro, ima neizostavnu ulogu. RF spektar ključan je resurs, od interesa Republike Hrvatske u izgradnji različitih bežičnih mreža i pružanju usluga krajnjim privatnim i pravnim korisnicima, čime ima značajan utjecaj na funkcioniranje i razvoj javnih servisa i gospodarstva te digitalnu transformaciju društva u cjelini. Brzi razvoj tehnologije pruža brojne mogućnosti za primjenu novih usluga u privatnoj, društvenoj i gospodarskoj sferi naših života. Na primjer brzi razvoj i primjene tehnologije u području bežičnih mreža (5G i WIFI 6/6E te nadolazećih 6G i WIFI 7/8 tehnologija), lančanih blokova (*Blockchain*), računalstva u oblaku (*Cloud Computing*), interneta stvari (IoT – *Internet of Things*), umjetne inteligencije (AI – *Artificial Intelligence*) već nas danas okružuju u svakodnevnom životu.

Uz navedeno, današnja paradigma povezivosti, brzine, dostupnosti, svugdje i u svakom trenutku postavlja velike zahtjeve na potrebne količine spektra, jednostavan pristup i način uporabe istog te posljedično dovodi do sve većeg nadmetanja korisnika spektra za taj ograničeni resurs, što ga čini sve oskudnijim i vrijednijim resursom u budućnosti. Stoga određivanje namjene spektra, njegova dodjela i licenciranje, kao i nadzor uporabe spektra, odnosno njegova cjelokupna regulacija postaje još složenija. Navedeno zahtjeva dodjelu nekih novih, najčešće viših, frekvencijskih pojaseva za

¹¹ [The Draghi report on EU competitiveness \(2024\)](#)

¹² [Enrico Letta - Much more than a market \(2024\)](#)

¹³ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/white-paper-how-master-europes-digital-infrastructure-needs>

nove primjene te uporabu djelotvornijih i učinkovitijih modela i alata upravljanja spektrom, poput dijeljene uporabe spektra (*Spectrum Sharing*) ili automatiziranih sustava dodjele spektra, UI sustava i sl., kako bi se maksimizirala dobit njegove uporabe. Pod maksimizacijom dobiti uporabe spektra ne podrazumijeva se izravna financijska dobit, već maksimizacija dobrobiti njegove uporabe uvažavajući različite nacionalne politike i interese, odnosno socijalne, kulturološke, gospodarske vrijednosti kao i danas sve izraženije sigurnosne i obrambene potrebe društva.

RF spektar u Republici Hrvatskoj obuhvaća frekvencijsko područje od 9 kHz do 275 GHz i koristi se za potrebe različitih radiokomunikacijskih službi, uključujući: radiodifuziju, pokretnu i fiksnu službu, satelitske komunikacije, radionavigaciju, pomorske i zrakoplovne sustave, radioastronomiju i druge. Radiokomunikacijske mreže i usluge koriste se u gotovo svim društvenim i gospodarskim područjima, civilnim i vojnim, od zdravstva, znanosti i obrazovanja, poljoprivrede, kulture, industrije, komunikacija, pomorstva, zrakoplovstva, javne uprave, zaštite okoliša te obrane. Stoga neometana i pouzdana uporaba RF spektra od ključne je važnosti, što zahtijeva pomno planiranje i usklađivanje njegove uporabe na nacionalnoj i međunarodnoj razini, u skladu s relevantnim propisima i standardima. Usluge se danas pružaju putem mreža zemaljskih komunikacija ili putem mreža satelitskih, odnosno svemirskih radiokomunikacija sa sve većim naglaskom na konvergenciju i komplementarnost navedenih mreža u pružanju usluga krajnjim korisnicima. To posljednjih godina, a za očekivati je i u narednom razdoblju, stavlja sve veći fokus na satelitske komunikacije i primjenu 5G/6G tehnologije.

Nadalje, pred radiokomunikacijske mreže se sve više postavljaju zahtjevi povećane sigurnosti i otpornosti u uvjetima različitih kriza, poput prirodnih katastrofa ili kibernetičkih napada, ali i zahtjevi na održivost i energetske učinkovitost, posebno u kontekstu Europskog zelenog plana¹⁴.

Uzimajući sve gore navedeno u obzir, HAKOM prepoznaje RF spektar ne samo kao ograničeni tehnički resurs iz svoje nadležnosti, već kao stratešku osnovu za daljnje povećanje konkurentnosti gospodarstva, razvoj i digitalnu transformaciju društva. Kroz objavu ovog strateškog plana želi upravljanje njime učiniti još transparentnijim, učinkovitijim i svrsishodnijim, a regulatorne mjere predvidljivijim za dionike tržišta elektroničkih komunikacija i širu zainteresiranu javnost.

Osim navedenog, cilj ovog dokumenta je i pružiti više informacija zainteresiranoj javnosti o strukturi i funkcioniranju regulatornih poslova upravljanja RF spektrom na međunarodnoj i nacionalnoj razini u okviru pojedinih radiokomunikacijskih službi.

¹⁴ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en?prefLang=hr

2. O Strateškom planu aktivnosti upravljanja radiofrekvencijskim spektrom

Strateški plan aktivnosti upravljanja radiofrekvencijskim spektrom (Strateški plan) predstavlja ključni dokument HAKOM-a kada je riječ o upravljanju ovim ograničenim i vrijednim resursom. Glavni ciljevi ovog strateškog plana temelje se na pristupu učinkovite i djelotvorne uporabe RF spektra s namjerom potpore gospodarskom razvoju, tehnološkom napretku te razvoju društva i zaštiti javnog interesa u Republici Hrvatskoj.

2.1. Razlog izrade i primjena Strateškog plana

Potreba za izradom ovog strateškog plana proizlazi iz sljedećih činjenica:

- Razvoj tehnologije je često brži od prilagodbe regulacije – ubrzani rast broja i vrste bežičnih uređaja te razvoj novih tehnologija (5G/6G, IoT, bespilotne letjelice i sustavi zaštite od bespilotnih letjelica, satelitski D2D/D2C sustavi, 5G privatne mreže, 5G radiodifuzija i sl.);
- Ograničen i vrijedan prirodni resurs - potrebna je djelotvorna i učinkovita uporaba spektra, a s time i transparentna, predvidiva vizija upravljanja RF spektrom;
- Značaj za nacionalnu sigurnost i obranu – s obzirom na aktualne geopolitičke, gospodarske, klimatske i druge društvene izazove pojavljuju se novi zahtjevi za otpornu komunikacijsku infrastrukturu i sustave za djelotvoran odgovor na krizne situacije;
- Promjene regulatornog okruženja na EU i međunarodnoj razini - zahtijevaju sposobnost djelovanja i zastupanja hrvatskih interesa prilikom definiranja međunarodnog regulatornog okvira u EU-u, CEPT-u i ITU-u;
- Razvoj digitalnog društva i gospodarstva – kroz osiguravanje dostatnog spektra te podršku inovacijama, novim tehnologijama i investicijama u digitalne mreže i usluge;
- Ravnoteža i održivost između javnih i komercijalnih interesa – zahtjeva definiranje jasnog regulatornog okvira, predvidivog i transparentnog djelovanja koji uzima u obzir različite interese dionika i potrebe društva.

Ovaj strateški plan izrađen je za razdoblje 2026.-2029. u svrhu:

- transparentnijeg komuniciranja postojećeg stanja u području radiokomunikacija,
- identificiranja ključnih izazova u gospodarenju radiokomunikacijskim spektrom za Republiku Hrvatsku prema viđenju HAKOM-a,
- te definiranja smjernica i regulatornih mjera u ostvarivanju definiranih ciljeva.

Koliko god je namjera pripremiti sveobuhvatni strateški dokument o upravljanju RF spektrom, sadržaj dokumenta kao takav sigurno nije konačan, a njegovo ažuriranje u obuhvaćenom razdoblju uvjetovano je anticipiranjem možebitnih novih izazova, značajnijih promjena tehnološkog i regulatornog okruženja te novih politika, kako na domaćoj tako i na međunarodnoj razini. Također, HAKOM namjerava nastaviti ovu praksu donošenja strateških planova aktivnosti upravljanja RF spektrom i za naredna razdoblja te na taj način doprinijeti kontinuiranoj dugoročnoj regulatornoj predvidivosti u najvećoj mogućoj mjeri.

HAKOM kroz definirane ciljeve Strateškog plana nastoji pratiti trendove razvoja i primjene tehnologije u području radiokomunikacija, uz primjenu odgovarajućeg regulatornog okvira koji sukladno misiji HAKOM-a, „*potiče tržišno natjecanje, štiti korisnike, omogućuje inovacije i pouzdano internetsko okruženje te pruža predvidive uvjete ulaganja*“ na tržištu elektroničkih komunikacija Hrvatske, čime doprinosi i razvoju jedinstvenog EU tržišta.

U skladu sa strateškim ciljevima HAKOM-a¹⁵ posebni naglasak stavlja se na strateške prioritete:

- *Osigurati učinkovito upravljanje ograničenim resursima (RF spektrom)*
- *Poticati ulaganja i tržišno natjecanje kroz predvidiv regulatorni okvir*
- *Jačanje sigurnosti i otpornosti mreža i usluga elektroničkih komunikacija*
- *Osigurati regulatornu usklađenost s okvirom EU-a i transparentnost pri donošenju odluka*
- *Jačati povjerenje korisnika kroz informiranost, zaštitu prava i praćenje kvalitete usluga*

2.2. Ciljevi Strateškog plana

Stoga, **glavni cilj** ovog strateškog plana je osigurati raspoloživ RF spektar, odgovorno, transparentno, djelotvorno i učinkovito upravljanje istim, uz regulatornu predvidivost koja omogućuje ravnopravan pristup spektru svim dionicima te sigurne i napredne mreže i usluge koje doprinose razvoju cijelog društva.

U skladu s glavnim ciljem, podredno su definirani sljedeći ciljevi:

- Učinkovita i djelotvorna uporaba RF spektra koja maksimizira njegovu iskorištenost, uz ekonomsku održivost kroz primjenu odgovarajućih modela dodjele i uporabe (npr. dinamička raspodjela i dijeljena uporaba spektra), koji potiču ulaganja u infrastrukturu, mreže i usluge za krajnje korisnike.
- Predvidivo i transparentno upravljanje RF spektrom koje osigurava jasan proces donošenja regulatornih odluka te predvidivost za korisnike spektra i investitore
- Podrška razvoju i implementaciji novih tehnologija i usluga kroz pravovremene regulatorne odluke koje osiguravaju spektar za razvoj i implementaciju inovacija (npr. 6G, IoT, satelitske komunikacije D2D/D2C, 5G radiodifuzija i sl.)
- Usklađenost s EU i međunarodnim regulatornim okvirom i standardima kroz aktivno sudjelovanje u radu međunarodnih institucija EU-a, CEPT-a i ITU-a, sukladno hrvatskim interesima
- Osigurano pravično i konkurentno tržište kroz poticanje tržišnog natjecanja te poticanje i omogućavanje pristupa spektru novim korisnicima
- Zaštita postojećih komunikacijskih mreža u radu na državnoj i međunarodnoj razini
- Osigurane pretpostavke za ravnomjeran razvoj svih krajeva Republike Hrvatske i društva kroz dostupnost usluga pruženih putem RF spektra na cijelom području Republike Hrvatske
- Zaštita javnog interesa i kritičnih sustava kroz osiguranje spektra za hitne službe, javne servise, kulturne, znanstvene i obrazovne potrebe

¹⁵ Strategija HAKOM-a 2026.-2028.

HAKOM je pristupio izradi ovog strateškog plana analizirajući trenutno stanje i uporabu RF spektra u različitim radiokomunikacijskim službama; pokretnoj službi javnih i privatnih mreža, radiodifuziji, satelitskoj službi, pomorskoj i zrakoplovnoj službi, amaterskoj službi, uređajima malog dometa te njihove potrebe, uključujući posebne službe i vojsku.

Zatim, analizirane su postojeće regulatorne i tehnološke okolnosti, moguće promjene u narednom razdoblju te izazovi koje donose. S obzirom na navedeno, predviđen je njihov mogući utjecaj i izdvojeno više posebnih tema od interesa u području upravljanja RF spektrom poput: nadolazeće 6G tehnologije, buduće uporabe 470 – 694 MHz te 6 GHz spektra, modela uporabe RF spektra putem dijeljene uporabe spektra, primjene sustava bespilotnih letjelica kao i sustava za zaštitu od istih te novi modeli povezivanja satelitskih mreža s terminalima prvenstveno namijenjenim zemaljskim mrežama pokretnih službi tzv. D2D (*Direct to Device*) ili D2C (*Direct to Cell*).

S obzirom na provedene analize i identificirane izazove, na kraju svakog poglavlja definirani su prijedlozi mjera te smjernice razvoja politike upravljanja RF spektrom i regulatornih odluka koje HAKOM u okviru svojih ovlasti propisanih ZEK-om planira provoditi u narednom razdoblju.

3. Regulatorni okvir

RF spektar prirodno je ograničeno opće dobro čija je djelotvorna uporaba od nacionalnog interesa Republike Hrvatske. HAKOM je sukladno ZEK-u i podzakonskim propisima te Statutu, Konvenciji i Radijskim propisima ITU-a nadležan za poticanje učinkovite uporabe i osiguravanje djelotvornog upravljanja RF spektrom.

3.1. Regulatorni okvir u Republici Hrvatskoj

3.1.1. Zakon i podzakonski propisi

Cilj djelotvornog upravljanja RF spektrom je omogućavanje nesmetanog rada različitih radiokomunikacijskih službi, vodeći pri tome brigu o zaštiti zdravlja i sigurnosti korisnika te drugih dionika.

U sklopu upravljanja RF spektrom HAKOM izrađuje prijedlog Pravilnika o namjeni RF spektra i pripadajuće Tablice namjene RF spektra, izrađuje i donosi planove dodjele RF spektra, izdaje dozvole za uporabu RF spektra, objavljuje podatke o radijskim sučeljima, provodi inspekcijski nadzor tržišta radijske opreme, kao i kontrolu i nadzor RF spektra te provodi zaštitu od smetnja.

Propisi koji određuju upravljanje RF spektrom:

- *Zakon o elektroničkim komunikacijama (NN 76/22 i 14/24)*
 - uređuje pravila i uvjete za pružanje elektroničkih komunikacijskih mreža i usluga, upravljanje RF spektrom, zaštitu korisnika te nadležnosti regulatornih tijela u cilju razvoja tržišta i osiguranja poštenog tržišnog natjecanja
- *Pravilnik o namjeni RF spektra (NN 133/23)*
 - određuje raspodjelu RF spektra za različite namjene, tehničke uvjete uporabe frekvencija te pravila za učinkovito i usklađeno upravljanje RF resursima
- *Pravilnik o uvjetima dodjele i uporabe RF spektra (NN 77/23)*
 - propisuje tehničke i operativne uvjete koje moraju ispunjavati radijske postaje kako bi se osigurala njihova sigurna i učinkovita uporaba bez štetnih smetnji u RF spektru
- *Pravilnik o posebnim uvjetima postavljanja i uporabe radijskih postaja (NN 72/23)*
 - propisuje tehničke, sigurnosne i operativne uvjete koje radijske postaje moraju ispunjavati kako bi se osiguralo njihovo pravilno funkcioniranje i spriječile smetnje u radijskom spektru
- *Pravilnik o amaterskim radijskim komunikacijama (NN 150/22)*
 - propisuje uvjete, način uporabe i tehnička pravila za rad amaterskih radijskih postaja, uključujući dodjelu pozivnih oznaka, kategorije operatora i pravila za međusobnu komunikaciju
- *Pravilnik o elektromagnetskoj kompatibilnosti (NN 28/16 i 88/19)*
 - propisuje tehničke zahtjeve i postupke ocjenjivanja sukladnosti električnih i elektroničkih uređaja kako bi se osigurala njihova otpornost na elektromagnetske smetnje i spriječilo ometanje rada drugih uređaja
- *Pravilnik o radijskoj opremi (NN 56/24)*

- propisuje tehničke zahtjeve, uvjete sukladnosti i postupke stavljanja radijske opreme na tržište kako bi se osigurala njezina sigurnost, učinkovitost i usklađenost s propisima o elektromagnetskoj kompatibilnosti i učinkovitom korištenju RF spektra
- *Pravilnik o načinu i uvjetima određivanja zone elektroničke komunikacijske infrastrukture i povezane opreme, zaštitne zone i radijskog koridora te obveze investitora radova ili građevine (NN 146/24)*
 - propisuje kriterije i postupke za određivanje tih zona, uvjete njihove zaštite te obveze investitora kako bi se osigurao nesmetan rad i razvoj elektroničkih komunikacijskih mreža
- *Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskih polja (NN 146/14 i 31/19)*
 - propisuje granične vrijednosti izloženosti, mjere zaštite te načine praćenja i ograničavanja elektromagnetskih polja u cilju zaštite zdravlja ljudi i okoliša
- *Pravilnik o plaćanju naknada za pravo uporabe adresa, brojeva i RF spektra (NN 151/22 i 37/23)*
 - propisuje gospodarsku vrijednost RF spektra
- *Pravilnik o plaćanju naknada za obavljanje poslova HAKOM-a (NN 151/24)*
 - propisuje naknade za upravljanje RF spektrom
- *Uredba o mjerilima razvoja elektroničke komunikacijske infrastrukture i druge povezane opreme (NN 42/25)*

Važeći propisi mogu se pronaći na poveznici¹⁶.

Temeljni propis koji određuje RF spektar i njegovu namjenu je Pravilnik o namjeni RF spektra koji Tablicom namjene RF spektra određuje za svaku pojedinu radiokomunikacijsku službu dio spektra koji može koristiti. Dodatni tehnički uvjeti uporabe spektra u okviru pojedine radiokomunikacijske službe se propisuju planovima dodjele.

3.1.2. Tablica namjene

Tablica namjene RF spektra određuje namjenu RF pojaseva za pojedine radiokomunikacijske službe u skladu s ITU Radijskim propisima te za svaki RF pojas dodatno utvrđuje sljedeće:

- njegovu namjenu za jednu ili više radiokomunikacijskih službi u Republici Hrvatskoj, pri čemu pojedini RF pojas ne mora biti namijenjen određenim radiokomunikacijskim službama (uporaba neovisna o vrsti radiokomunikacijske službe),
- njegovu dodjelu za jednu ili više odgovarajućih primjena ili tehnologija, pri čemu uporaba pojedinoga RF pojasa može biti neovisna o primijenjenoj tehnologiji (tehnološki neovisna uporaba),
- njegovu namjenu u svrhu civilne i/ili vojne uporabe,
- mogućnost njegova prijenosa ili najma,
- uvjete dodjele i uporabe pripadajućih radijskih frekvencija koji osobito mogu upućivati na primjenu drugih mjerodavnih propisa, međunarodnih ugovora i sporazuma te odluka i preporuka ITU-a, CEPT-a i drugih nadležnih međunarodnih organizacija i institucija,

¹⁶ <https://www.hakom.hr/hr/propisi-1916/1916>

- način izdavanja dozvola za uporabu RF spektra kojim se utvrđuje obveza pribavljanja tih dozvola.

Tablica namjene sastavni je dio Pravilnika o namjeni RF spektra, koji na prijedlog Vijeća HAKOM-a donosi ministar.

Tablicom namjene mogu se odrediti različite namjene, uvjeti dodjele i uporabe te načini izdavanja dozvola za isti RF pojas.

Pretraga Tablice namjene dostupna je na poveznici¹⁷.

3.1.3. Planovi dodjele

Planovi dodjele radijskih frekvencija sadrže sljedeće:

- podjelu državnog područja Republike Hrvatske na područja za dodjelu dozvola za uporabu RF spektra, pri čemu se mogu odrediti posebni uvjeti uporabe radi zaštite susjednih područja od djelovanja smetnja,
- podjelu RF pojaseva na RF kanale, zajedno sa širinom i razmakom kanala te zaštitnim kanalima,
- druge potrebne tehničke uvjete za uporabu radijskih frekvencija.

Trenutno važeći planovi dodjele dostupni su na poveznici¹⁸.

3.1.4. Baza podataka RF spektra

HAKOM vodi i redovito obnavlja bazu podataka RF spektra koja može sadržavati popis dodijeljenih i raspoloživih radijskih frekvencija i RF kanala u skladu s planovima dodjele radijskih frekvencija, s pripadajućim podacima o uvjetima namjene, dodjele i uporabe radijskih frekvencija i kanala, zemljopisnom području njihove uporabe te nositeljima dozvola za uporabu pripadajućih radijskih frekvencija i kanala.

U bazi podataka RF spektra dostupni su podatci o radiju, televiziji, javnim pokretnim mrežama (GSM, UMTS), širokopojasnom bežičnom pristupu itd.

Podaci koje HAKOM objavljuje su javno dostupni, bez naknade, u elektroničkom obliku na internetskim stranicama HAKOM-a, uz mogućnost sveobuhvatnog pretraživanja prema odabranim mjerilima.

Objavljene baze RF spektra mogu se pronaći na poveznici¹⁹.

¹⁷ <http://tablice.hakom.hr:8080/vis?lang=hr>

¹⁸ <https://www.hakom.hr/hr/planovi-dodjele-frekvencija-u-rh/240>

¹⁹ <https://www.hakom.hr/hr/baza-podataka-rf-spektra/242>

3.1.5. Privremena uporaba

HAKOM može izdati privremenu dozvolu za uporabu RF spektra u svrhu tržišnog ili tehničkog ispitivanja, istraživanja ili projektiranja, te za potrebe sportskih, kulturnih, zabavnih ili drugih priredaba privremenog značaja, iznimno od Tablice namjene ili drugih propisa.

Za potrebe ispitivanja novih tehnologija, moguće je izdati privremenu dozvolu, nakon čega HAKOM u slučaju pozitivnog ishoda testiranja i opravdanosti zahtjeva, može predložiti izmjenu Tablice namjene i potrebnih drugih propisa, kako bi se omogućila trajna uporaba.

Pri uporabi RF spektra u svrhu znanstvenih, istraživačkih i obrazovnih projekata isključivo u nekomercijalne svrhe naknada se ne plaća.

Privremene dozvole često se izdaju za potrebe ENG/OB prijenosa (sportskih) događanja o čemu je više rečeno u poglavlju 5.5.

3.1.6. Vojna uporaba

Oružane snage Republike Hrvatske upotrebljavaju RF pojase, koji su Tablicom namjene RF spektra određeni isključivo za vojnu uporabu, bez pribavljanja dozvole za uporabu RF spektra.

Oružane snage Republike Hrvatske, policija, sigurnosno-obavještajne agencije, tijelo državne uprave nadležno za civilnu zaštitu i hitne službe upotrebljavaju RF pojase koji su Tablicom namjene RF spektra određeni za civilnu i/ili vojnu uporabu uz pribavljeno prethodno odobrenje HAKOM-a.

Ministarstvo obrane upravlja dijelom spektra koji je namijenjen isključivo za vojnu uporabu. U svim ostalim frekvencijskim pojasevima je nužna koordinacija korištenja RF spektra s HAKOM-om, kako bi i vojni i civilni sustavi, neovisno o tome radi li se o privremenoj ili trajnoj uporabi, mogli raditi neometano.

3.1.7. Nadzor i kontrola RF spektra

HAKOM u okviru svoje nadležnosti osiguravanja učinkovite uporabe i djelotvornog upravljanja RF spektrom ima uspostavljen sustav kontrolno-mjernih središta i postaja na čitavom području Republike Hrvatske. Sustav kontrolno-mjernih postaja upotrebljava se za kontrolu i nadzor radijskih frekvencija, mjerenja u svrhu frekvencijskog planiranja te za utvrđivanje i uklanjanje uzroka smetnja u RF spektru.

Ustrojena su četiri kontrolno-mjerna središta u četiri najveća grada koja se operativno nadopunjuju s daljinski upravljanim mjernim postajama. Za svakodnevne poslove kontrole RF spektra i ostale tehničke poslove u okviru svoje nadležnosti HAKOM se koristi i posebnim mjernim vozilima opremljenim odgovarajućom mjernom opremom.

3.1.8. Izdavanje dozvola za uporabu RF spektra

Način izdavanja dozvole za uporabu RF spektra je definiran u Tablici namjene za pojedini frekvencijski pojas.

3.1.8.1. Uporaba RF spektra na temelju opće dozvole

Opća dozvola za uporabu RF spektra se izdaje u slučajevima kada postoji zanemariva opasnost od smetnji ili u usklađenim RF pojasevima, osobito u svrhu provedbe odgovarajućih odluka i preporuka EU, CEPT-a i njihovih tijela, koje su prihvaćene u Republici Hrvatskoj.

Opća dozvola se najčešće izdaje za uređaje koji su u širokoj uporabi i u tom slučaju moraju raditi prema točno određenim parametrima koji su određeni tom dozvolom. CEPT provodi odgovarajuće studije u kojima se ti parametri određuju, kako bi vjerojatnost međusobnih smetnji i smetnji prema drugim uređajima bile minimalne. Drugim riječima, uporabom tih parametara za navedene uređaje mala je vjerojatnost da će korisnik osjetiti zamjetne smetnje. Bitno je naglasiti da s obzirom na navedenu prirodu uporabe, uređaji s izdanom općom dozvolom ne mogu tražiti zaštitu rada, ali su dužni i ukloniti smetnju drugim službama ukoliko je uzrokuju. S obzirom na činjenicu da navedene studije temeljem kojih su određeni parametri iz općih dozvola nikada u potpunosti ne isključuju vjerojatnost pojave smetnji, postoji mogućnost da će se smetnja u nekim slučajevima i pojaviti.

Osim što navedene studije razmatraju mogućnost međusobnog rada velikog broja uređaja namijenjenih za široku uporabu, one imaju za cilj utvrditi i da je njihov „suživot“ s drugim uređajima koji upotrebljavaju isti ili susjedni frekvencijski pojas moguć. EU i CEPT tada donose odluke i preporuke s parametrima za uporabu tih uređaja, čime se postiže harmonizacija uporabe RF spektra na europskoj razini, koja je često usklađena i globalno. Globalna harmonizacija pridonosi sigurnosti industrije da određeni uređaj mogu proizvesti s istim parametrima za cijeli svijet, što uvelike pojeftinjuje proizvodni proces te daljnju distribuciju.

U pojedinim slučajevima HAKOM može propisati tehničke parametre i/ili druge tehničke mjere za široku uporabu određenih uređaja na nacionalnoj razini, koje nisu propisane međunarodnim propisima.

3.1.8.2. Izdavanje dozvole za uporabu RF spektra na temelju zahtjeva

Pojedinačna dozvola za uporabu RF spektra se izdaje na zahtjev kada je potrebno osigurati neometani rad pojedinih službi (npr. privatne pokretne mreže, mikrovalne veze, radijski uređaji na plovilu/zrakoplovu). U tom slučaju HAKOM, uz uzimanje u obzir prijedloga korisnika koliko je moguće, planira točne tehničke parametre (frekvenciju, izračenu snagu, usmjerenje itd.). Uz ove parametre, korisniku je osiguran neometan rad te se u slučaju smetnji ista prijavljuje HAKOM-u koji ju nastoji riješiti u najkraćem mogućem roku.

Pomorska i zrakoplovna služba su specifične po svojoj prirodi i izravno vezane uz sigurnost plovidbe i leta te se za njih planiranje RF spektra provodi različito od drugih službi. S obzirom na globalnu dimenziju njihovih primjena, za cijeli svijet su određene iste frekvencije i kanali za istu

primjenu. U tom smislu HAKOM izdaje dozvole za uporabu RF spektra na plovilu i zrakoplovu te nepokretnih uređaja u zrakoplovnoj i pomorskoj službi, s već predodređenim kanalima, ovisno o namjeni i potrebi plovila, odnosno zrakoplova.

3.1.8.3. Izdavanje dozvole za uporabu RF spektra na temelju javnog poziva, natječaja ili javne dražbe

Dozvola za uporabu RF spektra se izdaje putem jednog od javnih postupka u slučajevima kada je usluga koja će se pružati putem određenog RF pojasa od javnog interesa. To je najčešće za mreže pokretnih komunikacija te radiodifuziju (televizija i digitalni radio). Spomenuti RF spektar je vrlo ograničen te se u svrhu javnog interesa u dozvolama propisuju obveze koje operator mora ispuniti (npr. pokrivanje određenog dijela teritorija do određenog roka, propisana minimalna kvaliteta usluge i sl.).

Kada se ne očekuje interes za više od ponuđenog dijela spektra, RF spektar se dodjeljuje na temelju javnog poziva. U tom slučaju su propisani uvjeti koje mora zadovoljiti budući nositelj dozvole te su naknade koje se plaćaju, unaprijed propisane Pravilnikom o plaćanju naknada za pravo uporabe adresa, brojeva i RF spektra.

Ukoliko se RF spektar dodjeljuje evaluacijom više različitih kriterija, tada se primjenjuje postupak javnog natječaja. Zaprimiteljne ponude se vrednuju po svim unaprijed određenim kriterijima (npr. broj izgrađenih radijskih postaja, postotak pokrivenosti stanovništva, tehničko rješenje, cijena usluge i sl.) te pobjeđuje ponuda s najviše bodova. Naknade su unaprijed propisane Pravilnikom o plaćanju naknada za pravo uporabe adresa, brojeva i RF spektra.

Kada je jedini kriterij za dodjelu RF spektra ponuđena cijena, provodi se javna dražba. Ponuđači moraju zadovoljiti osnovne uvjete kako bi mogli sudjelovati u nadmetanju, a izdavanjem dozvole preuzimaju obveze koje su unaprijed određene dražbovnom dokumentacijom. Naknada koja se plaća je ona koja se postigne nadmetanjem (pobjednička ponuda, koja može biti najveća ili kako je već propisano pravilima dražbe).

Za troškove upravljanja RF spektrom se za sve načine dodjele RF spektra plaćaju naknade propisane Pravilnikom o plaćanju naknada za obavljanje poslova HAKOM-a.

Način dodjele za radiokomunikacijsku službu u pojedinom frekvencijskom pojasu je određen u Tablici namjene. Moguće je za pojedinu radiokomunikacijsku službu u istom frekvencijskom pojasu imati više načina dodjele (npr. javni poziv/natječaj/dražba za bazne postaje, opća dozvola za krajnje uređaje). Budući da se Tablica namjene donosi na prijedlog HAKOM-a, ukoliko se pokaže opravdanim, način izdavanja dozvole se za pojedinu primjenu može promijeniti. Da bi se to ostvarilo, potrebno je HAKOM-u iskazati interes za određenom uporabom RF spektra. Ukoliko je taj interes dostatan i pokaže se da je u cilju dobrobiti tržišta u Republici Hrvatskoj, HAKOM će navedeno uzeti u obzir prilikom izrade prijedloga Tablice namjene nadležnom ministru.

3.2. Međunarodni regulatorni okvir

Upravljanje RF spektrom je izravno povezano s međunarodnom komponentom, i to prvenstveno na razini EU, zatim u okviru CEPT-a te na globalnoj razini u radu ITU-a. Uzimajući u obzir činjenicu da širenje elektromagnetskih valova ne poznaje granice, a za tržišni uspjeh novih radijskih tehnologija nužna je harmonizacija na čim većem području, sudjelovanje u radu svih navedenih institucija je ključno, kako bi se pravovremeno osigurala mogućnost uporabe spektra za nove radijske službe i tehnologije te osigurala zaštita za postojeće radijske sustave u uporabi.

Republika Hrvatska aktivno sudjeluje u aktivnostima CEPT-a i ITU-R-a (*International Telecommunication Union – Radiocommunication Sector*). Glavni cilj je zaštita hrvatskih interesa kroz izvješća i odluke ECC-a te zastupanje hrvatskih stajališta na Svjetskim radiokomunikacijskim konferencijama (WRC – *World Radiocommunication Conference*).

3.2.1. ITU

ITU namjenjuje frekvencije radiokomunikacijskim službama na globalnoj razini u skladu s ITU Radijskim propisima, međunarodnim sporazumom koji regulira korištenje spektra za sve radijske primjene te orbitalne pozicije satelita. Ovaj sporazum je obvezujući za članice ITU-a. Tablica namjene preuzima i dopunjava relevantne odredbe ITU Radijskih propisa za Republiku Hrvatsku, a HAKOM prilikom njene izrade analizira potrebe spektra za postojeće i planirane buduće radijske službe kako bi osigurao da se resursi koriste djelotvorno i učinkovito, bez smetnji.

ITU organizira WRC s ciljem pregleda, izmjene i dopune ITU Radijskih propisa. Svjetska radiokomunikacijska konferencija se organizira svakih 3 do 4 godine i na njoj sudjeluju zemlje članice ITU-a. ITU Radijski propisi predstavljaju međudržavni međunarodni ugovor koji uređuje prava i obveze u uporabi RF spektra. ITU Radijski propisi sadrže tablicu namjene RF spektra u kojoj su frekvencijski pojasevi dodijeljeni jednoj ili više radiokomunikacijskih službi na primarnoj ili sekundarnoj osnovi (npr. fiksna služba, pokretna služba, radiodifuzija, satelitske primjene, itd.).

3.2.2. EU

U EU donošenje odluka o RF spektru uključuje nekoliko ključnih institucija i tijela. Ova tijela koordiniraju politike i regulative kako bi se osiguralo učinkovito upravljanje spektrom na razini EU-a. Struktura se sastoji od:

1. Europska komisija
 - Ima izvršnu ulogu i predlaže regulative i odluke vezane uz spektar.
 - Djeluje na temelju Europske odluke o radijskom spektru (*Radio Spectrum Decision 676/2002/EC*).
 - Donosi provedbene odluke koje osiguravaju usklađeno korištenje spektra u EU²⁰.

²⁰ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/radio-spectrum-decisions>

2. Europski parlament i Vijeće EU
 - Parlament i Vijeće donose direktive i uredbe²¹ koje oblikuju upravljanje spektrom.
 - Europski zakonik o elektroničkim komunikacijama (EECC – *European Electronic Communications Code, Directive (EU) 2018/1972*).
3. Skupina za politiku RF spektra (RSPG – *Radio Spectrum Policy Group*)
 - Sastoji se od predstavnika država članica i Europske komisije.
 - Priprema strateška mišljenja i izvješća o upravljanju spektrom za Europsku komisiju.
4. Odbor za RF spektar (RSC – *Radio Spectrum Committee*)
 - Pruža tehničku podršku Komisiji za donošenje odluka o harmonizaciji spektra.
 - Sastoji se od predstavnika država članica i pomaže u provedbi odluka EU.
5. Tijelo europskih regulatora za elektroničke komunikacije (BEREC – *Body of European Regulators for Electronic Communications*)
 - Koordinira rad nacionalnih regulatora i osigurava dosljednost u primjeni pravila.
 - Iako nema izravnu ulogu u upravljanju spektrom, pruža stručna mišljenja i podršku.
6. Nacionalna regulatorna tijela
 - Svaka država članica ima svoje regulatorno tijelo.
 - Dodjeljuju spektar te provode nacionalne i EU propise iz područja upravljanja RF spektrom.
 - Obavljaju bilateralne i multilateralne dogovore između država članica.

Na EU razini HAKOM aktivno sudjeluje na RSC-u, RSPG-u te BEREC-u.

Ovakva struktura osigurava da se RF spektar u EU koristi na usklađen, djelotvoran, učinkovit i inovativan način, posebno za 5G, mobilne mreže, radio i TV emitiranje te satelitske komunikacije. Harmonizirana uporaba RF spektra omogućava da industrija proizvodi iste proizvode za veće područje, bez potrebe za prilagođavanjem pojedinih uređaja za određene države. Time se izrazito pojednostavljuje proces proizvodnje i distribucije tih uređaja i čini ih se dostupnim puno većem krugu krajnjih korisnika.

Republika Hrvatska graniči i s državama koje nisu članice EU i koje nisu dužne slijediti EU zakonodavstvo. Ipak, usklađivanje frekvencija sa susjednim državama često je nužno kako bi se zadovoljile potrebe domaćeg tržišta. U tom smislu HAKOM surađuje s nacionalnim regulatornim tijelima susjednih i zemljopisno bliskih država, kako bi radiokomunikacijske službe u pojedinačnim državama mogle upotrebljavati RF spektar bez vanjskih smetnji. U tu svrhu se potpisuju bilateralni ili multilateralni međunarodni sporazumi koji definiraju prava pojedinih država u pograničnim područjima. Dio potpisanih međunarodnih sporazuma dostupan je na poveznici²².

²¹ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/radio-spectrum-directives-decisions-and-implementing-regulations>

²² <https://www.hakom.hr/hr/medjunarodni-sporazumi/1922>

3.2.3. CEPT

CEPT je jedna od šest regionalnih organizacija koja priprema zajednička stajališta za WRC, i to na skupini *Conference Preparatory Group* (CPG). Zajednička europska stajališta (ECP – *European Common Proposal*) zastupaju većinske interese članica CEPT-a na WRC-u. Isto tako, Vijeće EU i Europski parlament donose Odluku o zajedničkim stajalištima za WRC na temelju mišljenja RSPG-a, koja obvezuje države članice.

U okviru CEPT-a HAKOM sudjeluje i na ECC (*European Communications Committee*), WG FM (*Working Group Frequency Management*), WG SE (*Working Group Spectrum Engineering*) te ECC PT1 (*Project Team 1*) skupinama, dok se u ostale podskupine uključuje ovisno o trenutnim temama od interesa za Republiku Hrvatsku.

4. Digitalizacija upravljanja RF spektrom

HAKOM u procesima vezanim uz upravljanje RF spektrom koristi niz digitalnih alata i pripadajućih baza podataka. Veći dio tih alata vezan je uz komunikaciju s korisnicima, dok se manji dio koristi za procese unutar HAKOM-a, poput alata za proračune, planiranje i upravljanje RF spektrom, izradu i evidenciju dozvola te naplatu naknada za upravljanje RF spektrom. Navedene aplikacije uvodile su se ranije, ali je proces digitalizacije, prilagodbe i pristupa uslugama HAKOM-a dodatno ubrzan nakon 2020., uvjetovan pandemijom COVID-a. Dodatno, HAKOM je u dosadašnjim postupcima elektroničke javne dražbe koristio vanjske softverske alate kao optimalno rješenje, s obzirom na povremenu potrebu za uporabom, njihovu specifičnost i kompleksnost takvih sustava te samu cijenu.

Od postojećih aplikacija prije svega treba spomenuti alate dostupne u sklopu usluga e-Agencije, odnosno konkretno e-Dozvola²³, koji omogućuju elektroničko ishodenje dozvole za sve pojedinačne dozvole za uporabu RF spektra koje se izdaju na temelju podnesenog zahtjeva. Konkretno, omogućeno je elektroničko podnošenje zahtjeva za izdavanje dozvola za uporabu RF spektra na plovilu (e-Plovila), u radiodifuziji (e-Radiodifuzija), u mikrovalnoj vezi (e-Mikrovalna veza), za nepokretnu radijsku postaju (e-Nepokretna), za pokretnu radijsku postaju (e-Pokretna), u satelitskoj službi (e-Satelitska), na zrakoplovu (e-Zrakoplovna) i u amaterskoj službi (e-Amaterska). Sustav predviđa u potpunosti elektronički tijek procesa izdavanja dozvola za uporabu RF spektra i uz to pripadajućih računa - od podnošenja zahtjeva, preko obrade do izdavanja dozvole u elektroničkom obliku.

Mogućnost realizacije prethodno navedenog sustava izdavanja dozvola, zahtijeva postojanje i integraciju različitih pozadinskih sustava i baza podataka. Jedan od važnijih sustava je geografski informacijski sustav (GIS), u koji se zapisuju podaci o lokacijama radijskih postaja i općenito podaci za koje je bitna informacija smještaja u prostoru. Ti podaci se koriste za različite namjene, od aplikacija za planiranje radijskih sustava do procesa izdavanja dozvola. Javnosti je dio tog sustava dostupan u sklopu GIS portala²⁴, koji objedinjuje različite preglednike poput: plana razvoja infrastrukture u pokretnoj komunikacijskoj mreži te radiodifuzijskim mrežama, prikaza lokacija baznih postaja u javnim mrežama pokretnih komunikacija, te preglednika mjerenja EMP-a obavljenih od strane HAKOM-a. Navedeni portal uključuje i druge preglednike vezane uz nepokretnu komunikacijsku infrastrukturu i usluge.

Operatori javnih mreža pokretnih komunikacija imaju zakonsku obvezu prijave postavljanja baznih postaja u pokretnim mrežama, kao što je to opisano u poglavlju 5.8. Navedene prijave s pripadajućim tehničkim podacima HAKOM zaprima i obrađuje kroz zaseban elektronički sustav.

Od postojećih sustava važno je još spomenuti i primjer regulacije dijela spektra za koju HAKOM koristi sustave elektroničke prijave i obrade podataka radijskih postaja. Naime, problem smetnji RLAN radijskih postaja meteorološkim radarima u frekvencijskom pojasu 5600 – 5650 MHz u nizu europskih zemalja, potaknuo je HAKOM na izmjene regulative i uvođenje obveze prijave svih

²³ <https://www.hakom.hr/hr/e-dozvole/220>

²⁴ <https://ekarta.hakom.hr/portal/apps/sites/#/interaktivni-gis-portal>

RLAN postaja na otvorenim prostorima koje rade u frekvencijskim pojasevima na 5 GHz. Prijavljene RLAN postaje identificiraju se putem MAC (*Medium Access Control*) adrese, te se u slučaju prijave smetnji meteorološkim radarima u RH ili susjednim zemljama znatno olakšava pronalaženje izvora smetnje i njegovo uklanjanje. Navedeni sustav koristi se i za elektroničku prijavu drugih radijskih postaja za koje je to propisano odgovarajućim općim dozvolama, kao npr. SNG (*Satellite News Gathering*) radijske postaje.

HAKOM kontinuirano radi na unaprjeđivanju funkcionalnosti navedenih sustava kako bi implementirao nove regulatorne mjere, unaprijedio upravljanje RF spektrom (npr. novi scenariji dijeljene uporabe RF spektra) te dodatno digitalizirao i automatizirao procese, sukladno potrebama korisnika spektra i krajnjih korisnika. Uz navedeno, HAKOM nastoji povećati transparentnost svoga rada i dostupnost (pregled i/ili preuzimanje) informacija zainteresiranoj javnosti. Sukladno navedenom, HAKOM trenutno radi na pripremi i objavi karata pokrivanja javnih mreža pokretnih komunikacija, što svakako predstavlja jedan od prioriteta u digitalizaciji i dostupnosti informacija krajnjim korisnicima. U skladu s Direktivom o otvorenim podacima i ponovnoj uporabi informacija javnog sektora²⁵ i Zakonom o pravu na pristup informacijama²⁶, HAKOM planira objaviti veći dio svojih izrađenih i prikupljenih podataka u računalno čitljivom obliku, kako bi omogućio njihovu ponovnu komercijalnu ili nekomercijalnu uporabu.

Kako bi pravovremeno prepoznali potrebe operatora i krajnjih korisnika, HAKOM želi potaknuti korisnike dostupnih digitalnih usluga da aktivno sudjeluju u dijeljenju korisničkih informacija i tako pridonose daljnjem razvoju digitalnih alata. Kao primjer mogu se istaknuti HAKOMetar²⁷ i HAKOMetar Plus, aplikacije kojima korisnici mogu ispitati kakvoću usluge širokopojsnog pristupa internetu u nepokretnim i pokretnim/bežičnim elektroničkim komunikacijskim mrežama, odnosno mogu izmjeriti brzinu podatkovnog prometa u dolaznom (*Download*) i odlaznom (*Upload*) smjeru. Rezultati mjerenja javno su dostupni za pregled te se mogu preuzeti na zasebnom dijelu HAKOM-ovih internetskih stranica.

Ovdje svakako valja spomenuti i razvoj umjetne inteligencije (AI) kao jedne od tehnologija koja se razvija velikom brzinom, a ima potencijal dubinski promijeniti različita područja ljudske djelatnosti. U skladu s tim očekivanjima, može se pretpostaviti da će se u narednom razdoblju sve češće javljati alati temeljeni na AI koji se koriste u raznim područjima upravljanja RF spektrom. Za pretpostaviti je da će AI naći svoju primjenu kako u repetitivnim i vremenski zahtjevnim zadacima, obradama velike količine podataka, ali i u onim kompleksnijim zadacima upravljanja RF spektrom. Tu svakako vidimo moguću doprinos unaprjeđenju procesa izdavanja dozvola ili potvrda, nadzoru i kontroli RF spektra te obradi mjernih rezultata, kao i u procesima upravljanja RF spektrom pri scenarijima dijeljene uporabe RF spektra. HAKOM sukladno tome planira pratiti razvoj i implementirati takve alate kada budu dostupni, jer u tome vidi priliku za unaprjeđenje svojih procesa. U ovom trenutku teško je definirati konkretne vremenske rokove za navedene planove, s obzirom na još uvijek niz otvorenih pitanja vezanih uz razvoj AI-a i primjenu u upravljanju RF spektrom.

²⁵ <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/1024/oj?locale=hr>

²⁶ NN br. 25/13, 85/15 i 69/22

²⁷ <https://hakometarplus.hakom.hr/home>

Slijedom navedenog, vezano uz digitalizaciju upravljanja RF spektrom HAKOM planira:

1. Razvijati i objavljivati nove digitalne alate poput karata pokrivanja javnih mreža pokretnih komunikacija
2. Definirati i objavljivati setove podataka u skladu s Direktivom o otvorenim podacima i ponovnoj uporabi informacija javnog sektora i Zakonom o pravu na pristup informacijama.
3. Razvijati i unaprjeđivati postojeće alate koji se odnose na upravljanje RF spektrom, izdavanje dozvola te dostupnost podataka korisnicima spektra i javnosti.
4. Pratiti i razmatrati mogućnost primjene novih alata u procesima upravljanja i kontrole RF spektra, poput onih temeljenih na AI-u.

5. Upravljanje radiofrekvencijskim spektrom u radiokomunikacijskim službama

Radiokomunikacijska služba je svaka služba koja koristi radijske valove za prijenos, odašiljanje ili primanje informacija. To mogu biti poruke, glas, podaci ili signali, a svrha je povezivanje ljudi, uređaja ili sustava na daljinu. Radiokomunikacijske službe su podijeljene prema vrsti i namjeni komunikacije (npr. pokretna služba, satelitska služba, pomorska služba, zrakoplovna služba...).

5.1. Pokretna služba

5.1.1. Javne pokretne mreže

Javne pokretne mreže predstavljaju ključnu infrastrukturu za pružanje elektroničkih komunikacijskih usluga krajnjim korisnicima, a učinkovitost njihovog razvoja i rada u velikoj mjeri ovisi o dostupnosti, planiranju i upravljanju RF spektrom.

Frekvencijski pojasevi namijenjeni za 5G (700 MHz, 3,6 GHz i 26 GHz) su dodijeljeni 2021. godine. Pojasevi 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, 2600 MHz te preostali dio 3,6 GHz namijenjen za regionalnu uporabu dodijeljeni su u 2023. godini.

Time su operatorima omogućeni preduvjeti za daljnji razvoj mreža nove generacije, povećanje kapaciteta, kao i unaprjeđenje kvalitete usluga na nacionalnoj i lokalnoj razini. Uvođenje 5G tehnologije postavlja visoke zahtjeve na planiranje spektra, jer osim većih brzina i niže latencije, zahtijeva i veću gustoću baznih postaja te širu lepezu frekvencijskih resursa.

Kako bi se osigurao daljnji razvoj potrebno je kontinuirano evaluirati dostupne frekvencijske pojaseve, identificirati potencijalne nove pojaseve, kao i pripremiti regulatorni okvir za pravovremeno oslobađanje dodatnih resursa u skladu s razvojem tržišta i tehnološkim napretkom (npr. u kontekstu 6G), što podrazumijeva i moguće dijeljenje spektra. Stvaranje predvidivog regulatornog okruženja, operatorima će omogućiti dugoročno planiranje ulaganja, posebno u područjima gdje je ekonomska isplativost niža. Razmotrit će se mogućnost lokaliziranih dodjela, kao i podrška novim konceptima kao što je npr. dinamička alokacija spektra, što povećava iskoristivost postojećih resursa.

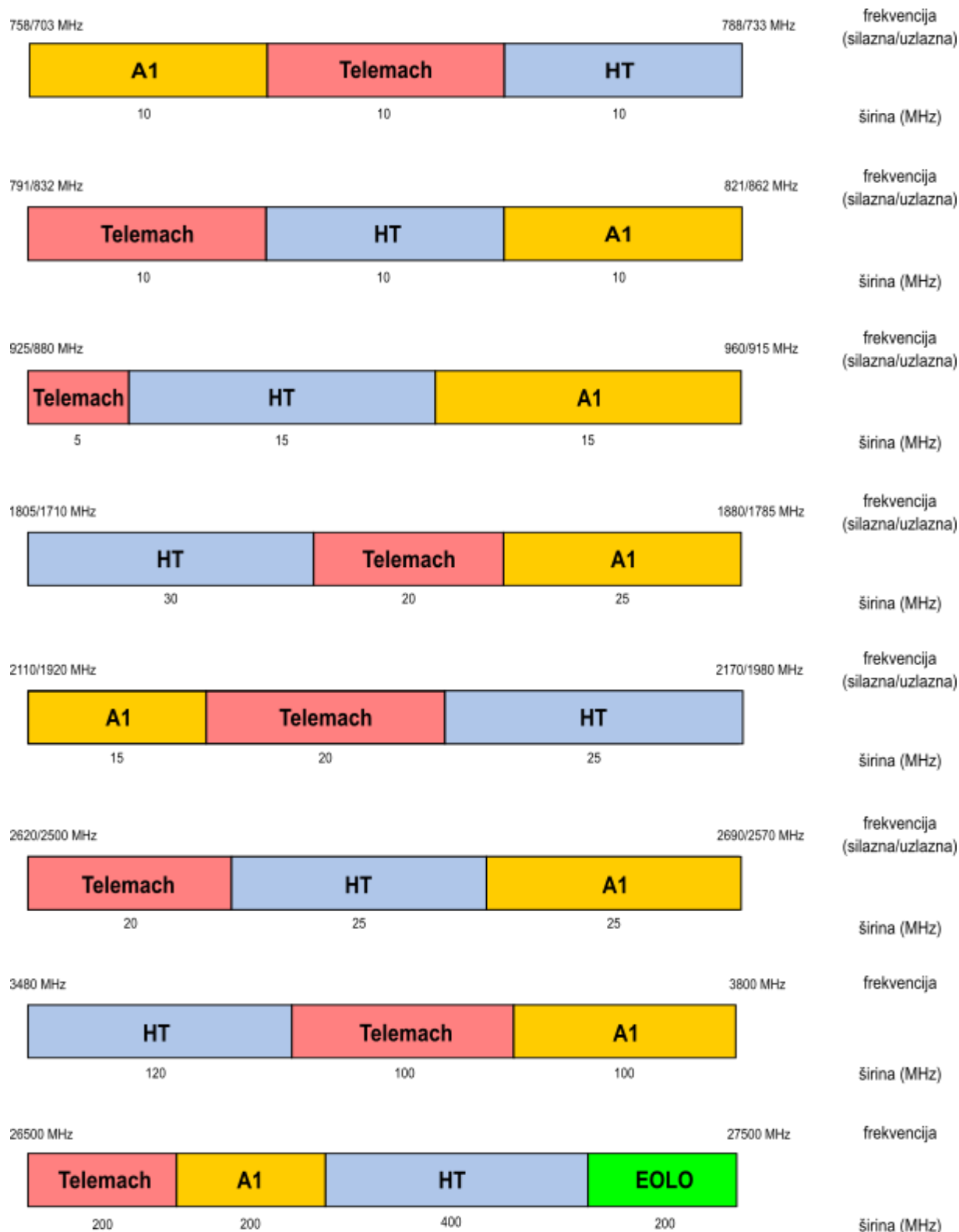
5G *Standalone* (SA) mreže predstavljaju arhitekturu 5G mreža koja se u potpunosti temelji na novom 5G jezgrenom (*Core*) sustavu, bez oslanjanja na prethodne generacije (kao što je 4G/LTE). Za razliku od 5G *Non-Standalone* (NSA) mreža koje koriste postojeću 4G infrastrukturu za upravljanje signalizacijom, SA mreže omogućuju punu funkcionalnost 5G tehnologije — uključujući ultranisku latenciju, podršku za masovnu komunikaciju strojeva (mMTC), visoku pouzdanost i mogućnost segmentacije mreže (*Network Slicing*) za različite potrebe korisnika i sektora. Poticanje implementacije SA mreža je vrlo važno za osnaživanje digitalne transformacije hrvatskog gospodarstva, osobito kroz podršku razvoju specijaliziranih primjena u vertikalnim sektorima kao što su proizvodnja (pametne tvornice), logistika i transport (automatizirani sustavi),

zdravstvo (daljinska dijagnostika i kirurgija), energetika (upravljanje pametnim mrežama), javna sigurnost (kritične komunikacije), poljoprivreda (precizno upravljanje resursima) i dr.

Do sada u Hrvatskoj nije komercijalno uvedena nijedna potpuno funkcionalna 5G SA mreža, iako su neki operatori započeli s pripremnim aktivnostima, uključujući tehnička testiranja, modernizaciju jezgrenih mreža i pojedinačne pilot-projekte. Poticanje implementacije 5G SA mreža može uključiti razvoj novih fleksibilnih regulatornih mehanizama za dodjelu spektra, suradnju s industrijom, akademskom zajednicom i javnim sektorom u razvoju pilot-projekata i novih poslovnih modela i uklanjanje regulatornih prepreka za brzo uvođenje privatne 5G infrastrukture u skladu s tržišnim potrebama.

S obzirom na ubrzani razvoj bežičnih tehnologija, trendove u europskoj i međunarodnoj regulativi, kao i potrebe tržišta, HAKOM kontinuirano prati stanje iskorištenosti spektra te provodi analize postojećih i mogućih uporaba. U tom kontekstu, transparentnost, predvidivost regulatornog okvira i pravovremena komunikacija s dionicima ostaju ključni faktori za stabilan razvoj sektora elektroničkih komunikacija.

Slika 1. prikazuje dodijeljeni RF spektar za pokretne i nepokretne komunikacijske mreže s nacionalnim pokrivanjem.



Slika 1. Dodijeljeni RF spektar za pokretne i nepokretne komunikacijske mreže s nacionalnim pokrivanjem.

Slijedom navedenog, vezano uz javne pokretne mreže HAKOM planira:

1. Osigurati dovoljne količine spektra za sadašnje i buduće potrebe (4G, 5G i buduće generacije pokretnih mreža).
2. Usklađivati domaći regulatorni okvir s europskim regulatornim i tehničkim okvirom (CEPT, ECC, EU regulativa).
3. Pratiti razvoj 6G inicijativa i prilagođavati regulatorni okvir za nadolazeće zahtjeve tržišta.
4. Poticati implementaciju 5G SA mreža za vertikalne sektore i napredne digitalne usluge kroz razvoj fleksibilnih regulatornih mehanizama za dodjelu spektra .
5. Međunarodno uskladiti uporabu RF spektra sa susjednim državama za RF pojaseve za koje još ne postoje odgovarajući sporazumi za širokopojasne tehnologije.

5.1.2. Privatne pokretne mreže

Privatne pokretne mreže (PMR – *Professional Mobile Radio*) za vlastite potrebe ključan su dio suvremene digitalne infrastrukture i omogućuju pouzdanu, sigurnu i lokalno kontroliranu komunikaciju u sektorima koji zahtijevaju visoku dostupnost, nisku latenciju i neovisnost o komercijalnim javnim mrežama. Obuhvaćaju uskopojasne mreže i širokopojasne u frekvencijskim pojasevima ispod 1 GHz koje imaju dugogodišnju primjenu u kritičnim komunikacijama te širokopojasne mreže bazirane na 3GPP standardima u frekvencijskim pojasevima iznad 1 GHz čija se veća implementacija tek očekuje.

PMR mreže u frekvencijskim pojasevima ispod 1 GHz koriste se već godinama koriste u javnoj sigurnosti, komunalnim i prometnim službama (željeznice, elektroprivreda, vodovod), industrijski postrojenjima i u situacijama koje zahtijevaju pouzdanu govornu komunikaciju i brzu koordinaciju. Najčešće su koriste analogni PMR sustavi te TETRA (*Terrestrial Trunked Radio*) digitalni sustav kao PMR standard za sigurnosne, hitne i komunalne službe i DMR (*Digital Mobile Radio*) digitalni sustav namijenjen za raznim vertikalnim primjenama.

HAKOM kontinuirano prati razvoj PMR mreža u frekvencijskim pojasevima ispod 1 GHz kako bi očuvao mogućnost uporabe postojećih PMR sustava i osigurao preduvjete za uvođenje novih širokopojasnih mreža. Navedeno podrazumijeva efikasniju uporabu postojećih frekvencijskih resursa u smislu migracije analognih PMR sustava na digitalne sustave, poticanje pružanja usluga u mrežama za vlastite potrebe te objedinjavanje mrežnih funkcionalnosti i kapaciteta u jedinstvene mreže.

Uvođenje širokopojasne mreže za sustav civilne zaštite i uklanjanja posljedica nesreća većih razmjera (PPDR – *Public Protection and Disaster Relief*) podrazumijeva potencijalnu uporabu novih frekvencijskih pojaseva (700 MHz) i osiguranje mogućnosti korištenja postojećih javnih mobilnih mreža za potrebe hitnih i sigurnosnih službi u skladu s čl. 59. ZEK-a Uvođenje takve nove hibridne širokopojasne PPDR mreže koja osigurava međusobnu komunikaciju hitnih i sigurnosnih službi kroz standardizaciju tehnologije bazirane na 3GPP preporukama može osigurati širokopojasne usluge PPDR korisnicima na siguran i pouzdan način.

Razvoj 5G tehnologije omogućio je uporabu RF spektra za širokopojasne mreže za vlastite potrebe, odnosno za mreže s lokalnom uporabom RF spektra na ograničenom zemljopisnom području koje uključuje uporabu u industrijskim pogonima, poslovnim zonama, sveučilišnim i istraživačkim kampusima, izložbenim/sajamskim zonama te poljoprivrednim i šumskim područjima. U Republici Hrvatskoj se trenutno za širokopojasne mreže za vlastite potrebe može upotrebljavati RF pojas 2575-2615 MHz za koji su detaljni uvjeti uporabe propisani Planom dodjele za frekvencijski pojas 2500-2690 MHz.

Slijedom navedenog, vezano uz privatne pokretne mreže HAKOM planira:

1. Međunarodno usklađivati frekvencijske pojaseve 410-430 MHz i 440-470 MHz sa susjednim državama za uporabu uskopojasnih i širokopoasnih sustava
2. Otvarati spektar za nove širokopojasne privatne mreže u skladu s EU i CEPT regulativom s fokusom na 3,8-4,2 GHz
3. Izraditi jasan nacionalni pravni okvir u vezi definiranja mogućnosti pružanja usluga u mrežama za vlastite potrebe

Izraditi nacionalni pravni okvir za uvjete pristupa i uporabe javnih pokretnih mreža u svrhu pružanja usluga kritičnih komunikacija za PPDR korisnike

5.2. Nepokretna služba

Tradicionalno, nepokretna služba podrazumijeva primjene u kojima su krajnje točke komunikacijske veze nepokretne. U pravilu se dijele na sustave tipa točka-točka (mikrovalne veze), te sustave tipa točka-više točaka. U prvom slučaju se radi o bežičnom povezivanju između dvije krajnje točke, između kojih najčešće mora postojati optička vidljivost²⁸, dok se u drugom slučaju radi o zvjezdastoj topologiji gdje se niz krajnjih točaka povezuje sa jednom središnjom, na kojoj se agregira odnosno s koje se distribuira promet prema krajnjim točkama.

Pojasevi koji su Tablicom namjene RF spektra²⁹ namijenjeni za nepokretnu službu mogu se koristiti za sustave točka-točka (P-t-P) kao i sustave točka-više točaka (P-t-MP). Međutim, ne koriste se svi pojasevi koji su Tablicom namjene određeni za nepokretnu službu u tu svrhu. Preduvjet „otvaranja“ pojedinog pojasa za konkretnu primjenu u nepokretnoj službi zahtijeva donošenje Plana dodjele kojim se pobliže definira način korištenja pojedinog pojasa. HAKOM je donio Plan dodjele za mikrovalne veze, Plan dodjele za mikrovalne veze za frekvencijsko područje 28 GHz, Plan dodjele za mikrovalne veze za frekvencijsko područje 70/80 GHz te Plan dodjele za sustave točka – više točaka³⁰.

Sustavi točka – više točaka bili su aktualni prije desetak i više godina (npr. WiMAX tehnologija u frekvencijskom pojasu 3,6 GHz), dok danas u Hrvatskoj više nema takvih aktivnih sustava. Usprkos tome, trenutnim planom dodjele predviđeno je korištenje pojasa 10-10,3 GHz za tu svrhu. HAKOM ne predviđa u narednom razdoblju veće promjene po pitanju P-t-MP sustava, s obzirom

²⁸ LOS – Line Of Sight koji se definira kao neometana linija (bez prepreka) između početne i krajnje točke. U radijskim sustavima to podrazumijeva neometanost 1. Fresnelove zone – zamišljenog elipsoida s vrhovima na krajnjim točkama.

²⁹ <https://www.hakom.hr/hr/tablica-namjene-rf-spektra/238>

³⁰ Svi navedeni planovi dostupni su na poveznici: <https://www.hakom.hr/hr/planovi-dodjele-frekvencija-u-rh/240>

na to da se za istu svrhu danas koriste npr. 5G sustavi u milimetarskom području (26 GHz). Međutim, ukoliko se u narednom razdoblju na tržištu ukaže potreba za P-t-MP sustavima HAKOM će sukladno zahtjevima i mogućnostima prilagoditi navedeni plan dodjele kako bi se zadovoljile potrebe tržišta.

Za P-t-P veze se u Hrvatskoj koriste pojasevi iznad 1 GHz, pa se zato takve veze nazivaju i mikrovalnim vezama (mikrovalno frekvencijsko područje podrazumijeva frekvencijski raspon od 300 MHz do 300 GHz).

Ranije spomenuti planovi dodjele trenutno omogućuju korištenje frekvencijskih pojaseva za mikrovalne veze kako je navedeno u Tablici 1.

Naziv frekvencijskog pojasa	Donja granica pojasa	Gornja granica pojasa
2 GHz	2085 MHz	2110 MHz
4 GHz	3800 MHz	4200 MHz
Donjih 6 GHz (L6)	5925 MHz	6425 MHz
Gornjih 6 GHz (U6)	6425 MHz	7125 MHz
7,2 GHz	7125 MHz	7425 MHz
7,5 GHz	7425 MHz	7725 MHz
Donjih 8 GHz (L8)	7725 MHz	8275 MHz
Gornjih 8 GHz (U8)	8275 MHz	8500 MHz
11 GHz	10700 MHz	11700 MHz
13 GHz	12750 MHz	13250 MHz
14 GHz	14500 - 14620 MHz	15230 – 15350 MHz
18 GHz	17700 MHz	19700 MHz
23 GHz	22000 – 22600 MHz	23000 – 23600 MHz
28 GHz	27,5 GHz	29,5 GHz
38 GHz	37 GHz	39,5 GHz
70/80 GHz (E-band)	71 – 76 GHz	81 – 86 GHz

Tablica 1. Frekvencijski pojasevi koji se trenutno koriste za mikrovalne veze

Frekvencije iz navedenih pojaseva dodjeljuju se na temelju pojedinačnih zahtjeva za dozvolom. Korisnik bira frekvencijski pojas u kojem planira realizirati svoju vezu vodeći se pri tome općenitim pravilima poput propagacijskih svojstava, potrebnim kapacitetom veze, traženom raspoloživosti itd. Prilikom odabira frekvencijskog pojasa treba imati u vidu i naknade za korištenje RF spektra koje potiču korištenje viših frekvencijskih pojaseva i efikasnu uporabu RF spektra. HAKOM prilikom izdavanja dozvole određuje konačne parametre veze poput točne frekvencije, izlazne snage i polarizacije.

Kako je navedeno u planovima dodjele, pojedini frekvencijski pojasevi određeni su samo za specifični tip veza. Tako frekvencijski pojas 2 GHz koristimo za prijenos modulacije između radijskih studija i lokacija FM odašiljača, dok frekvencijski pojas 14 GHz koristimo za prenosive mikrovalne veze za potrebe produkcije TV sadržaja i vanjskog prijenosa (ENG/OB – *Electronic News Gathering/Outside Broadcast*). Od 'specifičnih' frekvencijskih pojaseva treba još spomenuti pojas 70/80 GHz. Dozvole za pojedine mikrovalne veze u navedenom pojasu izdaju se po tzv. pojednostavljenom postupku izdavanja. To znači da HAKOM prilikom dodjele dozvola ne određuje parametre poput frekvencije ili polarizacije te je obaveza frekvencijskog planiranja

(osiguravanje neometanog rada s postojećim vezama) prebačena na korisnika mikrovalne veze. U tu svrhu, korisnicima je dostupna baza postojećih veza u frekvencijskom pojasu 70/80 GHz. Također, vrijedi pravilo da u slučaju pojave smetnji postojećim vezama, vlasnik veze koja je puštena u rad kasnije, mora ukloniti uzrok tih smetnji. Ovakvo regulatorno rješenje moguće je zbog vrlo visokih frekvencija pa su i antenski snopovi zračenja vrlo usmjereni ograničavajući utjecaj ovih veza.

Ostali frekvencijski pojasevi koriste se za klasične mikrovalne veze s dvosmjernim prometom (dupleksne veze) i općenito ih se može podijeliti na frekvencijske pojaseve ispod 10 GHz koji se koriste za povezivanje točaka na većim udaljenostima (>25 km), srednje pojaseve poput 11 i 13 GHz za povezivanje točaka udaljenih između 10 i 25 km, te više frekvencijske pojaseve (povezivanje točaka udaljenih do 10 km).

Neki od pojaseva koji su trenutno planovima dodjele predviđeni za mikrovalno povezivanje se više ne koriste te će se u budućnosti ukloniti iz tih planova. Jedan takav pojas je 4 GHz (3800-4200 MHz), koji će se u budućnosti koristiti za mreže pokretnih komunikacija (privatne mreže). Također, kako je to obrađeno u drugim dijelovima ovog strateškog plana, određeni frekvencijski pojasevi se trenutno na razini EU razmatraju za drugačiji tip uporabe, što u nekom srednjem roku (5 do 10 godina) može značiti i potrebu za premještanjem mikrovalnih veza u druge frekvencijske pojaseve. Trenutno je aktualno pitanje korištenja frekvencijskog pojasa gornjih 6 GHz (6425-7125 MHz), dok se u budućnosti slično može dogoditi i s nekim drugim pojasevima koji se trenutno koriste za mikrovalne veze (npr. frekvencijski pojas 7,2 GHz temeljem odluka WRC-27.). To naravno ovisi o daljnjim aktivnostima na razini EU, odnosno eventualnim mjerama koje bi zahtijevale harmonizaciju korištenja ovog pojasa na razini svih država članica. S druge strane to ovisi i o potrebama korisnika u Hrvatskoj s obzirom na to da su eventualni budući korisnici tog spektra (operatori mreža pokretnih komunikacija) ujedno i najveći korisnici tog istog frekvencijskog pojasa.

S druge strane, pojasevi koji su Tablicom namjene namijenjeni za nepokretnu službu, a trenutno se ne koriste, mogu se sukladno potrebama tržišta u budućnosti 'otvoriti' donošenjem ili izmjenom planova dodjele. U tom kontekstu se mogu spomenuti pojasevi poput W (92-114,25 GHz) ili D (130-174,8 GHz) pojaseva koji predstavljaju dodatak na trenutno prilično korišteni E pojas (71-76/81-86 GHz). S obzirom na slične propagacijske karakteristike, HAKOM će prilikom donošenja plana dodjele za navedene pojaseve razmotriti korištenje sličnog regulatornog rješenja kao za E pojas, tj. pojednostavljeni postupak izdavanja dozvola. Kao i za spomenute pojaseve, HAKOM može razmotriti otvaranje i nižih frekvencijskih pojaseva, ovisno o interesu tržišta.

Ovdje je potrebno još spomenuti da HAKOM podržava korištenje tehnologija koje povećavaju efikasnost korištenja RF spektra ili pouzdanost veza, te će i ubuduće poticati korištenje istih (npr. kroz smanjenje naknada za korištenje RF spektra i slično). Trenutno se za mikrovalne veze koriste tehnologije poput: XPIC (*Cross Polarization Interference Cancellation*) – omogućava uporabu obje polarizacije na istoj vezi i radijskom kanalu; ACM (*Adaptive Coding and Modulation*) – adaptivna modulacijska tehnika koja prilagođava modulaciju i izlaznu snagu propagacijskim uvjetima na trasi; ATPC (*Automatic Transmit Power Control*) - automatska prilagodba izlazne snage u skladu s propagacijskim uvjetima; diverziteti metode poput prostornog diverziteta; MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) – povećanje kapaciteta korištenjem višestaznog širenja itd.

Mikrovalne veze najčešće predstavljaju alternativu svjetlovodnim mrežama, te iako se posljednjih godina investicije u svjetlovodnu infrastrukturu povećavaju, a mreža širi, to barem za sada nema bitnijeg utjecaja na mrežu mikrovalnih veza u Republici Hrvatskoj. Trenutno je aktivno preko 5100 veza i njihov ukupni broj kao i prijenosni kapacitet raste iz godine u godinu. Ukupni broj mikrovalnih veza zadnjih godina u pravilu raste između 3 i 5% godišnje, dok se ukupni prijenosni kapacitet povećava za više od 10% godišnje. Pri tome dominiraju veze u višim frekvencijskim pojasevima (iznad 18 GHz), čiji udio premašuje 2/3 ukupnog broja svih veza. To ukazuje na važnost ove vrste komunikacijskih mreža, te nužnost da se osiguraju odgovarajući frekvencijski resursi za te sustave i u budućnosti.

Slijedom navedenog, vezano uz nepokretnu službu HAKOM planira:

1. U komunikaciji s korisnicima pravovremeno omogućiti korištenje novih frekvencijskih pojaseva za primjene u nepokretnoj službi (W, D i drugi pojasevi). Donijeti plan dodjele za W i/ili D pojas, uz predviđenu mogućnost dodjele dozvola pojednostavljenim postupkom izdavanja dozvola te o istom provesti javnu raspravu.
2. Osiguravati jednostavnost traženja dozvola za mikrovalne veze kontinuiranim unapređivanjem elektroničkih alata, te pojednostavljenjem regulatornih postupaka gdje je to moguće (npr. uvođenjem pojednostavljenog postupka izdavanja dozvola).
3. Zalagati se u međunarodnim tijelima (CEPT, ITU-R, EU) za zaštitu nepokretne službe
4. U slučaju izglednih promjena u načinu korištenja postojećih pojaseva (npr. gornjih 6 GHz), pravovremeno informirati korisnike spektra o planiranim promjenama i njihovoj dinamici
5. U koordinaciji s drugim radijskim službama i korisnicima redovito osiguravati potrebni RF spektar za potrebe produkcije TV sadržaja i vanjskog prijenosa (ENG/OB)
6. U suradnji s Ministarstvom mora, prometa i infrastrukture (MMPI) poticati učinkovitu uporabu RF spektra i kroz smanjenje naknada za njegovu uporabu
7. Osiguravati mogućnost tehničkog testiranja nove opreme u skladu s potrebama korisnika i uz osiguranje neometanosti postojećih radijskih službi.

5.3. Radiodifuzija

Radiodifuzija obuhvaća jednosmjernu elektroničku komunikacijsku službu koja se koristi za prijenos zvuka, glasa, govora, glazbe, slike i drugih podataka iz jedne točke (odašiljača) prema većem broju točaka prijama na određenom geografskom području. Pod pojmom radiodifuzija najčešće podrazumijevamo prijenos analognih ili digitalnih signala radija i televizije putem elektromagnetskih valova koje odašilju zemaljske radijske postaje (odašiljači).

U Republici Hrvatskoj za odašiljanje zvuka koristi se analogni (FM) i digitalni radio (DAB+), dok je za prijenos televizijskog sadržaja u upotrebi isključivo digitalna zemaljska televizija (DTV). Sve ove vrste radiodifuzije koriste se kako bi se široj javnosti omogućio pristup raznim vrstama sadržaja, uključujući vijesti, zabavu, obrazovanje i kulturne programe. Glavne nacionalne FM i DTV mreže (javne i komercijalne) pokrivaju više od 99% stanovništva te omogućavaju besplatni pristup sadržaju gotovo cjelokupnoj javnosti.

5.3.1. Analogni radio (FM)

Analogni radio, koji odašilje putem FM tehnologije (FM – *Frequency Modulation*), koristi frekvencijski pojas VHF II (87,5-108 MHz). Analogni radio je i dalje široko korišten za odašiljanje audio sadržaja poput vijesti, glazbe, zabavnih i informativnih programa te nacionalnih, regionalnih i lokalnih sadržaja u RH. I dalje je važan medij zbog jednostavnosti pristupa, pouzdane tehnologije i široke pokrivenosti geografskih područja i stanovništva te njegove prihvatljive cijene, stoga često služi i za distribuciju obavijesti hitnih službi ili lokalnih informacija.

Kao tehnologija, analogni radio je u svojoj zreloj fazi razvoja te se koristi za široku dostupnost radijskih programa na lokalnoj, regionalnoj i nacionalnoj razini. U Ženevi je 1984. održana međunarodna konferencija na kojoj su raspodijeljene frekvencije iz frekvencijskog pojasa 87,5-108 MHz i potpisan je sporazum za zemlje u ITU Regiji 1 (Europa, Afrika i Bliski Istok) te su definirana pravila za međunarodno usklađivanje novih frekvencija i njihov upis u međunarodne registre frekvencija pod okriljem ITU-a. Trenutno je velika većina frekvencijskih resursa iz predmetnog pojasa u upotrebi te je iznimno teško dodijeliti nove, slobodne i međunarodno usklađene frekvencije.

I u RH predmetni frekvencijski pojas danas je gotovo potpuno iskorišten i izrazito zagušen, a naročito u najvećim gradovima i urbanim sredinama s većom društvenom i gospodarskom aktivnosti, gdje je i dalje prisutan znatan interes za pokretanje novih radijskih programa i sadržaja. Slobodne i međunarodno usklađene frekvencije uglavnom su dostupne u manjim i slabije naseljenim sredinama te onima s nižom gospodarskom aktivnosti. U RH trenutno je u radu 155 mreža analognog radija – 11 javnih mreža (HRT; 3 na nacionalnoj razini i 8 regionalnih) i 144 komercijalne mreže (3 nacionalne, 3 regionalne, 18 županijskih i ostale na gradskoj i lokalnoj razini). Ukupno je u radu nešto više od 600 radijskih postaja (FM odašiljača) s izdanim pojedinačnim dozvolama za uporabu RF spektra.

Sukladno javnom interesu i prema zahtjevu tijela odgovornog za elektroničke medije (AEM – Agencija za elektroničke medije), HAKOM kontinuirano provodi mjerenja RF spektra i detaljne tehničke analize, kako bi se utvrdile mogućnosti i definirali tehnički parametri potrebni za raspisivanje natječaja za nove radijske koncesije te za proširenja ili dopune pokrivanja postojećih koncesija. To podrazumijeva i kontinuirani proces međunarodnog usklađivanja novih FM frekvencija ili izmjene tehničkih parametara postojećih radijskih postaja (FM odašiljača). Pored toga, HAKOM kontinuirano provodi aktivnosti planiranja i optimizacije mreža analognog radija u svrhu učinkovite uporabe RF spektra, poboljšanog pokrivanja postojećih mreža i mogućeg osiguravanja uvjeta za rad novih mreža.

HAKOM usmjerava svoje aktivnosti i aktivno promiče prelazak na digitalne tehnologije te je u RH od studenog 2021. u radu komercijalna mreža digitalnog radija. Međutim, analogni radio i u idućem će razdoblju ostati široko korišten medij zbog svoje jednostavnosti i dostupnosti, posebno na područjima slabijeg pokrivanja digitalnog signala, a također će ostati i iznimno važan medij za određeni segment korisnika, posebno starije populacije. Iz tog razloga, u srednjoročnom razdoblju u RH neće se razmatrati prisilno gašenje analognog radija i prelazak postojećih sadržaja na digitalnu radijsku platformu.

Slijedom navedenog, vezano za buduću upotrebu analognog radija (FM) HAKOM planira:

1. Redovito analizirati zahtjeve, utvrđivati mogućnosti i definirati tehničke parametre potrebne za raspisivanje natječaja za nove radijske koncesije te za proširenja ili dopune pokrivanja postojećih koncesija.
2. Provoditi postupke međunarodnog usklađivanja novih FM frekvencija ili izmijenjenih tehničkih parametara postojećih radijskih postaja (FM odašiljača) u cilju osiguranja resursa za poboljšanje pokrivanja postojećih koncesija.
3. Redovito provoditi mjerne kampanje radi utvrđivanja smetnji prema FM mrežama u RH te prijavljivati utvrđene smetnje administracijama susjednih zemalja i o istima obavještavati tijela ITU-a.
4. Provoditi sve potrebne aktivnosti vezane uz rješavanje prekograničnih smetnji, posebno od strane neusklađenih radijskih postaja iz Republike Italije. U RH surađivati s mogućim međuresornim radnim skupinama, a na multilateralnoj i bilateralnoj razini surađivati s Europskom komisijom/RSPG-om, ITU-om i nadležnim administracijama susjednih zemalja.
5. Osigurati uvjete za očuvanje, održivost i funkcionalnost postojećih FM mreža s obzirom na važnost istih za potrebe sigurnosti, hitnih i lokalnih službi te informiranja lokalne zajednice i starije populacije.

5.3.2. Digitalni radio (DAB+)

Digitalni radio je platforma za odašiljanje digitalnog radijskog signala putem tehnologije DAB+ (DAB – *Digital Audio Broadcasting*) koja omogućuje prijam radijskog signala bez smetnji, veći izbor programa čistog zvuka i dodatne tekstualne i grafičke usluge koje prate audio sadržaj. Pored toga, glavne prednosti DAB+ tehnologije, u odnosu na analogni FM radio, su bolja kvaliteta zvuka, prijenos više radijskih programa u istom frekvencijskom pojasu te energetska učinkovitost i manji utjecaj na okoliš, s obzirom da je za prijenos iste količine radijskog sadržaja potreban znatno manji broj radijskih postaja (odašiljača) u odnosu na postojeće mreže analognog FM radija.

Digitalni radio DAB+ koristi frekvencijski pojas VHF III (174-230 MHz), a s obzirom da je frekvencijsko područje predviđeno za analogni FM radio (87,5-108 MHz) u RH izrazito zagušeno, upravo je mogućnost uvođenja novih i raznovrsnih programskih sadržaja jedna od glavnih prednosti tehnologije digitalnog radija. Međutim, s obzirom na to da ne postoji obveza gašenja analognog radija, brzina i uspješnost implementacije digitalnog radija prvenstveno ovisi o dostupnosti i penetraciji DAB+ prijamnika, interesu korisnika za nove radijske sadržaje te interesu postojećih i budućih nakladnika za pružanje novih sadržaja putem DAB+ platforme.

Nakon 4 godine testnog emitiranja, u listopadu 2021. izdana je dozvola za uporabu RF spektra za mrežu digitalnog radija, odnosno multipleks MUX 1 te je u studenome iste godine pokrenut komercijalni rad digitalnog radija DAB+ u RH. Predmetna dozvola izdana je na razdoblje od 15 godina i vrijedi do 31. prosinca 2036. Trenutno je u radu ukupno 40 radijskih postaja (DAB+ odašiljača) u multipleksu MUX 1, čime je osigurana pokrivenost više od 98% stanovništva RH za mobilni prijam (MO – *Mobile Outdoor Reception*). Postojeći (analogni FM radio) ili novi programski sadržaji imaju mogućnost odašiljanja na nacionalnoj ili na regionalnim razinama, gdje je RH podijeljena u 6 odvojenih geografskih područja, odnosno digitalnih regija.

HAKOM redovito poduzima aktivnosti čiji je cilj osiguravanje tehničkih preduvjeta za nastavak implementacije postojeće mreže i daljnji razvoj platforme digitalnog radija u RH. U tom smislu, HAKOM redovito sudjeluje u radu multilateralnih radnih skupina s administracijama susjednih zemalja, kako bi se osigurali preduvjeti za replaniranje frekvencijskog pojasa VHF III u odnosu na inicijalni plan iz međunarodnog sporazuma potpisanog u Ženevi 2006. Cilj tih aktivnosti je učinkovitija raspodjela dostupnih frekvencijskih resursa i usklađivanje tehničkih parametara DAB+ odašiljača kako bi se osigurao budući rad digitalnog radija bez smetnji.

Postojeći frekvencijski plan i raspoloživi radiofrekvencijski spektar u Republici Hrvatskoj, uz upotrebu jednofrekvencijskih mreža (SFN – *Single Frequency Network*), osiguravaju 7 nacionalnih i 3 regionalna/lokalna pokrivanja (multipleksa) za digitalni radio, čime je omogućeno odašiljanje velikog broja javnih, komercijalnih i specijaliziranih radijskih programa.

Slijedom navedenog, vezano za buduću upotrebu digitalnog radija DAB+ HAKOM planira:

1. Redovito sudjelovati u radu multilateralnih radnih skupina s administracijama susjednih zemalja s ciljem replaniranja frekvencijskog pojasa VHF III i potpisivanja bilateralnih i multilateralnih sporazuma kako bi se osigurala učinkovita raspodjela frekvencijskih resursa.
2. Provoditi postupke međunarodnog usklađivanja novih radijskih postaja (DAB+ odašiljača), prvenstveno za lokalna pokrivanja, te odgovarati na koordinacijske zahtjeve administracija susjednih zemalja.
3. Osigurati usklađenost s EU smjernicama (Europska komisija/RSPG) i CEPT/ECC i ETSI preporukama te međunarodnim normama za odašiljanje digitalnog radija.
4. Osigurati kontinuirano poboljšanje u kvaliteti prijama DAB+ signala i omogućiti pokrivenost ruralnih i teško dostupnih područja kroz proširenje infrastrukture i optimizaciju upotrebe frekvencijskog pojasa VHF III.
5. Omogućiti i poticati uvođenje dodatnih funkcionalnosti na DAB+ platformi, kao što je npr. sustav za upozorenje i obavješćavanje javnosti u slučaju kriznih situacija (ASA - *Automatic Safety Alert*).
6. U slučaju postojanja tržišnog interesa, definirati potrebne tehničke parametre i pokrenuti postupke za izdavanje dozvola za nove nacionalne i/ili regionalne multiplekse.
7. Promicati korištenje digitalnog radija i podizati svijest javnosti o prednostima digitalne tehnologije DAB+.
8. U okviru osiguravanja interoperabilnosti potrošačkih radijskih prijamnika razmotriti mogućnost propisivanja obveze prijma i reprodukcije DAB+ signala za određenu kategoriju prijamnika.

5.3.3. Digitalna zemaljska televizija (DTV)

Digitalna zemaljska televizija (DTV, DTT – *Digital Terrestrial Television*) je tehnologija za prijenos televizijskog sadržaja u digitalnom formatu putem zemaljskih radijskih postaja (odašiljača). U RH se za zemaljsku televiziju trenutno koristi isključivo digitalna tehnologija uz primjenu najnovijeg sustava odašiljanja DVB-T2 s kodiranjem H.265/HEVC.

Prelazak s ranijeg DVB-T sustava na napredniji DVB-T2 sustav, u RH završen je u studenome 2020. godine. Time je osigurana veća efikasnost raspoloživog RF spektra za zemaljsku televiziju, omogućen je veći kapacitet prijenosa i bolja kvaliteta signala te uvođenje interaktivnih značajki u prijenos linearnog televizijskog sadržaja. Isto tako, navedeni prelazak dugoročno je osigurao razvoj novih usluga, primjenu novih tehnoloških rješenja i održivost digitalne televizijske platforme. Dodatno, navedenim je prelaskom kompletno emitiranje digitalne zemaljske televizije prebačeno u donji dio frekvencijskog pojasa UHF (470-694 MHz), čime je istovremeno oslobođen pojas 700 MHz za potrebe širokopojasnih bežičnih komunikacijskih mreža, odnosno 5G tehnologije.

U skladu s Odlukom (EU) 2017/899 Europskog parlamenta i Vijeća (UHF Odluka) te Nacionalnim planom djelovanja za uporabu frekvencijskog pojasa 470-790 MHz, u RH frekvencijski pojas 470-694 MHz bit će na raspolaganju za sustave digitalne zemaljske televizije i nakon 2030. godine.

Postojeći frekvencijski plan i raspoloživi RF spektar u RH, uz upotrebu jednofrekvencijskih mreža (SFN – *Single Frequency Network*), osiguravaju ukupno 6 nacionalnih i više regionalnih, odnosno lokalnih pokrivanja za digitalnu zemaljsku televiziju, čime je omogućeno odašiljanje velikog broja javnih i komercijalnih televizijskih programa, kako u mrežama slobodnim za prijam (FTA – *Free-To-Air*), tako i u mrežama naplatne televizije (*Pay-TV*).

Trenutno su u RH u radu 4 multipleksa zemaljske digitalne televizije s pokrivanjem na nacionalnoj razini te 2 multipleksa s pokrivanjem na regionalnoj, odnosno lokalnoj razini. Svi navedeni multipleksi slobodni za prijam u javnosti te također i oni s programima naplatne televizije, prenose DVB-T2 signal s kodiranjem H.265/HEVC u HD kvaliteti. Za potrebe navedenih multipleksa, trenutno je u radu ukupno 300 radijskih postaja (DVB-T2 odašiljača), a nacionalni multipleks M1, s najvećom razinom pokrivanja, osigurava pokrivenost 99% ukupnog stanovništva RH. Važeće dozvole za uporabu RF spektra za svih 6 multipleksa izdane su za razdoblje do 31. prosinca 2030.

Udio kućanstava u RH, koja za prijam televizijskog sadržaja koriste isključivo digitalnu zemaljsku televiziju, i dalje je vrlo visok i trenutno iznosi približno 45%. U proteklom periodu od 5 godina taj udio se smanjio za približno 5%, a isti trend se očekuje i u idućem razdoblju. No, usprkos tome i predviđenom smanjenju količine linearnog televizijskog sadržaja, digitalna zemaljska televizija i dalje će ostati dominantna platforma za prijam televizijskog sadržaja, prvenstveno zbog dosegnutog tehnološkog razvoja u RH, a koji omogućuje poboljšanu kvalitetu usluge, proširenu pokrivenost stanovništva, povećanje interaktivnosti i dodatne sadržaje.

Također, digitalna zemaljska televizija ima izuzetno bitnu ulogu u omogućavanju dostupnosti javnih medija (PSM – *Public Service Media*), a posebno javnih televizijskih sadržaja, čija je uloga i važnost višestruka i obuhvaća različite aspekte društvenog, kulturnog i političkog života. U tom smislu, prednosti tehnologije digitalne zemaljske televizije u RH su relativno niski troškovi za krajnje korisnike i veliki postotak pokrivenosti ukupnog stanovništva. Čak i uz trend smanjenja udjela digitalne zemaljske televizije, određeni segmenti publike, poput starijih gledatelja i kućanstava s niskim prihodima, još uvijek će biti ovisni o toj tehnologiji.

Slijedom navedenog, vezano za buduću upotrebu digitalne zemaljske televizije HAKOM planira:

1. Nastaviti usklađivanje uporabe RF spektra s međunarodnim planovima, multilateralnim i bilateralnim sporazumima.
2. Obzirom na javni interes i potrebe tržišta osigurati stabilan regulatorni okvir ključan za nastavak rada i ulaganja u postojeće mreže digitalne zemaljske televizije te njihov daljnji razvoj.
3. Osigurati kontinuirano poboljšanje u kvaliteti prijama DVB-T2 signala i omogućiti dodatnu pokrivenost ruralnih i teško dostupnih područja kroz proširenje infrastrukture i optimizaciju upotrebe frekvencijskog pojasa UHF.
4. Omogućiti izdavanje novih dozvola za uporabu RF spektra za postojeće nacionalne i regionalne/lokalne multiplekse i nakon 2030. godine.
5. U slučaju postojanja tržišnog interesa, pokrenuti postupke za izdavanje dozvola za nove nacionalne ili lokalne multiplekse, sukladno raspoloživom RF spektru.

5.4. PMSE

PMSE (*Program Making and Special Events*) je termin koji se koristi za opisivanje bežičnih komunikacijskih veza koje omogućuju kreativnim industrijama prijenos snimljenog audio i video sadržaja od izvođača na lokaciji do publike, bilo na mjestu događaja, kod kuće ili sve češće u pokretu. PMSE se prvenstveno dijeli na audio i video, a svaki ima jedinstvene karakteristike koje je potrebno uzeti u obzir. Količina RF spektra potrebna za PMSE varira između različitih zemalja te unutar svake zemlje, ovisno o potrebama kreativne industrije, organizaciji različitih događanja i sl.

PMSE aplikacije obično dijele RF spektar s drugim službama primjenom nekog od kriterija dijeljenog pristupa, prvenstveno definiranih kako bi se zaštitile primarne radiokomunikacijske službe od smetnji PMSE-a.

Audio PMSE ima specifične zahtjeve u pogledu latencije, odnosno vremenskog kašnjenja koje nameće bežična veza. U slučaju izvedbe uživo, minimalno kašnjenje povratnog puta je važno jer će izvođač obično slušati mješavinu vlastite izvedbe (snimljene bežičnim mikrofonom) s izvedbom drugih izvođača koja se izravno prenosi putem *In-Ear* monitora (IEM).

RF spektar dostupan za audio PMSE u frekvencijskom pojasu UHF značajno je smanjen od 2010. godine, prelaskom s analogne na digitalnu televiziju i oslobađanjem 1. digitalne dividende u frekvencijskom pojasu 800 MHz za javne mreže pokretnih komunikacija. Promjene u operativnim praksama i razvoj novih tehnologija pomogli su u ublažavanju smanjenja dostupnog RF spektra, a postoje i nove tehnologije koje bi u budućnosti mogle pružiti dodatne mogućnosti. Međutim, jedinstveni zahtjevi niske latencije i vrlo visoke kvalitete usluge predstavljaju izazove za ovaj razvoj.

Navedeni izazov prepoznat je i u RSPG Mišljenju³¹ o dugoročnoj strategiji budućih potreba za RF spektrom i uporabom bežičnih audio i video primjena PMSE-a iz 2017., koji prepoznaje potrebu kontinuiranog praćenja razvoja događaja u frekvencijskom pojasu UHF i mogućeg utjecaja na audio PMSE uzimajući u obzir njegov tehnološki razvoj, zahtjeve za RF spektrom i primjenu.

³¹ [RSPG17-037finalrev1 RSPG opinion PMSE.pdf](#)

Također, RSPG u svom Mišljenju³² o strategiji uporabe UHF spektra u budućnosti prepoznaje važnost audio PMSE-a te utjecaj na njegovu primjenu uslijed mogućih promjena uporaba tog dijela spektra za druge službe osim DTV-a i PMSE-a. Stoga, kao jednu od svojih preporuka navodi da države članice trebaju očuvati dovoljnu količinu RF spektra za njegovu primjenu i razvoj tehnologije te predlaže reviziju dugoročne strategije budućih potreba za RF spektrom i uporabom bežičnih audio i video primjena PMSE-a iz 2017.

Zbog uvođenja digitalne opreme, povećanja kvalitete produkcije i sve više događaja, očekuje se daljnje povećanje potreba PMSE-a za RF spektrom.

U RH trenutno se koristi više frekvencijskih pojaseva za PMSE: 470-694 MHz za profesionalne i amaterske korisnike, 823-832 MHz u dupleksnom razmaku javnih pokretnih mreža, 1785-1805 MHz (nedostatak opreme), te 2400-2480 MHz (pojas reguliran općim dozvolama koji nije zaštićen od smetnji te je time neprikladan za profesionalnu uporabu).

Od navedenih frekvencijskih pojaseva za PMSE audio usluge, najčešće se koristi donji dio frekvencijskog pojasa UHF 470-694 MHz, a tako će ostati i u idućem razdoblju. Većina korisnika traži privremene dozvole za uporabu RF spektra, koje se izdaju za svaki pojedini događaj. U tu svrhu izdaju se dozvole na slobodnim UHF kanalima na traženim lokacijama.

Očekuje se da će potrebe PMSE-a za RF spektrom rasti, a količina korisnog RF spektra ovisit će o daljnjem razvoju digitalne zemaljske televizije kao i budućoj dodjeli samog frekvencijskog pojasa UHF za potrebe širokopojasnih bežičnih mreža, odnosno 5G tehnologije.

Slijedom navedenog, vezano za buduću upotrebu PMSE-a HAKOM planira:

1. Uskladiti buduću uporabu RF spektra sukladno odlukama Europske komisije i CEPT/ECC-a, uz primjenu odgovarajućih EU i CEPT preporuka i mišljenja te ETSI standarda.
2. Osigurati dovoljnu količinu RF spektra za primjenu i razvoj PMSE-a u frekvencijskom pojasu UHF (470-694 MHz).
3. Istražiti nove frekvencijske pojaseve u kojima je moguće osigurati rad PMSE-a u budućnosti, poput pojaseva: 174-235 MHz, 733-758 MHz, 1350-1400 MHz te 1518-1525 MHz.
4. Omogućiti rad novim tehnologijama za primjenu u području PMSE-a (npr. DECT (*Digital Enhanced Cordless Telecommunications*), WMAS (*Wireless Multi-Channel Audio Systems*), C-PMSE (*Cognitive Program Making and Special Events*) i 5G mreže).

5.5. Satelitska služba

Usprkos sve većoj aktivnosti u satelitskom sektoru posljednjih desetak godina i činjenici da se uz sve veći broj velikih satelitskih projekata javlja i niz inicijativa u manjim državama (prvenstveno vezanih uz nano-satelite i povezanu industriju), Hrvatska je tek nedavno zakoračila u to područje.

³² [RSPG23-035 FINAL: Opinion - Strategy on the future use of the frequency band 470-694 MHz beyond 2030 in the EU](#)

Naime, prvi hrvatski satelit Crocube, nano-satelit dimenzija 1U (10x10x10 cm), lansiran je 21.12.2024. HAKOM je u sklopu svojih nadležnosti dao punu potporu tom projektu, kao i nekoliko sličnih prije njega koji se nisu uspjeli realizirati. Generalno, postupci notifikacije i koordinacije satelita i satelitskih mreža, u nadležnosti su država članica ITU-a, a u Republici Hrvatskoj za taj posao je zadužen HAKOM. Stoga i za sve buduće slične projekte HAKOM planira dati svu potrebnu regulatornu potporu.

Do sada su se HAKOM-ove aktivnosti vezane uz satelitsku službu odnosile uglavnom na izdavanje dozvola za zemaljske postaje te koordinaciju i aktivnosti vezane uz zaštitu zemaljskih službi od radijskih postaja u satelitskoj službi i zaštitu prava na planske frekvencijske i orbitalne resurse (u skladu s ITU Radijskim propisima). Kako je posljednjih dvadesetak godina na razini CEPT-a uloženi veliki napor s ciljem harmonizacije korištenja radijskih frekvencija u satelitskoj službi i definiranju pravila na razini Europe s ciljem izuzimanja zemaljskih postaja u satelitskoj službi od izdavanja pojedinačnih dozvola, za veliki broj zemaljskih postaja u pokretnoj i nepokretnoj satelitskoj službi HAKOM je izdao opće dozvole. Tablica 2 daje pregled trenutno valjanih općih dozvola za postaje u satelitskoj službi.

Oznaka opće dozvole	Vrsta uređaja (ili službe)	Frekvencijsko područje
OD-02a	INMARSAT terminali	1626,5 – 1645,5 MHz, 1646,5 – 1660,5 MHz / 1525,0 – 1544,0 MHz, 1545,0 – 1559,0 MHz
OD-03a	INMARSAT terminali	1631,5 – 1634,5 MHz; 1656,5 – 1660,5 MHz / 1525,0 – 1544,0 MHz, 1555,0 – 1559,0 MHz
OD-26a	Prijamni satelitski terminali (ROES)	3,4 – 4,2; 10,7 – 12,75; 17,7 – 20,2 GHz
OD-83a	S-PCS<1GHz terminali	148,00 – 150,05 MHz; 399,9 – 400,05 MHz / 137 – 138 MHz; 400,15 – 401 MHz
OD-90a	HEST terminali	10,70 – 12,75 ili 19,70 – 20,20 / 14,00 – 14,25 ili 29,50 – 30,00 GHz
OD-93a	SNG	13,75 – 14,5 GHz / 10,70 – 11,70 GHz; 12,50 – 12,75 GHz
OD-94a	VSAT	14 – 14,25 GHz; 14,25 – 14,5 GHz / 10,70 – 11,70 GHz; 12,50 – 12,75 GHz
OD-97a	Pokretni satelitski terminali	1626,5 – 1660,5 MHz; 1670 – 1675 MHz / 1525 – 1559 MHz; 1518 – 1525 MHz
OD-100a	Zemaljska postaja na plovilu u nepokretnoj satelitskoj službi (ESV)	14,00 – 14,50 GHz / 10,70 – 11,70, 12,50 – 12,75 GHz
OD-102a	Zemaljska postaja na zrakoplovu u pokretnoj satelitskoj službi (AES)	14,00 – 14,50 GHz / 10,70 – 11,70, 12,50 – 12,75 GHz
OD-129a	S-PCS terminali	1610 – 1626,5 MHz / 1613,8 – 1626,5 MHz; 2483,5 – 2500 MHz
OD-169a	GSO ESOMP terminali	27,5 – 30,0 GHz / 17,3 – 20,2 GHz
OD-171a	Odašiljački pokretni satelitski terminali	1613,8 – 1626,5 MHz
OD-173a	S-PCN korisnička oprema	1980 – 2010 MHz / 2170 – 2200 MHz
OD-174a	HDFSS terminali	29,5 – 30,0 GHz / 17,3 – 17,7 GHz; 19,7 – 20,2 GHz
OD-175a	FSS nekoordinirane zemaljske postaje	27,5 – 27,8285 GHz; 28,4445 – 28,9485 GHz; 29,4525 – 29,5 GHz
OD-199a	NGSO ESOMP terminali	27,5 – 29,1 GHz; 29,5 – 30 GHz / 17,3 – 20,2 GHz
OD-216a	GSO ESIM terminali	14,00 – 14,50 GHz / 10,70 – 12,75 GHz

OD-217a	NGSO ESIM terminali	14,00 – 14,50 GHz / 10,70 – 12,75 GHz
OD-218a	Nepokretni NGSO FSS terminali	14,00 – 14,50 GHz / 10,70 – 12,75 GHz
OD-239	Zemaljska postaja na zrakoplovu u nepokretnoj satelitskoj službi	12,75 – 13,25 / 10,7 – 12,75 GHz
OD-240	Zemaljske postaje u nepokretnoj satelitskoj službi	48,2 – 50,2 GHz
OD-241	Nepokretni satelitski terminali u 17,7 – 19,7 GHz	17,7 – 19,7 GHz
OD-242	UHF EESS	401 – 403 MHz

Tablica 2. Pregled izdanih općih dozvola za postaje u satelitskoj službi

Većina satelitskih terminala, bilo u pokretnoj, bilo u nepokretnoj satelitskoj službi, pokrivena je nekom od navedenih općih dozvola te za njihovo korištenje nisu potrebne dodatne pojedinačne dozvole niti se za uporabu spektra plaća naknada. Većina navedenih pojaseva harmonizirana je na razini Europe te je mala vjerojatnost pojave smetnji prema ili od navedenih satelitskih terminala. Međutim, uporaba RF spektra temeljem općih dozvola ne jamči neometanost rada, što je i ovdje slučaj.

Iz tog razloga, ili u slučajevima koji nisu obuhvaćeni općim dozvolama, HAKOM izdaje i pojedinačne dozvole za satelitske terminale čiji je rad u tom slučaju koordiniran s ostalim radijskim primjenama. Posljednjih godina HAKOM je izdao pojedinačne dozvole poput onih za CGC (*Complementary Ground Component*) postaje u sklopu Inmarsatovog EAN (*European Aviation Network*) sustava, a u planu su i drugi slični sustavi u sastavu velikih satelitskih kompanija (dozvole za *gateway* satelitske stanice). HAKOM u realizaciji takvih sustava prepoznaje dobrobit za krajnje korisnike te će i nadalje podržavati izgradnju takvih satelitskih sustava.

U sklopu HAKOM-ovih međunarodnih aktivnosti nalaze se i aktivnosti vezane uz ITU-R.. S obzirom na to da su satelitske komunikacije po definiciji globalnog karaktera, sve aktivnosti na tom polju vezane su uz ITU-R. Dio HAKOM-ovih svakodnevnih aktivnosti je i međunarodno usklađivanje (koordinaciju) uporabe frekvencijskih pojaseva za satelitske komunikacije, ali i dijeljenih frekvencijskih pojaseva tj. pojaseva koji se osim za satelitske komunikacije koriste i za zemaljske službe. Ta koordinacija obavlja se putem ITU-R-a. U koordinacijske aktivnosti spadaju i aktivnosti zaštite BSS (*Broadcasting Satellite Service*) i FSS (*Fixed Satellite Service*) planskih frekvencija u GEO orbiti u ITU Radijskim propisima. Republika Hrvatska je zajedno sa Slovačkom, Češkom i Mađarskom na Svjetskoj radiokomunikacijskoj konferenciji 2000. (WRC 2000) ishodila upis zajedničkog BSS plana u ITU Radijske propise (pozicija 12.8°W), te samostalno upis FSS plana u ITU Radijske propise na WRC-u 2023. (pozicija 63°E). Međunarodno usklađivanje navedenih planskih BSS i FSS frekvencija provodi se s ciljem zaštite radnih tehničkih parametara koji omogućuju uspješnu implementaciju navedenih sustava u budućnosti.

Nadzor uporabe RF spektra neodvojivo je povezan s HAKOM-ovim zadatkom upravljanja RF spektrom. Do sada HAKOM nije provodio nadzor uporabe RF spektra koji se koristi za satelitske komunikacije, te nije tehnički opremljen za provođenje takvih mjerenja. S obzirom na značajan razvoj satelitskih komunikacija, moguće je da će se u narednim godinama javiti potreba za nadzorom uporabe RF spektra u satelitskoj službi. U skladu s tim HAKOM treba analizirati isplativost uvođenja tih sustava s ciljem omogućavanja satelitskih mjerenja u HAKOM-u ili eventualnom pristupanju zajedničkim sustavima dostupnima na razini Europske unije a koji bi

omogućili pristup mjeriteljskim resursima za područje satelitskih komunikacija. Odluka o navedenom temeljila bi se na potrebama hrvatskog tržišta u narednom razdoblju i odgovarajućim financijskim obavezama za HAKOM.

Slijedom navedenog, vezano uz satelitsku službu HAKOM planira:

1. Provoditi regulatorne postupke i međunarodno usklađivanje za eventualne buduće satelitske mreže te pružati svu potrebnu potporu navedenim projektima kako bi se realizirali.
2. Poticati realizaciju izgradnje *gateway* zemaljskih postaja za potrebe velikih, međunarodnih satelitskih sustava.
3. Pratiti razvoj europske regulative vezane uz svemir, kao i najbolje prakse drugih država te ih implementirati u nacionalni pravni okvir.
4. Sudjelovati u radu CEPT i ITU-R radnih tijela te pravovremeno izdavati nove opće dozvole ili mijenjati postojeće za potrebe satelitskih komunikacija.
5. Provesti analizu potrebe i isplativosti uvođenja mogućnosti mjerenja u satelitskim komunikacijama unutar HAKOM-a ili korištenja mjeriteljskih mogućnosti vanjskih partnera na razini EU temeljem sporazuma.

5.6. Pomorska služba

Republika Hrvatska, kao pomorska zemlja s dugom obalnom linijom i velikom gospodarskom, sigurnosnom i turističkom aktivnošću na moru, ima strateški interes za učinkovito i sigurno korištenje RF spektra u pomorskom sektoru. Pomorske komunikacije osiguravaju siguran promet, nadzor teritorijalnog mora, traganje i spašavanje.

RF spektar koristi se u pomorskim sustavima za:

- Sigurnosne i hitne komunikacije (npr. GMDSS – *Global Maritime Distress and Safety System*)
- Navigacijske i pozicijske sustave (radari, AIS – *Automatic Identification System*, GNSS – *Global Navigation System*)
- Komunikaciju brod-brod, brod-kopno i brod-satelit
- Lučke i obalne službe, VTS sustavi (*Vessel Traffic Services*)

Glavni frekvencijski pojasevi i sustavi u pomorskoj službi navedeni su u Tablici 3.

Frekvencijski pojas	Namjena	Sustav / Opis
156–174 MHz	VHF pomorski opseg	Dodatak 18 RR-a (APP18)
406–406,1 MHz	EPIRB uređaji za hitne situacije	Dio GMDSS sustava, međunarodna uporaba
1,6 GHz (L-band)	Satelitska pomorska komunikacija	Inmarsat, Iridium

1,6–1,7 GHz	GNSS (pasivna uporaba)	GPS, Galileo, navigacija i pozicioniranje
3 GHz, 9 GHz (X-band)	Pomorski radari	Navigacija i detekcija

Tablica 3. Glavni frekvencijski pojasevi i sustavi u pomorskoj službi

Uporaba spektra za pomorske komunikacije usklađena je s preporukama ITU-R i ITU Radijskim propisima, propisima Međunarodne pomorske organizacije (IMO – *International Maritime Organization*) i GMDSS standardima, CEPT ECC preporukama i europskim harmoniziranim planovima, Tablicom namjene RF spektra i pravilnicima sukladno ZEK-u.

Budući da su pomorske komunikacije po svojoj prirodi od posebne važnosti za sigurnost života na moru, međunarodnu plovību i funkcioniranje luka i obalnih službi, njihova harmonizacija se najčešće radi na globalnoj razini te je rezultat rada usko specijaliziranih stručnjaka. Globalni propis vezan uz RF spektar se donosi na WRC-u te je sljedeći planiran za 2027. godinu. HAKOM u okviru CPG skupine sudjeluje u pripremama Zajedničkih europskih stajališta, gdje se u okviru pomorske službe u obzir uzimaju prijedlozi IMO-a. HAKOM rezultate WRC-a prenosi u hrvatsku regulativu te po potrebi surađuje s drugim nadležnim institucijama.

Sljedom navedenog, vezano uz pomorsku službu HAKOM planira:

1. Sudjelovati u pripremi Europskih zajedničkih stajališta za WRC27
2. Implementirati rezultate WRC27 u nacionalni pravni okvir

5.7. Zrakoplovna služba

Zrakoplovne komunikacije imaju ključnu ulogu u osiguravanju sigurnosti zračnog prometa, upravljanju zračnim prostorom, komunikaciji između pilota i kontrolora leta, kao i u funkcijama navigacije i nadzora. Budući da je riječ o sustavima koji izravno utječu na živote putnika i operativnu sigurnost, uporaba RF spektra u ovom sektoru mora biti stabilna, zaštićena i usklađena s međunarodnim standardima.

RF spektar koristi se u zračnom prometu za komunikacije zrak-zemlja (VHF i HF), navigaciju i nadzor (npr. ILS – *Instrument Landing System*, VOR – *VHF Omnidirectional Range*, DME – *Distance Measuring Equipment*, GNSS, ADS-B – *Automatic Dependent Surveillance-Broadcast*), radarske i sekundarne nadzorne sustave te digitalne podatkovne linkove (npr. CPDLC – *Controller-Pilot Data Link Communications*)

Glavni frekvencijski pojasevi i sustavi u zrakoplovnoj službi navedeni su u Tablici 4.

Frekvencijski pojas	Namjena	Sustavi / Opis
118–137 MHz	VHF zrak-zemlja komunikacija	Kontrola leta, toranj, prilaz
108–117,975 MHz	Navigacija (ILS, VOR)	Instrumentalna i vizualna navigacija
406–406,1 MHz	Hitni radio signali (ELT uređaji)	Zračni sustavi za hitne situacije

960–1215 MHz	DME, transponderi (SSR), ADS-B	Nadzor i pozicioniranje
1,1–1,6 GHz	GNSS (npr. GPS, Galileo)	Satelitska navigacija
2,9–3,1 GHz i 9 GHz	Sekundarni nadzorni radari	Precizna kontrola i navigacija
5 GHz i 8–12 GHz	Radari (meteorološki, zračni nadzor)	Sigurnost i nadzor zračnog prostora

Tablica 4. Glavni frekvencijski pojasevi i sustavi u zrakoplovnoj službi

Upravljanje RF spektrom za zrakoplovne komunikacije u RH provodi se sukladno ITU Radijskim propisima, ICAO (*International Civil Aviation Organization*) standardima, EU regulatornom okviru i smjernicama EASA-e (*European Union Aviation Safety Agency*), CEPT ECC preporukama i harmoniziranim planovima, Tablicom namjene RF spektra i pravilnicima sukladno ZEK-u, a koji se provode u suradnji s Hrvatskom kontrolom zračne plovidbe. Budući da su zrakoplovne komunikacije po svojoj prirodi od posebne važnosti za sigurnost zračnog prometa, koordinaciju letačkih operacija i razvoj novih sustava upravljanja prometom, njihova harmonizacija se najčešće radi na globalnoj razini te je rezultat rada usko specijaliziranih stručnjaka. Globalni propis vezan uz RF spektar se donosi na WRC-u te je sljedeći planiran za 2027. godinu. HAKOM u okviru CPG skupine sudjeluje u pripremama Zajedničkih europskih stajališta, gdje se u okviru zrakoplovne službe u obzir uzimaju prijedlozi ICAO-a (*International Civil Aviation Organization*). HAKOM rezultate WRC-a prenosi u hrvatski pravni okvir te po potrebi surađuje s drugim nadležnim institucijama.

Slijedom navedenog, vezano uz zrakoplovnu službu HAKOM planira:

1. Sudjelovati u pripremi Europskih zajedničkih stajališta za WRC27
2. Implementirati rezultate WRC27 u nacionalni pravni okvir
3. Planirati i dodijeliti spektar za bespilotne letjelice i njihovu sigurnu integraciju u zračni promet

5.8. Amaterska služba i amaterska satelitska služba

Amaterska služba je radiokomunikacijska služba namijenjena za izobrazbu, međusobnu komunikaciju i tehnička ispitivanja koja obavljaju radioamateri (ovlaštene osobe koje imaju položen radioamaterski ispit i ishodu radioamatersku dozvolu za uporabu RF spektra u amaterskoj službi) zainteresirane za radijsku tehniku isključivo iz osobnih razloga i bez novčane naknade. Amaterska satelitska služba je amaterska služba koja se koristi svemirskim postajama na zemaljskim satelitima.

HAKOM je odgovoran za stvaranje preduvjeta za uporabu amaterske službe, osobito uzimajući u obzir važnost radioamaterizma i amaterske službe u edukaciji (u osnovnim i srednjim školama i zajednicama tehničke kulture), pionirsku ulogu u istraživačkim i eksperimentalnim aktivnostima te sudjelovanju u aktivnostima civilne zaštite. Uvjeti dodjele i uporabe RF spektra za potrebe amaterskih radijskih komunikacija, radioamaterski razredi, polaganje radioamaterskog ispita, tehnički i drugi uvjeti uporabe amaterskih radijskih postaja i opreme propisuju se Pravilnikom o amaterskim radijskim komunikacijama. Hrvatski radioamaterski savez (HRS) kao strukovni savez radioamaterskih udruga u skladu s navedenim pravilnikom provodi aktivnosti vezane uz polaganje

radioamaterskih ispita, izdavanja potvrdi o prijedlozima pozivnih oznaka koje HAKOM potvrđuje izdavanjem radioamaterske dozvole za uporabu RF spektra, te provjeru tehničke sukladnosti za amaterske radijske postaje u samogradnji.

Frekvencijski pojasevi namijenjeni za amatersku i amatersku satelitsku službu su prikazani u Tablici 5.

Frekvencijski pojas	Status	Frekvencijski pojas	Status
135,7 – 137,8 kHz	S	144 – 146 MHz	Pex
472 – 479 kHz	S	430 – 440 MHz	Pex
1810 – 1850 kHz	Pex	1240 – 1300 MHz	S
1850 – 2000 kHz	S	2300 – 2450 MHz	S
3500 – 3800 kHz	P	3400 – 3410 MHz	S
5351,5 – 5366,5 kHz	S	5650 – 5850 MHz	S
7000 – 7100 kHz	Pex	10 – 10,5 GHz	S
7100 – 7200 kHz	S	24 – 24,05 GHz	Pex
10100 – 10150 kHz	S	24,05 – 24,25 GHz	S
14000 – 14350 kHz	Pex	47 – 47,2 GHz	Pex
18068 – 18168 kHz	Pex	76 – 77,5 GHz	S
21000 – 21450 kHz	Pex	77,5 – 78 GHz	P
24890 – 24990 kHz	Pex	78 – 81 GHz	S
28000 – 29700 kHz	Pex	122,25 – 123 GHz	S
50000 – 50500 kHz	P	134 – 136 GHz	Pex
50500 – 51900 kHz	S	136 – 141 GHz	S
70000 – 70450 kHz	S	241 – 248 GHz	S
		248 – 250 GHz	Pex

Tablica 5. Frekvencijski pojasevi namijenjeni za amatersku i amatersku satelitsku službu

Status amaterske službe u namjeni frekvencijskih pojaseva prikazan je u stupcu Status slovima P, Pex i S, koja imaju sljedeće značenje:

- P - primarna služba,
- Pex - primarna služba (frekvencijski pojas koji se najvećim dijelom upotrebljava za amatersku službu),
- S - sekundarna služba

Uz navedene frekvencijske pojaseve HAKOM je omogućio i testiranje u frekvencijskom pojasu 40,660-40,700 MHz na temelju privremene dozvole za uporabu RF spektra koja se izdaje na rok od godine dana, uz uvjet obavljanja tehničkog ispitivanja sporednih zračenja od strane HAKOM-a kako bi se izbjeglo stvaranje smetnji u radu drugih radiokomunikacijskih službi.

Sljedom navedenog, vezano uz amatersku i amatersku satelitsku službu HAKOM planira:

1. Pratiti aktivnosti na razini ITU-a kako bi se pravovremeno mogli identificirati novi frekvencijski pojasevi ili ažurirati uvjeti uporabe postojećih
2. Pratiti aktivnosti na razini EU i CEPT-a u svrhu ažuriranja nacionalnog pravnog okvira

3. Omogućiti daljnje testiranje u frekvencijskom pojasu 40,660-40,700 MHz u svrhu potencijalne identifikacije dijela spektra za amatersku službu u nižem VHF frekvencijskom pojasu

5.9. Uređaji malog dometa (SRD)

Uređaji malog dometa (SRD – *Short Range Devices*) predstavljaju veliku grupu radijskih uređaja koja ima poseban regulatorni status kako na svjetskoj razini tako i u Republici Hrvatskoj. SRD uređaji koriste radijski spektar na po principu bez smetnji i bez zaštite (*no interference, no protection*) tj. imaju sekundarni status u odnosu na ostale radijske službe i primjene s kojima dijele isti frekvencijski resurs i ne smiju im uzrokovati smetnju dok istovremeno moraju raditi uz prisutnost drugih signala koji ih mogu ometati. Regulatorno takav status podrazumijeva korištenje RF spektra temeljem općih dozvola, koje HAKOM izdaje po službenoj dužnosti, a o kojima je više rečeno u poglavlju 3.1.8. S tehničke strane, rad SRD uređaja i njihovo korištenje RF spektra bez uzrokovanja smetnji primarnim službama u istom frekvencijskom pojasu, moguće je zahvaljujući tzv. tehnikama izbjegavanja smetnji (*Mitigation Techniques*). Najčešće korištene tehnike izbjegavanja smetnji kod SRD uređaja su: ograničenje snage/gustoće snage, ograničenje radnog ciklusa (vremenski odsječak unutar kojeg uređaji odašilju), različiti protokoli pristupa poput *Listen-Before-Talk* (pristup radijskom resursu dozvoljen je tek kada je medij slobodan) ili DFS (*Dynamic Frequency Selection* – odabir neiskorištenog kanala za rad). Osim navedenih koristi se i UWB (*Ultra Wide Band* - ultra širokopojasni prijenos), koji zahvaljujući vrlo kratkom, pulsnom prijenosu upotrebljava vrlo široki RF spektar te ima vrlo nisku gustoću snage. Obaveza korištenja neke od spomenutih tehnika propisuje se između eventualnih drugih uvjeta u općim dozvolama te predstavljaju nužan zahtjev kako bi se RF spektar mogao dijeliti s drugim korisnicima.

Iz navedenih razloga, studije kompatibilnosti i frekvencijskog dijeljenja rade se na razini Europe u sklopu CEPT-a (radne grupe WGFM i WGSE, te projektni timovi SRD/MG, SE24). Temeljni dokument koji objedinjuje sve kategorije SRD uređaja i njihove karakteristike je CEPT-ova preporuka ERC/REC 70-03³³. Osim toga, s obzirom na važnost ove grane ekonomije za EU, Europska komisija odredila je stalni mandat CEPT-u s ciljem kontinuiranog praćenja razvoja SRD tehnologije i harmonizacije korištenja RF spektra za tu svrhu unutar država članica EU. Obaveze država članica su omogućavanje slobodnog korištenja SRD uređaja (po principu općeg ovlaštenja – općih dozvola) koje temeljem analize i izvještaja CEPT-a u odluci odredi Europska komisija.

Iz velikog broja SRD uređaja potrebno je izdvojiti SRD uređaje za širokopojasni prijenos podataka odnosno WAS/RLAN (*Wireless Access System/ Radio Local Area Network*) uređaje. Tu kategoriju SRD-ova upotrebljava veliki broj korisnika zato što su ključan zadnji korak između pružatelja usluga pristupa Internetu i krajnjeg korisnika. U tu kategoriju možemo ubrojiti bežične usmjernike u kućama i javnim prostorima, kao i veze tipa točka-točka koje koriste privatni korisnici, udruge, ali i pružatelji elektroničkih komunikacijskih usluga. Za tu svrhu upotrebljavaju se frekvencijski pojasevi: 2400-2483,5 MHz (opća dozvola OD-16), 5150-5250 MHz (OD-85b), 5250-5350 MHz (OD-86b), 5470-5725 MHz (OD-201a), 57-71 GHz (OD-230, OD-231 i OD-232) te frekvencijski

³³ https://efis.cept.org/sitecontent.jsp?sitecontent=srd_regulations

pojas 5924-6425 MHz (opće dozvole OD-236 i OD-237, za zatvorene prostore i integrirane radijske jedinice u prijenosnim uređajima)³⁴.

S obzirom na veliki broj WAS/RLAN uređaja i višegodišnje probleme sa smetnjama meteorološkim radarima koji rade u pojasu 5600-5650 MHz na europskoj razini, HAKOM je općom dozvolom propisao potrebu prijave tih radijskih postaja koje rade na otvorenom WAS/RLAN radijske postaje prijavljuju se HAKOM-u putem aplikacije³⁵, a individualne postaje se identificiraju putem MAC (*Media Access Control*) adrese (ili HAKOM broja u SSID (*Service Set Identifier*)).

SRD uređaji su uređaji namijenjeni za masovno tržište te je najsmisleniji način regulacije uporabe spektra putem općih dozvola. Takva se regulacija primjenjuje i u Republici Hrvatskoj. Broj i raznolikost korisnika SRD uređaja s jedne strane i proizvođača tih uređaja s druge strane, ukazuje na važnost studija dijeljenja RF spektra s drugim primarnim korisnicima, te pravovremeno izdavanje općih dozvola temeljem potreba tržišta.

Slijedom navedenog, vezano uz uređaje malog dometa HAKOM planira:

1. Aktivno sudjelovati u radu projektnog tima SRD/MG i pratiti izmjene u preporuci ERC/REC 70-03
2. Redovito ažurirati opće dozvole i izdavati nove u skladu s EU odlukama, izmjenama preporuke ERC/REC 70-03 i potrebama tržišta
3. Unaprjeđivati alate vezane uz upravljanje korištenjem RF spektra za SRD uređaje (npr. alat za prijave WAS/RLAN postaja)
4. Osiguravati zaštitu primarnih službi s kojima SRD uređaji dijele spektar

³⁴

https://www.hakom.hr/UserDocsImages/2025/radiokomunikacije/a_Pruzanje%20usluga%20uz%20opcu%20dozvolu.pdf?vel=214257

³⁵ <https://www.hakom.hr/hr/e-prijava-rp/6430>

6. Upravljanje radiofrekvencijskim spektrom u područjima od posebnog interesa

6.1. 6G

RF spektar predstavlja jedan od temelja digitalne infrastrukture Republike Hrvatske. U razdoblju do 2035. očekuje se prijelaz na šestu generaciju mobilnih mreža (6G), koja će omogućiti višestruko veće kapacitete, ultra nisku latenciju i uvođenje novih komunikacijskih paradigmi.

Uspješan prelazak na 6G ovisit će o pravodobnom planiranju, međunarodnoj usklađenosti i učinkovitom tržišnom modelu dodjele frekvencija.

Očekuje se da će 6G koristiti tri osnovna spektralna područja, svako s različitim tehničkim i ekonomskim značajkama:

- Sub-6 GHz pojasevi (1-7 GHz)
 - široka pokrivenost, ruralna i prigradska područja, mobilnost s velikim dometom
 - dobra propagacija signala kroz prepreke, postojeća infrastruktura baznih stanica
 - omogućuju nacionalnu dostupnost 6G usluga uz relativno niska ulaganja
- Milimetarski valovi (30-100 GHz)
 - gusto naseljene zone, industrijski kampusi, stadioni, transportna čvorišta
 - izuzetno veliki kapacitet i brzine (≥ 100 Gbit/s)
 - poticaj razvoju pametnih gradova, industrijske automatizacije i medijskih servisa ultra-visoke rezolucije
- Sub-terahercni i terahercni pojasevi (100 GHz-1 THz)
 - holografška teleprisutnost, medicinska dijagnostika na daljinu, industrija 4.0/5.0
 - ultravisoke brzine i precizno pozicioniranje
 - otvara nova tržišta u biotehnologiji, obrani i kreativnim industrijama

6G će u Hrvatskoj generirati višestruke gospodarske učinke:

- Izravni učinci: ulaganja operatora u infrastrukturu, rast sektora telekomunikacija, prihod od dražbi spektra,
- Neizravni učinci: povećana produktivnost industrija koje koriste 6G (transport, zdravstvo, energetika)
- Multiplikativni učinak: poticanje ekosustava u području robotike i proširene stvarnosti

Upravljanje RF spektrom za 6G u Republici Hrvatskoj temeljit će se na jasno definiranim prioritetima koji će osigurati tehnološku i gospodarsku konkurentnost zemlje. Prije svega, ključno je pravovremeno postići potpunu harmonizaciju s europskim i međunarodnim regulatornim okvirima u svrhu što ranije implementacije novih mreža, a čime će se također izbjeći i prekogranične smetnje i osigurati interoperabilnost sustava. Dodjela frekvencijskih pojaseva provodit će se u skladu s načelom tehnološke neutralnosti, omogućujući operatorima fleksibilnu primjenu različitih tehnologija unutar dodijeljenih resursa. Poseban naglasak stavit će se na

rezerviranje dijela spektra za potrebe istraživanja i razvoja. Proces dodjele spektra provodit će se na transparentan i konkurentan način, omogućujući uporabu spektra i novim korisnicima kako bi se osigurala ravnoteža između tržišne dinamike i javnog interesa. Postojeće tehnološki neutralne dozvole omogućuju operatorima preraspodjelu (*refarming*) postojećih pojaseva i uvođenje 6G tehnologije u iste,

Razvoj 6G mreža zahtijevat će prilagodbu regulatornog i sigurnosnog okvira kako bi se osigurala pouzdanost, otpornost i zaštita korisnika. Kibernetička sigurnost bit će ugrađena u samu jezgru sustava, od fizičkog sloja infrastrukture do aplikacijskih servisa, s posebnim naglaskom na napredne metode autentifikacije, enkripcije i zaštite od napada. U području privatnosti, provedba 6G tehnologija morat će biti u potpunosti usklađena s Općom uredbom o zaštiti podataka (GDPR) te nadolazećim europskim propisima koji će regulirati primjenu umjetne inteligencije. Upravljanje RF smetnjama postat će složenije zbog šireg raspona korištenih pojaseva, pa će se vjerojatno primjenjivati inteligentni sustavi temeljeni na umjetnoj inteligenciji za detekciju, analizu i rješavanje smetnji. Kako bi se osigurala nesmetana komunikacija i izbjegle prekogranične poteškoće, nužna će biti kontinuirana međunarodna koordinacija s regulatornim tijelima susjednih zemalja i partnera unutar EU, uz razmjenu podataka i zajedničke protokole djelovanja.

Slijedom navedenog, vezano uz 6G HAKOM planira:

1. Sudjelovati u aktivnostima na razini CEPT-a i EU
2. Harmonizirati RF spektar u skladu s CEPT/EU odlukama
3. Osigurati RF spektar za potrebe istraživanja i razvoja i testiranja

6.2. Dijeljena uporaba spektra (*Spectrum Sharing*)

U novije vrijeme zbog povećanog broja zahtjeva za uporabu RF spektra sve je teže osigurati pojedine frekvencijske pojaseve isključivo za pojedinu namjenu odnosno tehnologiju. Stoga je promocija zajedničke ili dijeljene uporabe RF spektra za slične ili različite uporabe jedan od načina na koji HAKOM promiče usklađivanje uporabe RF spektra za elektroničke komunikacijske mreže i usluge u EU, uzimajući u obzir djelotvornu i učinkovitu uporabu RF spektra.

U skladu s mišljenjem RSPG-a, dijeljena uporaba spektra može se definirati kao zajedničko korištenje istog spektralnog resursa od strane više od jednog korisnika, koje se može ostvariti u sljedećim domenama: frekvencijskoj, vremenskoj i prostoru. Pri tome možemo pretpostaviti istu ili različitu razinu prioriteta među korisnicima ili skupinama korisnika (ili različite razine prioriteta za više slojeva korisnika). Identificirane su dvije vrste dijeljenja:

- Jednoslojno ili horizontalno dijeljenje, u kojem radijski sustavi imaju jednaka prava pri pristupu RF spektru,
- Višeslojno ili vertikalno dijeljenje, u kojem radijski sustavi imaju različite prioritete pri pristupu RF spektru.

Dijeljena uporaba RF spektra nije novi koncept. Na primjer, u licenciranim frekvencijskim pojasevima namijenjenim elektroničkim komunikacijskim mrežama dijeljena uporaba spektra je omogućena između pojedinih korisnika na temelju njihovih pojedinačnih dozvola za uporabu RF spektra kao što su licencirani operatori, dok je u nelicenciranim pojasevima dijeljenje najčešće

omogućeno na razini uređaja. Primjer dijeljene uporabe spektra u pojasevima koji se koriste temeljem općih dozvola ('nelicencirani' ili ISM (*Industrial Scientific Medical*) pojasevi kao npr. 2,4 GHz i 5,8 GHz) u kojima je omogućen neregulirani pristup RF spektru, pod uvjetom da se koriste uređaji male snage (kao što su WiFi i *Bluetooth*), a dijeljenje je omogućeno uporabom posebnih tehnika u svrhu minimiziranja smetnji poput frekvencijskog poskakivanja (*Frequency Hopping*) i CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*).

Dostupnost informacija o uporabi RF spektra relevantna je za učinkovito korištenje spektra i izvedive modele dijeljene uporabe spektra, uključujući trgovanje spektrom i najam spektra. Objavljene informacije mogu biti snažan pokretač za dijeljenja, kako u licenciranim, tako i u nelicenciranim pojasevima. Objava informacija o uporabi RF spektra može donijeti mnoge prednosti i prilike za implementaciju različitih scenarija dijeljenja. Dostupnost informacija može omogućiti samokoordinaciju i samoregulaciju od strane korisnika, minimizirati rizik od štetnih smetnji i rezultirati učinkovitijom i djelotvornijom uporabom RF spektra, pružajući korisnicima podatke i mogućnosti za izravno rješavanje problema štetnih smetnji.

Napretkom u razvoju radijskih sustava i tehnologija te primjenom novih aplikativnih rješenja, kao što su kognitivni radio sustavi i ICT (*Information and communication technology*) sustavi potpomognuti bazama podataka, više nisu toliko jasne podjele između korisnika kakve trenutno imamo pri dijeljenoj uporabi RF spektra, te se uz statičko dijeljenje sve više pojavljuje i dinamičko. Nove načine dijeljene uporabe RF spektra u licenciranim pojasevima moguće je implementirati između više slojeva korisnika RF spektra koji se mogu licencirati na različite načine u istom pojasu. Bitno je naglasiti kako nove mogućnosti dijeljenja RF spektra ne zahtijevaju promjenu trenutnog regulatornog okvira. Neovisno o načinu dijeljenja RF spektra, pri izradi okvira za dijeljenje potrebno je uzeti u obzir propagacijske karakteristike pojedinog frekvencijskog pojasa, trenutni i planirani tehnološki razvoj te bitne zahtjeve mreža i korisnika uključenih u pristup dijeljenja, kako bi se izabrao najprikladniji okvir za dijeljenje.

Regulatorni okvir može se temeljiti na odgovarajućoj kombinaciji trenutnih načina izdavanja dozvola i novih pristupa dijeljenju spektra te može obuhvatiti:

- Klupsku uporabu licenci (*Licensed Club Use*) – korištenje dodatnog dijela RF spektra koji nije dodijeljen vlasniku dozvole, a koji drugi korisnici kojima je taj spektar dodijeljen dozvolom ne koriste na određenom području (npr. u frekvencijskom pojasu 26 GHz)
- QoS Licencirani dijeljeni pristup (LSA – *Licensed Shared Access*) – uvođenje radijskih sustava izdavanjem ograničenog broja dozvola u frekvencijskom pojasu koji je već dodijeljen jednom ili većem broju postojećih korisnika uz pružanje određene kvalitete usluge (QoS – *Quality of Service*) za sve korisnike npr. uvođenje MFCN mreža u frekvencijskom pojasu 2300-2400 MHz
- Licencirani lokalni pristup (*Local Access Licence*) – omogućavanje dijeljenja u frekvencijskim pojasevima dodijeljenim na nacionalnoj razini u područjima gdje se pojedini dio RF spektra ne koristi niti planira koristiti od strane postojećih korisnika kojima su izdane dozvole
- Koordinirani licencirani dijeljeni pristup (*Shared Access Licence*) – dozvola se izdaje prema redoslijedu zaprimanja zahtjeva, neovisno o tipu radiokomunikacijske službe,

omogućujući drugim korisnicima pristup na koordiniranoj osnovi kako bi se osigurao nesmetan rad postojećih korisnika

- Dijeljenje uz uporabu automatiziranog sustava za dinamičku dodjelu spektra (poput CBRS ili AFC)
- Dijeljenje na temelju 5G raslojavanja (*Network Slicing*)
- Dijeljenje na temelju veleprodajnog pristupa
- Pojednostavljeni postupak izdavanja pojedinačne dozvole (*Light Licensing*) uz registraciju,
- Izuzeće od izdavanja dozvola (*Licence-Exempt*),

Slijedom navedenog, vezano uz pitanje dijeljene uporabe spektra HAKOM planira:

1. Promovirati načelo „koristi ili dijeli“ kako bi se povećala učinkovitost u uporabi RF spektra na temelju dobrovoljnih dogovora, poticanja ili nametanja obaveza
2. U svrhu olakšavanja i implementacije različitih scenarija dijeljenja osigurati dostupnost informacija o korištenju RF spektra (zone zaštite ili isključenja, kriteriji zaštite, vrijeme korištenja,...) primjenjujući odgovarajući anonimizirani format pri objavi informacija, u skladu s nacionalnim propisima (po pitanjima kibernetičke sigurnosti, povjerljivosti podataka, poslovne tajne i drugih zakonskih zahtjeva)
3. Pratiti aktivnosti unutar Europske komisije i normizacijskih i regulatornih organizacija poput ETSI-ja i CEPT-a o scenarijima dijeljenja, kompatibilnosti i tehnologijama koje bi dovele do povećanih mogućnosti rješenja za dijeljenje ili koegzistenciju
4. Ispitati scenarije dijeljene uporabe spektra najmanje u sljedećim frekvencijskim pojasevima:
 - a. 2575-2615 MHz
 - Trenutna namjena za širokopojasne mreže za vlastite potrebe na lokalnoj razini u skladu s Planom dodjele za frekvencijski pojas 2500 – 2690 MHz
 - Potencijalni scenarij dijeljenja: licencirani dijeljeni pristup
 - b. 3400-3480 MHz
 - Trenutna namjena za pokretne i nepokretne komunikacijske mreže na regionalnoj razini u skladu s Planom dodjele za frekvencijski pojas 3400 – 3800 MHz
 - Potencijalni scenarij dijeljenja: licencirani dijeljeni pristup ili licencirani lokalni pristup
 - c. 3800-4200 MHz
 - Trenutna namjena za mikrovalne veze velikog kapaciteta u skladu s Planom dodjele za frekvencijske pojaseve koji se koriste za mikrovalne veze, iako u pojasu više nema aktivnih mikrovalnih veza.
 - Potencijalni scenarij dijeljenja: kombinacija licenciranog dijeljenog pristupa i klupske uporabe licenci
 - d. 24,25-26,5 GHz
 - Trenutna namjena nije propisana s odgovarajućim planom dodjele za taj frekvencijski pojas
 - Potencijalni scenarij dijeljenja: kombinacija izuzeća od izdavanja dozvole i klupske uporabe licenci

6.3. 6 GHz

Frekvencijski pojas 6 GHz su u Hrvatskoj i Europi dijeli na donji (5945-6425 MHz) – L6 i gornji dio (6425-7125 MHz) – 6U. Pitanje buduće uporabe 6 GHz frekvencijskog pojasa pitanje je vezano uz gornji dio pojasa - 6U. Gornjih 6 GHz predmet je potreba konkurentskih bežičnih industrija - s jedne strane industrije pokretnih/nepokretnih komunikacijskih mreža (MFCN – *Mobile/Fixed Communication Network*) odnosno mobilnih operatora koji na velikim javnim dražbama kupuju prava uporabe RF spektra, te s druge strane WAS/RLAN (WiFi) bežičnih mreža male snage koje u velikim brojevima koriste RF spektar bez pojedinačnih dozvola. Pri tome treba uzeti u obzir i postojeće korisnike gornjih 6 GHz te njihove buduće potrebe (u slučaju Hrvatske – prije svega mikrovalne veze).

Za tržišni uspjeh komunikacijskih sustava namijenjenih velikom broju korisnika (*Mass Market*) ključan je gospodarski aspekt ekonomije razmjera (*Economies of Scale*), pa je harmonizacija korištenja radijskih frekvencija za takve sustave jedan od prioriteta. Takav slučaj je i kod MFCN sustava kao i kod WAS/RLAN uređaja.

Kod WAS/RLAN uređaja u zadnjih dvadesetak godina harmonizacija korištenja spektra na svjetskoj razini postignuta je korištenjem 5 GHz frekvencijskih pojaseva (5150-5250, 5250-5350 i 5470-5725 MHz, uz manje varijacije u ovisnosti o regiji), a prirodni nastavak, odnosno proširenje navedenih pojaseva zbog niza tehničkih razloga predstavljaju frekvencijski pojasevi na 6 GHz. U novije vrijeme (od 2021.), pojavom WAS/RLAN opreme koja nosi komercijalnu oznaku WiFi 6E (prema IEEE standardu 802.11ax), na tržištu su dostupni uređaji koji za komunikaciju koriste i navedene pojaseve na 6 GHz. Na američkom kontinentu (SAD, Kanada i dobar dio južne Amerike) cjelokupni pojas 6 GHz dozvoljen je za uporabu od strane WAS/RLAN uređaja.

IEEE standard	WiFi generacija	Godina	Frekvencijski pojas	Max. brzina na fizičkom sloju
802.11	-	1997	2,4 GHz	2 Mbit/s
802.11 a	-	1999	5 GHz	54 Mbit/s
802.11 b	-	1999	2,4 GHz	11 Mbit/s
802.11 g	-	2003	2,4 GHz	54 Mbit/s
802.11 n	WiFi 4	2009	2,4/5 GHz	600 Mbit/s
802.11 ac	-	2013	5 GHz	6,9 Gbit/s
802.11 ad	-	2012	60 GHz	8,1 Mbit/s
802.11 ah	-	2017	< 1 GHz	347 Mbit/s
802.11 ax	WiFi 6	2021	2,4/5/6 GHz	9,6 Gbit/s
802.11 ay	-	2021	60 GHz	303 Gbit/s
802.11 be	WiFi 7	2024	2,4/5/6 GHz	46,1 Gbit/s

Tablica 6. Razvoj WAS/RLAN (WiFi) standarda

S druge strane, na razini EU, samo je donji dio 6 GHz pojasa – L6 harmoniziran za WAS/RLAN uređaje koji rade u zatvorenim prostorima (LPI – *Low Power Indoor*) ili integrirane uređaje koji

rade vrlo malom snagom (VLP – *Very Low Power*), temeljem odluke Europske komisije 2021/1067/EU. To u našem slučaju znači da se RF spektar koristi temeljem općih dozvola (bez pojedinačnih dozvola i bez naknade za korištenje RF spektra; sinonimi: *free spektar* ili *nelicencirani spektar*).

Potreba za dodatnim spektrom za WAS/RLAN proizlazi iz činjenice da se većina prometa unutar pojedinog kućanstva do krajnjih korisničkih uređaja distribuira kroz WAS/RLAN komunikacijske mreže. Povećanjem brzina pristupnih mreža tj. dostupnošću optike do krajnjih korisnika, potreba za dodatnim spektrom za WAS/RLAN se na smanjuje nego upravo suprotno.

Kod MFCN mreža u pravilu je svaka nova generacija na neki način bila vezana uz novi harmonizirani blok frekvencija namijenjen za pokretnu službu. Fokus je isprva bio na nižim frekvencijskim pojasevima, međutim razvojem tehnoloških rješenja, te većom dostupnošću spektra u višim frekvencijskim pojasevima taj fokus se seli na više frekvencijske pojaseve iznad 3 GHz.

Frekvencijski pojasevi	3GPP oznaka	Tehnologija	Oznaka tehnologije	Napomena
900 MHz (925-960/880-915 MHz)	8, n8	GSM/UMTS> LTE> 5G NR	2G/3G> 4G> 5G	
1800 MHz (1805-1880/1710-1785 MHz)	3, n3	GSM/UMTS> LTE> 5G NR	2G/3G> 4G> 5G	
2100 MHz (2110-2170/1920-1980 MHz)	1, n1	UMTS > LTE > 5G NR	2G/3G> 4G> 5G	
800 MHz (791-821/832-862 MHz)	20, n20	LTE > 5G NR	4G > 5G	1. digitalna dividenda (bivši radiodifuzijski pojas)
2600 MHz (2620-2690/2500-2570 MHz)	7, n7	LTE > 5G NR	4G > 5G	
700 MHz (758-788/703-733 MHz)	n28	5G NR	5G	2. digitalna dividenda (bivši radiodifuzijski pojas)
3500 MHz ((3410-)3480-3800 MHz)	n78	5G NR	5G	
26 GHz (26500-27500 MHz)	n258	5G mmW	5G	

Tablica 7. Razvoj MFCN mreža i uporaba RF spektra

Tako je u 5G dražbi koju je HAKOM proveo tijekom 2021. jedan od pionirskih frekvencijskih pojasa bio 3410-3800 MHz. U tom kontekstu otvoreno je pitanje daljnjeg razvoja novih generacija MFCN mreža (npr. 6G) i potrebe za dodjelom novih frekvencijskih pojaseva u budućnosti.

Zbog ograničenosti RF spektra jasno je da je sve manje prostora za MFCN u pojasevima ispod 10 GHz te se u tom kontekstu frekvencijski pojas 6425-7125 MHz (gornjih 6 GHz tj. 6U) promatra kao jedini preostali pojas ispod 10 GHz koji će biti dostupan za 6G, a koji je po karakteristikama širenja radijskog signala sličan pojasu na 3,5 GHz (posljedično omogućavajući slične scenarije smještaja i rasporeda baznih postaja u prostoru).

Harmonizacija pojasa gornjih 6 GHz je za MFCN mreže bitna i zbog razvoja opreme jer se industriji daje jasna indikacija o namjeri budućeg korištenja ovog pojasa potičući tako ulaganja u razvoj opreme koja je opet preduvjet za ulaganje operatora i planiranje buduće izgradnje MFCN mreža.

U međunarodnom kontekstu, o gornjih 6 GHz se odlučivalo na Svjetskoj radiokomunikacijskoj konferenciji 2023 (WRC23) na kojoj je zaključeno sljedeće:

- Identifikacija za IMT: U ITU Regiji 1 (Europa, Bliski Istok i Afrika), frekvencijski pojas 6425-7125 MHz identificiran je za Međunarodne mobilne telekomunikacije (IMT), što omogućava njegovu uporabu za pokretne širokopojasne usluge.
- Koegzistencija s WAS/RLAN: Unatoč identifikaciji za IMT, isti frekvencijski pojas nastavlja se koristiti za bežične pristupne sustave, uključujući WAS/RLAN

Ove odluke odražavaju nastojanja za globalnom harmonizacijom spektra, omogućujući fleksibilnost u korištenju gornjih 6 GHz za različite tehnologije, a uzimajući u obzir regionalne i nacionalne potrebe te postojeće korisnike spektra.

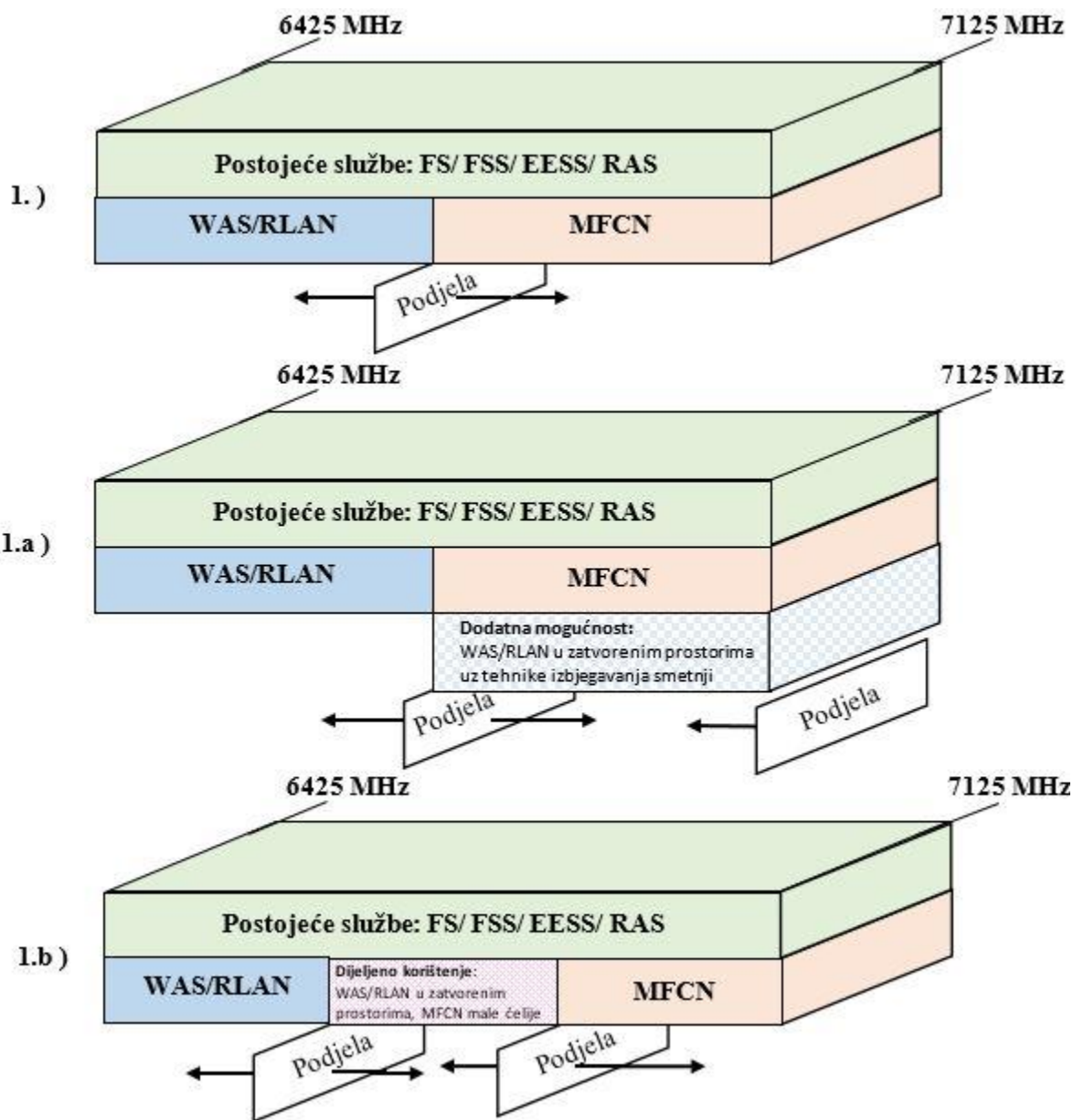
U tom kontekstu, na razini Europe (odnosno EU) nakon WRC23 nastavljeno je s radom čiji je cilj odlučiti kako bi se ovaj pojas koristio u budućnosti. Pitanjem gornjih 6 GHz se u trenutku pisanja ovog strateškog plana bavi RSPG, u čijem radu sudjeluju države članice EU. RSPG radi na izradi mišljenja koja će Europskoj komisiji dati smjernice o daljnjoj uporabi ovog pojasa i na taj način pomoći u donošenju politika i ostvarivanju političkih programa poput *Digital Decade Policy Programme 2030 (DDPP)*³⁶ koja govori o važnosti uspostave gigabitnih mreža i njihove dostupnosti u svim nastanjenim područjima EU do 2030. Također, istovremeno je Europska komisija je krajem 2024. dala mandat³⁷ CEPT-u u kojem se traži izrada tehničkih uvjeta dijeljenja gornjih 6 GHz, s krajnjim rokom do srpnja 2027. Sam mandat ima tri zadatka gdje je prvi izrada studija dijeljenja spektra s postojećim korisnicima u frekvencijskom pojasu gornjih 6 GHz (s krajnjim rokom zadatka do ožujka 2026.); drugi je studija izvodivosti i načina potencijalnog zajedničkog korištenja gornjih 6 GHz između MFCN i WAS/RLAN (s krajnjim rokom zadatka do studenog 2026.) te treći zaključni zadatak izrade harmoniziranih tehničkih uvjeta korištenja ovog pojasa. Prethodno spomenuto mišljenje RSPG-a prethodi drugom zadatku mandata Europske

³⁶ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_en

³⁷ EK Mandat CEPT-u o studiji i izradi najmanje restriktivnih harmoniziranih tehničkih uvjeta za potencijalno zajedničko korištenje pojasa 6425-7125 MHz za potrebe pružanja usluga širokopoasnog pristupa putem zemaljskih širokopoasnih elektroničkih komunikacijskih sustava i putem bežičnih pristupnih sustava, uključujući lokalne radio mreže, od 12.12.2024., <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/radio-spectrum-cept-mandate>

komisije CEPT-u, te treba dati smjernice o planiranom načinu korištenja pojasa kako bi se mogle izraditi studije dijeljenja spektra.

U tom kontekstu, razmatra se više opcija na koji bi se način koristio ili podijelio pojas gornjih 6 GHz. Izgledno je da niti jednu od tehnologija (MFCN ili WAS/RLAN) neće biti rezerviran cjelokupni frekvencijski pojas nego je vjerojatnija podjela na dio u kojem će prednost biti dana WAS/RLAN sustavima (dio koji se nastavlja na frekvencijski pojas donjih 6 GHz, tj. neposredno iznad 6425 MHz), te dio u kojem će prednost imati MFCN (ispod 7125 MHz). Dosadašnji rad unutar spomenutih europskih tijela je pokazao da je opcija u kojem WAS/RLAN i MFCN dijele cjelokupnih gornjih 6 GHz bilo uz geografsko razmicanje, bilo uz ograničenje WAS/RLAN-a na zatvorena područja (a iz čega proizlazi i osnovna potreba za ovom tehnologijom), a MFCN na otvorena područja (uz ograničenje snage baznih stanica kako bi se izbjegle smetnje prema WAS/RLAN)- također malo vjerojatno rješenje. Umjesto toga izgledan je kompromis na tragu sljedećih opcija:



Slika 2. Opcije podjele gornjih 6 GHz

Prilikom određivanja točne granice između pojedinih opcija valja imati na umu da zagovornici MFCN uporabe gornjih 6 GHz traže dostupnost 200 MHz po operatoru, što u našem primjeru kao i u većini drugih zemalja znači 600 MHz spektra. S druge strane, zagovornici WAS/RLAN uporabe traže dostupnost čim većeg broja 320 MHz kanala (u kontinuitetu s frekvencijskim pojasom donjih 6 GHz), tj. 2 ili 3 kanala³⁸.

Frekvencijski pojas gornjih 6 GHz se trenutno u Republici Hrvatskoj koristi za mikrovalne veze s više od 220 aktivnih dozvola za veze geografski raspoređene po čitavom teritoriju države, a koje

³⁸ Gornja granica 2. kanala širine 320 MHz je na 6585 MHz, dok je granica 3. kanala na 6905 MHz.

služe za povezivanje velikim kapacitetima uglavnom u ruralnim dijelovima (veze prema čvornim/agregacijskim lokacijama, te povezivanje otoka), iako određeni broj veza početak ili kraj ima na području gradova (gusto urbano područje). Broj veza u ovom pojasu je prethodnih godina pokazivao tendenciju rasta dok se njihov broj u zadnje vrijeme ustalio te se ne očekuje više njihov značajniji porast. Navedene mikrovalne veze velikom su većinom u vlasništvu operatora pokretnih elektroničkih komunikacijskih mreža. Također gornjih 6 GHz se koristi i za nepokretne satelitske veze (FSS), koje ovaj pojas koriste za zemaljsko odašiljanje (veze Zemlja- svemir). Broj navedenih FSS veza je vrlo malen, ali ovdje treba spomenuti i da Republika Hrvatska u sklopu ITU-R RR AP30B Plana dio resursa ima dodijeljenih i u gornjih 6 GHz (tzv. C pojas). U RH nema aktivnih radioastronomskih opservatorija (RAS – *Radio Astronomy Service*), dok u EESS (*Earth Exploration Satellite Service*) istraživanjima sudjeluje kroz programe ESA-e (*European Space Agency*).

U skladu s navedenim može se zaključiti da su u smislu postojećih korisnika za nas najvažnije mikrovalne veze. U sklopu priprema za WRC23 HAKOM je prikupljao stavove većih sadašnjih korisnika ovog pojasa- operatora pokretnih elektroničkih komunikacijskih mreža, koji s druge strane predstavljaju i dionike koji bi u budućnosti ulagali u izgradnju MFCN mreža u ovom frekvencijskom pojasu. Zaključak je da bi postojeće korištenje pojasa za mikrovalne veze trebalo biti omogućeno barem do kraja desetljeća tj. 2030 što okvirno predstavlja i vrijeme kada bi se mogla javiti potreba za dodatnim spektrom za MFCN mreže.

Ažurirane informacije nakon provedenog javnog savjetovanja o ovom dokumentu:

RSPG je 12. studenog 2025. usvojio mišljenje “Radio Spectrum Policy Group Opinion on Long-term vision for the upper 6 GHz band”³⁹ kojim je u bitnom određen daljnji smjer odluka vezanih uz frekvencijski pojas gornjih 6 GHz na razini Europske unije. U mišljenju se predlaže da pojas 6585-7125 MHz bude prioritarno određen za MFCN mreže. O frekvencijskom podpojasu 6425-6585 MHz bi se odlučivalo nakon Svjetske radiokomunikacijske konferencije 2027. u ovisnosti o rezultatima vezanim uz identifikaciju pojasa 7125-7250 MHz. Ukoliko bi pojas 7125-7250 MHz bio određen za IMT, otvorila bi se mogućnost ‘spajanja’ podpojasa 6585-7125 MHz i 7125-7250 MHz u jedinstveni pojas koji bi se koristio za MFCN (buduće 6G mreže), dok bi se podpojas 6425-6585 MHz tada primarno koristio za WAS/RLAN sustave. U protivnom, ukoliko WRC27 ne odredi pojas 7125-7250 MHz za IMT, postoji značajan razlog da se i podpojas 6425-6585 MHz koristi za MFCN mreže.

Slijedom navedenog, vezano uz frekvencijski pojas gornjih 6 GHz HAKOM planira:

1. U tijelima CEPT-a i EU se zalagati za zaštitu postojećih korisnika pojasa barem do 2030.
2. U slučaju donošenja harmonizacijskog okvira na razini EU, pravovremeno informirati postojeće i buduće korisnike ovog pojasa o daljnjim koracima koje taj okvir predviđa

³⁹

https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/3301c2fd-7bff-4ecf-bfcd-cfb572a5972f_en?filename=RSPG25-031final-RSPG-Opinion-Upper_6GHz_band.pdf

3. S obzirom da je oprema za WAS/RLAN već dostupna na tržištu, ukoliko dio frekvencijskog pojasa bude određen za navedenu tehnologiju, osigurati čim prije mogućnost korištenja tog dijela spektra za WAS/RLAN sustave u zatvorenim prostorima, a po uzoru na sličnu regulativu koja postoji u donjih 6 GHz.
4. Po donošenju harmonizacijskog okvira s jasnim rokovima dostupnosti spektra za MFCN, planirati prenamjenu frekvencijskog pojasa i migraciju postojećih korisnika u alternativne pojaseve sukladno rokovima definiranim harmonizacijskim okvirom, te tako omogućiti dodjelu spektra za MFCN.
5. Prikupiti nove podatke o potrebama za RF spektrom unutar ovog pojasa i planovima na tržištu. Sukladno iskazanom interesu pravovremeno planirati eventualno gašenje mikrovalnih veza, te migraciju korisnika nakon 2030. u alternativne pojaseve te prenamjenu frekvencijskog pojasa (ili njegovog dijela). Također, vodeći se dinamikom harmonizacije pojasa na EU razini i interesom tržišta, planirati dodjelu spektra za MFCN.
6. Pravovremeno informirati postojeće korisnike spektra o eventualnim promjenama u načinu korištenja frekvencijskog pojasa 6U, te buduće korisnike pojasa za MFCN o rokovima dostupnosti spektra

6.4. Budućnost frekvencijskog pojasa UHF (470-694 MHz)

Donji dio frekvencijskog pojasa UHF (tzv. pojas ispod 700 MHz, 470-694 MHz) predstavlja dio radiofrekvencijskog spektra koji je u Republici Hrvatskoj rezerviran i primarno se koristi za odašiljanje digitalne zemaljske televizije (DTV, DTT – *Digital Terrestrial Television*) i profesionalnu bežičnu audio opremu za snimanje i proizvodnju programa i posebnih događaja (PMSE – *Program Making and Special Events*).

Tehnologija digitalne zemaljske televizije kontinuirano se razvija pri čemu su najnoviji standard odašiljanja DVB-T2 i tehnika kodiranja H.265/HEVC omogućili dodatni kapacitet za televizijski sadržaj u istoj količini RF spektra. Prelazak na najnoviji sustav DVB-T2 u RH izvršen je krajem 2020. godine, čime je kompletno odašiljanje digitalne zemaljske televizije preseljeno u donji dio frekvencijskog pojasa UHF (470-694 MHz), a istovremeno je oslobođen pojas 700 MHz za potrebe širokopojasnih bežičnih komunikacijskih mreža pete generacije (5G).

Trenutno su u RH u radu 4 DTV multipleksa s nacionalnim pokrivanjem i 2 multipleksa s regionalnim, odnosno lokalnim pokrivanjem. Važeće dozvole za uporabu radiofrekvencijskog spektra za svih 6 multipleksa izdane su za razdoblje do 31. prosinca 2030.

S obzirom na povijesno nasljeđe, udio kućanstava u RH, koja za prijam televizijskog sadržaja koriste isključivo digitalnu zemaljsku televiziju, i dalje je vrlo visok i trenutno iznosi približno 45%. Kada se tome pribroji drugi ili treći prijamnik u kućanstvima ili kućama za odmor, navedeni udio raste i preko 70%. Trenutni udio kućanstava koja koriste digitalnu zemaljsku televiziju (DTV) i ostale platforme za prijam televizijskog sadržaja prikazan je u Tablici 8.

Platforma za prijam TV sadržaja	Udio kućanstava u RH
DTV	45% (FTA i Pay-TV)

IPTV	33%
Kabelska TV	10%
Satelit	8%
Ostalo (npr. OTT usluge)	4%

Tablica 8. Udio kućanstava u RH po pojedinoj platformi za prijam TV sadržaja

U proteklih 5 godina udio digitalne zemaljske televizije smanjio se za približno 5%, a isti trend se može očekivati i u idućem razdoblju. Usprkos postojećem trendu i predviđenom smanjenju količine linearnog televizijskog sadržaja, digitalna zemaljska televizija i dalje će ostati dominantna platforma za prijam televizijskog sadržaja u RH, prvenstveno zbog dosegnutog tehnološkog razvoja, a koji omogućuje poboljšanu kvalitetu usluge, proširenu pokrivenost stanovništva, povećanje interaktivnosti i dodatne sadržaje.

Također, digitalna zemaljska televizija ima izuzetno važnu ulogu u omogućavanju dostupnosti javnih medija (PSM – *Public Service Media*), a posebno javnih televizijskih sadržaja, čija je uloga i važnost višestruka i obuhvaća različite aspekte društvenog, kulturnog i političkog života (informiranje, obrazovanje, promocija i očuvanje hrvatske kulture, demokratska funkcija, neovisnost, objektivnost, inovacije i dr.). U tom smislu, prednosti tehnologije digitalne zemaljske televizije u RH su relativno niski troškovi za krajnje korisnike i veliki postotak pokrivenosti ukupnog stanovništva. Čak i uz trend smanjenja udjela, određenim segmentima publike, poput starijih gledatelja i kućanstava s niskim prihodima, DTV i nadalje ostaje jedini način prijama TV sadržaja. Značaj široko dostupne usluge digitalne zemaljske televizije došao je do izražaja i tijekom pandemije COVID-19, kada je putem javnog servisa prenošen program nastave za učenike nižih razreda osnovne škole.

Osim mreža digitalne zemaljske televizije, u donjem dijelu frekvencijskog pojasa UHF (470-694 MHz), dio spektra se u RH trenutno koristi i za testiranje tehnologije za 5G radiodifuziju (5G *Broadcast*). 5G radiodifuzija je još u ranoj fazi razvoja i primjene, a kao tehnologija omogućava učinkovito odašiljanje audiovizualnog sadržaja prema velikom broju uređaja s niskom latencijom i visokom propusnošću. Moguća buduća upotreba uključuje široku dostupnost prilikom odašiljanja javnih informacija, sportskih događaja, multimedijских sadržaja i interaktivnih usluga na mobilnim uređajima, čime se povećava dostupnost i kvaliteta usluge za korisnike. Testiranja i pilot projekti pokazuju da 5G radiodifuzija može biti odgovarajuća alternativa mrežama digitalne zemaljske televizije, no trenutno postoji još dosta otvorenih pitanja kao što su npr. daljnja standardizacija i interoperabilnost, razvoj i implementacija infrastrukture, dostupnost kompatibilnih uređaja, razvoj sadržaja i usluga prilagođenih 5G radiodifuziji, definiranje poslovnih modela i dr.

Trenutno se na razini EU vodi intenzivna rasprava o budućnosti donjeg dijela frekvencijskog pojasa UHF (470-694 MHz) nakon 2030., a s obzirom na različite potrebe i interese zemalja EU za sada ne postoji jedinstveni stav, a vjerojatno ni jedinstveni model koji bi definirao buduću upotrebu tog frekvencijskog pojasa na području čitave EU. Dio zemalja poput Španjolske, Italije, Grčke, Francuske i Hrvatske, sa značajnim udjelom i potrebom za digitalnom zemaljskom televizijom, predviđaju značajnu potrebu za istom tehnologijom i nakon 2030. S druge strane, dio zemalja poput Švedske, Danske, Nizozemske i Slovenije sve manje koriste digitalnu zemaljsku televiziju te nakon 2030. vide potrebu za uvođenjem javnih mreža pokretnih komunikacija u tom frekvencijskom pojasu.

U tom kontekstu RSPG grupa je do sada izradila dva dokumenta, mišljenje⁴⁰ (RSPG UHF Mišljenje) i nacrt izvješća⁴¹ (RSPG UHF Izvješće, u trenutku pisanja ovog dokumenta završeno je javno savjetovanje), a koji bi trebali pomoći Europskoj komisiji u definiranju strateške odluke za uporabu frekvencijskog pojasa UHF nakon 2030. U RSPG UHF Mišljenju analizirani su mogući, tehnički izvedivi scenariji za razdoblje nakon 2030. Navedeno mišljenje prepoznaje da je zajednički put za sve države članice vrlo malo izgledan čak i nakon 2030., zbog različitih nacionalnih potreba za spektrom i prekograničnih izazova. Stoga se preporučuju regulatorne EU mjere za olakšavanje provedbe različitih scenarija među državama članicama, s naglaskom na kompatibilnu uporabu i usredotočenost na sredstva za njihovo postizanje. Nadalje, RSPG UHF Izvješće potvrdilo je veliku raznolikost između država članica u pogledu budućih potreba za spektrom za odašiljanje i dugoročnom tržišnom ulogom DTV-a. U nekim državama članicama frekvencijski pojas 470-694 MHz ostaje važan za pružanje DTV usluga, dok se u nekim drugim državama članicama značajna količina spektra ispod 700 MHz trenutno ne koristi ili se predviđa da će biti oslobođena prije 2030. Izvješće posebno ističe da regulatorni okvir EU mora u obzir uzeti značajne uloge DTV-a i PMSE-a u mnogim zemljama EU-a, a istovremeno odgovoriti i na različite druge potrebe uporabe RF spektra, poput pokretnih i širokopojasnih usluga, u drugim zemljama EU.

Paralelno s ovim aktivnostima, EU i CEPT pripremaju se za nadolazeće svjetske radiokomunikacijske konferencije koje će se održati 2027. (WRC-27) i 2031. (WRC-31), pa je i u tom slučaju potrebno formirati zajednički stav s obzirom na zaključke konferencije iz 2023. (WRC-23) o budućnosti frekvencijskog pojasa UHF nakon 2030. Naime, fusnota br. 5.295A (WRC-23) ITU Radijskih propisa dodijelila je navedenim zemljama, uključujući sve zemlje EU osim Španjolske i Italije, pojas 470-694 MHz pokretnoj službi na sekundarnoj osnovi. Tijekom WRC-23, Rezolucija 235⁴² je revidirana, pozivajući ITU-R i administracije da za WRC-31 razmotre uporabu RF spektra za potrebe radiodifuzije i pokretnih usluga za zemlje navedene u fusnoti, uzimajući u obzir potrebe PMSE službe. Nadalje, temeljem Odluke (EU) 217/899 Europskog parlamenta i Vijeća od 17. svibnja 2017. o uporabi frekvencijskog pojasa 470-790 MHz u Uniji⁴³ i navedene rezolucije, državama članicama EU omogućuje se uporaba navedenog frekvencijskog pojasa i za druge radiokomunikacijske službe, npr. javne pokretne mreže, na način da ne uzrokuju štetne smetnje niti iziskuje zaštitu od DTV-a i PMSE-a. Više informacija o PMSE-u i njegovoj uporabi u frekvencijskom pojasu 470-694 MHz opisano je u okviru poglavlja 5.4.

Ažurirane informacije nakon provedenog javnog savjetovanja o ovom dokumentu:
RSPG UHF izvješće je usvojeno 12.11.2025.⁴⁴

Slijedom navedenog, vezano za buduću upotrebu digitalne zemaljske televizije, 5G radiodifuzije i PMSE-a u frekvencijskom pojasu UHF (470-694 MHz) HAKOM planira:

⁴⁰https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/6cb17632-9aba-4a15-ae9-28b9d272d9ed_en?filename=RSPG23-035final-RSPG_Opinion_on_UHF_beyond_2030.pdf

⁴¹https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/74a0b42f-d9dd-4273-be83-8fa4797314c1_en?filename=RSPG25-024final-Draft_RSPG_Report_on_future_use_470-694_MHz_band.pdf

⁴²[https://www.itu.int/en/ITU-R/terrestrial/fmd/Documents/WRC_23_Resolutions/E/RES_235\(REV.WRC-23\)-E.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-R/terrestrial/fmd/Documents/WRC_23_Resolutions/E/RES_235(REV.WRC-23)-E.pdf)

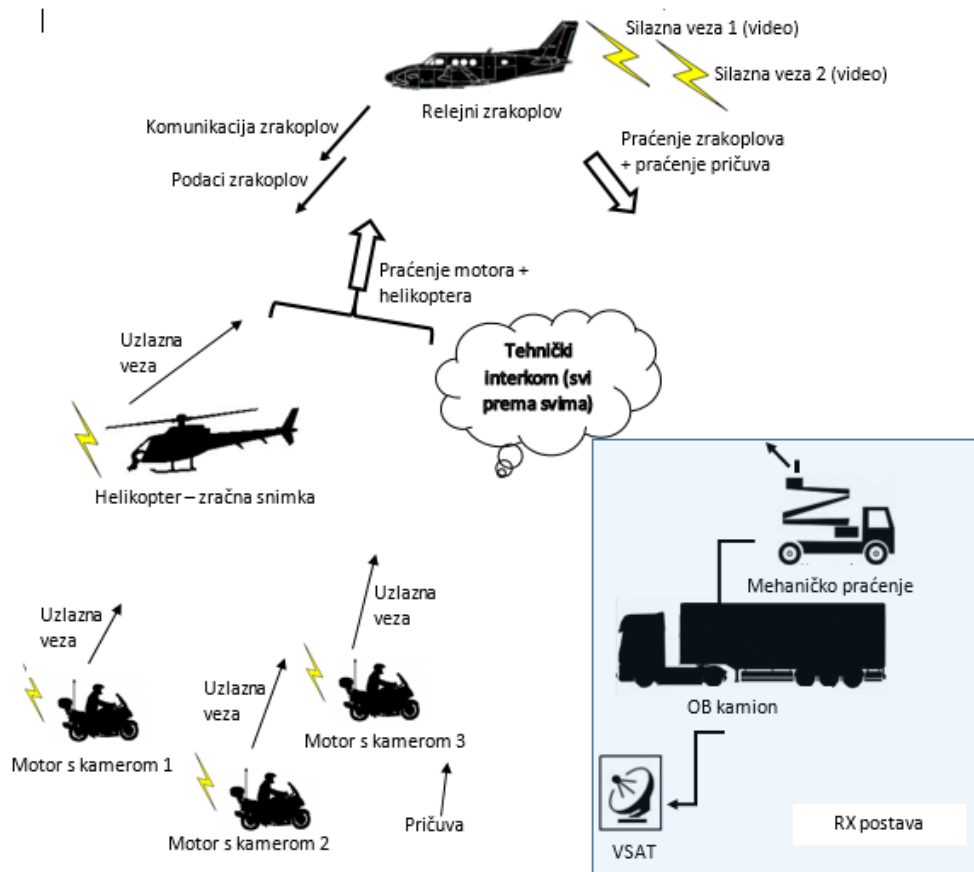
⁴³<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0899>

⁴⁴https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/1f058f8e-0228-455c-b04e-24519da81c67_en?filename=RSPG25-033final-RSPG_Report_on_future_use_470-694_MHz_band.pdf

1. Štititi interes RH, pri tijelima EU-a i CEPT-a, za nastavak uporabe frekvencijskog pojasa UHF (470-694 MHz) za DTV, 5G radiodifuziju i PMSE te osiguravanje njihove zaštite u tom pojasu i nakon 2030.
2. Uskladiti buduću uporabu RF spektra sukladno odlukama Europske komisije i CEPT/ECC-a, uz primjenu odgovarajućih EU i CEPT preporuka i mišljenja te ETSI standarda.
3. Omogućiti daljnje testiranje novih tehnika kodiranja (npr. UHD (4K)) i odašiljanja (npr. 5G radiodifuzija), kao pripremu za moguću buduću komercijalnu upotrebu.
4. Omogućiti zadržavanje široke dostupnosti javnih i značajnijih komercijalnih televizijskih sadržaja i kritičnih informacija kroz platformu digitalne zemaljske televizije i tijekom tranzicije na ostale platforme za prijam televizijskog sadržaja.

6.5. ENG/OB

Elektroničko prikupljanje vijesti i vanjski prijenos (ENG/OB – *Electronic News Gathering/Outside Broadcast*) zajednički je naziv za skup različitih radijskih uređaja i veza koje se koriste kako bi se ostvarilo medijsko (najčešće televizijsko) pokrivanje i izvještavanje s nekog događaja. Najčešće je riječ o produkciji sportskog događanja odnosno prijenosu 'uživo' s neke utrke ili utakmice. Čak i ako se prijenos obavlja s lokacije u kojoj postoji komunikacijska infrastruktura, kao npr. sportska dvorana, za potrebe prijenosa često se koriste bežične kamere na samom terenu pa je i u tom slučaju potrebno osigurati komunikacijske kanale za prijenos slike s kamere do prijammnika u dvorani. S druge strane, komunikacijske potrebe za događanja van uređenih objekata kao što su npr. etapne biciklističke utrke, zahtijevaju čitav niz različitih radijskih kanala za prijenos slike i govora (za potrebe same produkcije, ali i za potrebe održavanja samog događanja / utrke).



Slika 3. Primjer konfiguracije ENG/OB prijenosnih veza

Kao što je prikazano na Slici 3., broj potrebnih komunikacijskih kanala brzo raste s veličinom produkcijskih potreba. Tome u prilog ide i činjenica da se moderni sportski događaji prenose i putem interaktivnih internetskih platformi te se prenose video slike svakog natjecatelja zasebno ili se prenose pogledi iz niza bespilotnih letjelica koje prate utrku. Ako se radi o sportskom događaju koji stalno mijenja svoju lokaciju ili su vodstva timova prostorno udaljena od natjecatelja (npr. biciklistička utrka), komunikacijskim potrebama treba pribrojiti i glasovnu komunikaciju za potrebe pojedinih natjecateljskih timova.

Iz navedenoga jasno je da komunikacijske potrebe modernih (sportskih) događanja zahtijevaju značajne frekvencijske resurse koji se dodjeljuju na privremenoj, ad-hoc bazi. Pri tome se za glasovnu komunikaciju uglavnom koristi PMR pojas 440-470 MHz, te za mikrofone standardna područja o kojima je riječ u poglavlju 4.3.4. (PMSE).

S druge strane, prijenos videa zahtijeva puno veću širinu pojasa, te broj potrebnih radijskih kanala i frekvencijskih pojaseva se bitno mijenja u ovisnosti u vrsti događaja, te korištenim uređajima kojima raspolaže produkcijska kompanija zadužena za prijenos. Od standardnih pojaseva ističe se frekvencijski pojas 2245-2400 MHz koji u pravilu koriste sve TV kuće s nacionalnim pokrivanjem i veće produkcijske kompanije. Frekvencijski resursi unutar navedenog frekvencijskog pojasa dodjeljuju se na zahtjev, a dozvola se izdaje za čitav frekvencijski pojas. Pri tome se razmjenjuju

kontaktni podaci svih nositelja dozvola unutar pojasa kako bi na terenu prema potrebi koordinirali korištenje pojedinih radijskih kanala unutar pojasa.

Osim navedenog frekvencijskog pojasa, za prijenos video sadržaja i drugih podataka često se koriste i sljedeći frekvencijski pojasevi: 2010-2090 MHz (dio je vojni pojas), 7100-7400 MHz, 5725-5910 MHz, zatim pojasevi za koje su izdane opće dozvole: 1880-1900 MHz (DECT), 2400-2500 MHz, 5150-5725 MHz, te u novije vrijeme i viši frekvencijski pojasevi poput 14,5-14,62/15,23-15,35 GHz. Spomenuti frekvencijski pojasevi, kao i eventualni zahtjevi unutar nekih drugih pojaseva razmatraju se i koordiniraju s postojećim korisnicima u ovisnosti o lokaciji događanja koje se prenosi, mogućnostima opreme, trenutnoj uporabi spektra itd. Redovito se korištenje spektra koordinira i s vojskom, ukoliko tražene frekvencije ulaze u vojni pojas. Prema potrebi HAKOM prije dodjele pojedinih frekvencija za potrebe ENG/OB prijenosa izlazi na teren s ciljem mjerenja dostupnosti i čistoće RF spektra na nekom području.

ENG/OB koristi RF spektar povremeno te rezervacije većih pojaseva za tu svrhu nisu učinkovit način upravljanja RF spektrom. Međutim, kada se javi potreba za prijenosom događanja, zahtjevi često mogu prelaziti 100 i više MHz spektra, te zahtijevaju visoki prioritet.

Slijedom navedenog, vezano uz ENG/OB HAKOM planira:

1. Aktivno s korisnicima ENG/OB frekvencijskog spektra prilagođavati Tablicu namjene RF spektra kao i planove dodjele.
2. Usko surađivati s vojskom i ostalim korisnicima ENG/OB spektra kako bi se na čim jednostavniji i učinkovitiji način omogućila uporaba frekvencijskih pojaseva za potrebe ENG/OB prijenosa
3. Štititi uporabu frekvencijskog pojasa 2245-2400 MHz za potrebe ENG/OB prijenosa

6.6. Bepilotne letjelice i sustavi zaštite od bespilotnih letjelica

6.6.1. Bepilotne letjelice

Bespilotne letjelice (UAV – *Unmanned Aerial Vehicles*, „dronovi“) su dio sustava bespilotnih letjelica (UAS – *Unmanned Aircraft System*) te u današnje vrijeme imaju široku primjenu i veliku važnost jer su cjenovno vrlo prihvatljivi i vrlo primjenjivi – od vojne industrije do civilnih primjena. Njihova sposobnost da brzo i precizno snimaju iz zraka omogućava kvalitetnije praćenje poljoprivrednih površina, nadzor prometa i pomoć u spašavanju ljudi u kriznim situacijama. U poslovnom svijetu koriste se za dostavu, inspekciju infrastrukture i snimanje događaja, dok u znanosti olakšavaju istraživanja teško dostupnih područja. Prednost bespilotnih letjelica je u smanjenju rizika za ljude, uštedi vremena i resursa te otvaraju nove mogućnosti u primjeni tehnologija i komunikacija.

Razvoj i širenje primjene bespilotnih letjelica donosi niz koristi za gospodarstvo, sigurnost, promet, poljoprivredu i civilnu zaštitu, ali istovremeno otvara nova regulatorna i tehnička pitanja vezana uz uporabu RF spektra. Također, s porastom broja bespilotnih letjelica raste i potreba za učinkovitim sustavima zaštite i neutralizacije bespilotnih letjelica („antidronovi“), od kojih

pojedini sustavi koriste RF spektar kako bi ometali ili onemogućili bespilotnu letjelicu u svome djelovanju.

Za upravljanje komercijalnim i profesionalnim bespilotnim letjelicama koriste se različiti dijelovi spektra, ovisno o vrsti i namjeni bespilotne letjelice:

- Pojasevi koji se koriste na temelju opće dozvole: većina civilnih bespilotnih letjelica koristi ISM pojaseve (npr. 2,4 GHz i 5,8 GHz) za upravljanje, telemetriju i prijenos slike (FPV – *First Person View*).
- Mreže pokretnih komunikacija (LTE/5G): novije bespilotne letjelice sve više koriste mreže pokretnih komunikacija za daljinsko upravljanje i primanje podataka u realnom vremenu.
- GNSS frekvencije: bespilotne letjelice se, između ostalog, oslanjaju na GPS i druge satelitske sustave za navigaciju, što ih čini osjetljivima na ometanja signala.

Slijedom navedenog, vezano uz bespilotne letjelice HAKOM planira:

1. Harmonizirati uporabu RF spektra s odlukama EU-a i ECC-a te preporukama za korištenje spektra u UAS sustavima.
2. Definirati jasne tehničke zahtjeve za suzbijanje smetnji, što doprinosi očuvanju sigurnosti zračnog prometa.
3. Istražiti mogućnosti korištenja namjenskih frekvencija za profesionalne i sigurnosne UAS misije (ovisno o CEPT i EU regulativi), što podrazumijeva:
 - Omogućavanje rada na frekvencijama namijenjenim za javne mreže pokretnih komunikacija (ovisno o CEPT i EU regulativi).
 - Omogućavanje rada u frekvencijskom pojasu 1880-1920 MHz za sve državne korisnike (ovisno o CEPT i EU regulativi).
 - Određivanje dodatnog RF spektra za upravljanje bespilotnim letjelicama.
 - Izrada regulatornog okvira za dodatne uređaje na bespilotnim letjelicama, osim onih koji služe za upravljanje, kontrolu i prijenos podataka.

6.6.2. Sustavi za zaštitu od bespilotnih letjelica

Sustavi za zaštitu od bespilotnih letjelica, tzv. antidron sustavi imaju sve veću važnost u suvremenom društvu zbog naglog porasta uporabe bespilotnih letjelica i potencijalnih sigurnosnih prijetnji koje donose. Njihova je glavna zadaća otkrivanje, praćenje i onesposobljavanje bespilotnih letjelica koji se koriste u nedopuštene ili opasne svrhe, poput špijunaže, krijumčarenja ili ugrožavanja javne sigurnosti. Sustavi zaštite od bespilotnih letjelica primjenjuju različite tehnologije – od radara i kamera do ometanja signala – kako bi zaštitili kritičnu infrastrukturu, javna okupljanja i vojne objekte. Time antidron sustavi pridonose očuvanju sigurnosti, privatnosti i kontrole zračnog prostora u sve složenijem tehnološkom okruženju.

Antidron sustavi koriste različite tehnologije za detekciju, ometanje i onesposobljavanje bespilotnih letjelica, a većina se oslanja na uporabu RF spektra u svrhu:

- Pasivne detekcije – presretanje RF signala kojim se upravlja bespilotnom letjelicom
- Aktivne mjere – RF ometanje signala kontrole ili preuzimanje kontrole nad bespilotnom letjelicom te ometanje GNSS sustava

S obzirom na to da antidron sustavi za ometanje odašilju visoke razine signala koji mogu utjecati na druge korisnike spektra (posebno u mobilnim, WiFi i GNSS pojasevima), njihova uporaba mora biti strogo regulirana i dopuštena je isključivo tijelima koja ovlasti Ministarstvo unutarnjih poslova (npr. Ministarstvo obrane, sigurnosne agencije i dr.).

Slijedom navedenog, vezano uz sustave za zaštitu od bespilotnih letjelica HAKOM planira:

1. Definirati regulatorni okvir za uporabu antidron sustava uz uporabu RF spektra, uključujući uvjete za testiranje, licenciranje i operativnu upotrebu u suradnji s drugim institucijama u Republici Hrvatskoj
2. Suradnja s međunarodnim tijelima (EU, NATO, ITU) radi usklađivanja pristupa i razmjene dobrih praksi.

6.7. Satelitske komunikacije – razvoj i dostupnost svemirskih tehnologija

U komunikacijskim sustavima postavljanje odašiljača na visoke lokacije osiguravalo je dobru pokrivenost velikih geografskih područja. Razvojem svemirskih tehnologija pojam 'visoke lokacije' dobio je novo značenje u komunikacijskim satelitima. Oni su ipak dugi niz godina ostali 'niša' u širem području komunikacijskih tehnologija. Razlog su tome, prije svega, bila razmjerno visoka kapitalna ulaganja koje je uvođenje satelitske tehnologije iziskivalo. Cijene lansiranja bile su visoke kao i cijene samih satelita koji su u pravilu bili kompleksni, a svaki je bio izrađen po narudžbi. Zbog toga svemir je bio rezerviran gotovo isključivo za najrazvijenije zemlje i njihove nacionalne svemirske agencije. Lansiranje satelita bilo je rijetko, skupo i tehnički zahtjevno, a satelitske komunikacije uglavnom su podrazumijevale komunikaciju sa udaljene orbite na kojoj sateliti orbitiraju sinkrono s rotacijom Zemlje (geostacionarna orbita tj. GEO – *Geostationary Orbit*, visina oko 36 tisuća km iznad Zemljina ekvatora). Istovremeno, za male zemlje poput Hrvatske, bez vlastitih svemirskih kapaciteta, to je značilo da su primorane na ulogu promatrača ili korisnika tuđe tehnologije.

Tehnološki je napredak početkom novog stoljeća omogućio intenzivniji rad na korištenju niskih Zemljinih orbita (LEO – *Low Earth Orbit*, visine od otprilike 400 do 2000 km iznad Zemlje) za satelitske komunikacije. Pojedine su kompanije (npr. Iridium, Globalstar – pružanje pokretne satelitske usluge – MSS – *Mobile Satellite Service*) već od kraja 1990-tih godina koristile LEO orbitu za komercijalno pružanje komunikacijskih rješenja. LEO orbita omogućava manja vremena kašnjenja prilikom komunikacije od Zemlje prema- svemiru i obrnuto, u usporedbi sa satelitskim komunikacijama preko GEO satelita ali i bržu prekooceansku komunikaciju (usmjeravanje signala kroz mrežu satelita u orbiti za povezivanje krajnjih točaka udaljenih nekoliko tisuća kilometara) u usporedbi sa svjetlovodnim kabelima na Zemlji. Međutim, nedostatak korištenja LEO orbita je u manjoj vidljivosti zemaljske površine tj. manjoj površini pokrivanja. Zato izgradnja satelitske LEO mreže s globalnim pokrivanjem ili pokrivanjem većih površina na Zemlji zahtijeva razmjerno veliki broj pojedinačnih satelita u mreži. Iako se sateliti u orbitama različitim od GEO orbite za promatrača na Zemlji kreću nebom, u komunikacijskom smislu radi se o nepokretnoj satelitskoj usluzi (FSS). Zemaljske antene najčešće ostvaruju praćenje satelita elektroničkim zakretanjem glavnog snopa zračenja.

Značajan probitak koji je potaknuo globalnu utrku u iskorištavanju svemira za potrebe komunikacije na Zemlji ostvarila je američka kompanija SpaceX. Tvrtka je vođena idejom modularnosti i ponovnog korištenja raketa razvila raketni sustav koji je drastično smanjio cijenu lansiranja satelita. Temeljem toga, započete su komercijalno isplative satelitske megakonstelacije, koje u niskoj Zemljinoj orbiti čine stotine, pa i tisuće satelita kako bi osigurale globalnu, brzu i pristupačnu internetsku povezanost. Sa serijskom proizvodnjom satelita i istovremenim lansiranjem više desetaka satelita u orbitu prvi su započeli SpaceX, sa svojom Starlink konstelacijom, i francusko-britanski (od 2023.) Eutelsat OneWeb. U rujnu 2025. u orbiti je bilo gotovo 8400 Starlinkovih satelita na visinama između 300 i 600 km dok je OneWeb-ova konstelacija brojala oko 650 satelita na visini od oko 1200 km. Uz navedene kompanije ubrzo se pojavio veći broj inicijativa iz drugih zemalja i privatnih kompanija. Kina planira svoje sustave kroz državne kompanije poput Chinasat-a, ali i privatne inicijative (Qianfan - „1000 jedara“), dok je američki Amazon u sklopu projekta Kuiper lansirao svoje prve ne-prototipne satelite.

Uz OneWeb, još jedna europska inicijativa je i ona Europske Unije tj. IRIS²/USC (*The Infrastructure for Resilience, Interconnectivity and Security by Satellite/Union Secure Connectivity programme*)⁴⁵. Ideja programa je od strane Europske komisije prvi put predstavljena široj javnosti krajem 2022., a Republika Hrvatska je bila među prvim potpisnicama sporazuma krajem 2023. EU nastoji ovim projektom uhvatiti korak s drugim, prethodno spomenutim inicijativama, a realizacija istog je planirana kroz javno-privatno partnerstvo čija je realizacija započela krajem 2024. potpisivanjem ugovora s 3 europska satelitska operatora: SES SA, Eutelsat SA i Hispasat S.A. IRIS²/USC satelitska mreža sastojati će se od 290 satelita u LEO i MEO (*Medium Earth Orbit*) orbitama te je planirana njena puna funkcionalnost nakon 2030. Mreža je osmišljena prvenstveno za sigurne komunikacijske potrebe država članica poput: nadzora mora i granica, sigurne komunikacijske kanale za vlade, povezivanje ključne infrastrukture, sigurnosne, vojne i žurne službe, a potom i za komercijalne primjene u upravljanju prometom, energetikom, bankarstvom ili bilo kakvu povezivost u područjima gdje su zemaljske veze nedostatne ili nepostojeće. Iako je IRIS²/USC prvenstveno usmjerena na povezivanje unutar EU, usluga bi trebala biti dostupna i globalno, te osim toga s mogućnošću budućeg proširenja.

Prethodno spomenuti razvoj satelitskih komunikacija motiviran je i idejom direktnog povezivanja postojećih terminala u zemaljskim mrežama (poput npr. pokretnih/pametnih telefona) i satelita. Kako se u prethodnim desetljećima brisala stroga podjela između pojedinih zemaljskih službi, tako se sada gubi i jasna podjela između zemaljskih i satelitskih službi. Pojmovi poput D2D (*Direct-to-Device*) odnosno D2C (*Direct-to-Cell*) označavaju direktno povezivanje satelita s terminalima na Zemlji koji su dizajnirani za zemaljske, a ne satelitske mreže. Standardizacijska tijela poput 3GPP-a ili ETSI-a koriste i pojam NTN (*Non-Terrestrial Networks*) iako taj pojam može označavati i vezu terminala u zemaljskim mrežama sa sustavima na visokim platformama (HAPS – *High Altitude Platform Station*) ili dronovima. 3GPP je tako standardizirao 5G preko NTN mreža u svojem *Release 17* (2022.)

D2D je u pravilu širi pojam od D2C zato što, osim veze sa satelita prema pametnom/pokretnom telefonu, uključuje i vezu sa satelita prema npr. uređajima kratkog dometa (SRD). SRD uređaji rasprostranjeni su i općeprihvaćeni radijski uređaji koji za svoj rad koriste spektar temeljem općih dozvola (tzv. 'nelicencirani' - slobodan spektar) i danas se koriste za čitav niz primjena od

⁴⁵ https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space/iris2-secure-connectivity_en

upravljanja modelima, RFID čitača ili medicinskih implantata do širokopojasnih bežičnih mreža (npr. LoRaWAN ili Sigfox). LoRaWAN mreže popularan su način implementacije Interneta stvari (IoT), tj. povezivanja niza senzora u različitim područjima primjene – industriji, energetici, transportu i logistici, poljoprivredi, praćenju divljih životinja i slično. Povezivanje širokopojasnih mreža koje rade u SRD pojasevima (ili nekih njenih dijelova poput korisničkih uređaja) direktno sa satelitima već je ostvareno u sklopu postojeće regulative. Satelit u takvoj komunikaciji ima ulogu centralne/bazne postaje za terminale u širokopojasnoj SRD mreži. Nekoliko je prednosti takvog povezivanja:

- Povezivanje udaljenih područja bez adekvatne zemaljske infrastrukture tj. osnovnih postaja podatkovnih SRD mreža i daljnjeg usmjeravanja prometa (*Backhauling*). Takva područja se u Europi i Hrvatskoj svode na planinska, šumska i nenastanjena područja, ali i područja mora i oceana.
- Omogućeno je globalno pokrivanje, odnosno globalni *roaming* za primjene za koje je to važno zbog prirode aktivnosti.
- Smanjuje rizike i poboljšava sigurnost na opasnim ili nepristupačnim mjestima ili nakon prirodnih katastrofa kada je zemaljska infrastruktura nefunkcionalna.

Iako se ne svrstavaju u D2D komunikaciju, od značaja su i satelitska IoT rješenja koja koriste dedikirani frekvencijski pojas namijenjen za pokretnu satelitsku službu (MSS u frekvencijskim pojasevima 150 i 400 MHz⁴⁶), koja također doživljavaju procvat posljednjih godina. Međutim, osnovna razlika je u zemaljskim terminalima koji su kod D2D mreža dio već postojeće zemaljske infrastrukture (tehnološki napredak na samim satelitima omogućava direktnu povezivost), dok su kod postojećih satelitskih IoT rješenja zemaljski terminali prilagođeni izravno satelitskoj komunikaciji.

D2C je nešto uži pojam koji se se odnosi na direktno povezivanje satelitske mreže s korisničkim terminalom u zemaljskoj pokretnoj mreži tj. pametnim/pokretnim telefonom. Među prvim takvim primjerima bila je usluga žurne poruke s *Apple iPhone 14* uređaja preko Globalstarove pokretne satelitske mreže u dijelu spektra namijenjenom za pokretnu satelitsku službu (MSS)⁴⁷. Usluga je uvedena krajem 2022. u SAD-u i Kanadi, a sredinom 2025. dostupna je u 17 država širom svijeta. Nedugo zatim T-Mobile US i SpaceX dogovorili su suradnju s ciljem ostvarivanja pune povezivosti pametnih/pokretnih telefona na području SAD-a i na područjima gdje ne postoji adekvatno pokrivanje zemaljske MFCN (LTE) mreže. SpaceX je svoju drugu generaciju satelita (Gen2) unaprijedio na način da funkcioniraju kao eNB osnovne postaje u svemiru koristeći IMT (*International Mobile Telecommunications*) spektar namijenjen za zemaljsku pokretnu i nepokretnu komunikacijsku mrežu dodijeljen T-Mobile US-u na području SAD-a. Prva testiranja započela su u 2023., usluga slanja tekstualnih poruka dostupna je od 2024., dok bi prijenos podataka, a kasnije i govora, trebao biti dostupan tijekom 2025. što bi osiguralo punu povezivost standardnih pokretnih telefona. Američki regulator FCC (*Federal Communications Commission*)

⁴⁶

https://www.hakom.hr/UserDocsImages/op%C4%87e%20dozvole%20prosinac%202009.g/Opc_a_dozvola_83a.pdf.
Satelitski sustavi u: <https://docdb.cept.org/download/4675>

⁴⁷

https://www.hakom.hr/UserDocsImages/op%C4%87e%20dozvole%20prosinac%202009.g/Opc_a_dozvola_129a.pdf;
Podjela spektra između Iridiuma i Globalstara temeljem FCC odluke: <https://fcc.report/IBFS/SAT-MOD-20080516-00106/679578.pdf>

odobrio je regulatorni okvir⁴⁸ za D2C početkom 2023. potaknut upravo dogovorom SpaceX-a i T-Mobile US-a. Američki primjer slijedile su geografski izoliranije zemlje poput Australije. Europske zemlje su, u trenutku pisanja ovog strateškog plana, još u procesu donošenja vlastite regulacije.

Sličan primjer suradnje mobilnog operatora i satelitske kompanije je i onaj između Vodafone-a i satelitske kompanije AST Mobile. AST Mobile jedan je od uspješnijih *startupova* koji je preko svojih BlueWalker i BlueBird satelita ostvario prvu direktnu vezu između satelita i nemodificiranog pametnog telefona (2023.).

U primjeru SAD-a ili Australije, regulacija otvaranja IMT spektra za D2C komunikaciju bitno je jednostavnija nego što je to slučaj sa zemljama u Europi. Naime IMT spektar, odnosno spektar za MFCN mreže, dodjeljuje se na javnim dražbama u svakoj od država zasebno što rezultira s mozaičnom tj. šarolikom raspodjelom frekvencijskih blokova dodijeljenih različitim operatorima na geografski relativno malom području. To znači da je tehnički teško izvedivo kontinuirano pokrivanje razmjerno malih geografskih područja koje satelit u LEO ili VLEO (*Very Low Earth Orbit*) orbiti preleti u svega nekoliko sekundi, odnosno postoji velika vjerojatnost smetnji zemaljskim MFCN sustavima u susjednim geografskim područjima tj. državama. Iz navedenog razloga korištenje IMT pojaseva za D2C komunikaciju u Europi zahtijeva nova tehnološka ili regulatorna rješenja primjerice korištenje dijelova IMT spektra koji još nisu dodijeljeni u većem broju zemalja. Iz tog razloga D2C komunikacija izglednija je u frekvencijskim pojasevima namijenjenim za MSS, koji su bliski IMT frekvencijskim pojasevima, pa stoga i podržani od strane korisničkih MFCN terminala.

Iako se radi o zasebnoj tematici iz područja satelitskih komunikacija, pitanje produljenja dozvola unutar Europske Unije za MSS spektar u 2 GHz⁴⁹, zanimljivo je i u kontekstu prethodno navedene problematike pružanja D2C usluga. Naime, navedeni spektar Europska komisija je dodijelila⁵⁰ 2009. tvrtkama Inmarsat Ventures Ltd. i Solaris Mobile Ltd. na rok od 18 godina (do 12.5.2027.) pa se na različitim tijelima EU u trenutku pisanja ovog strateškog plana raspravlja o toj temi. Mogućnosti su: produljenja ovih dozvola, ponovna dodjela cijelog pojasa ili nekih njegovih dijelova za nove primjene što može uključivati i D2C usluge. Republika Hrvatska je pristupanjem EU 2013. preuzela obveze o dodjeli ovog pojasa, a navedeni frekvencijski pojas za korisničke MSS terminale izuzet je od potrebe ishodovanja pojedinačnih dozvola izdavanjem opće dozvole OD-173a⁵¹. Tvrtka Inmarsat Ventures je od sredine 2023. u vlasništvu američke satelitske kompanije Viasat, a ovaj frekvencijski pojas koristi za pružanje usluga širokopojasnog pristupa na zrakoplovima (EAN – *European Aviation Network*). Tehnički se povezivost zrakoplova ostvaruje putem satelita, ali i putem mreže zemaljskih stanica koje su povezane s internetskom mrežom – tzv. komplementarna zemaljska sastavnica (CGC – *Complementary Ground Component*). HAKOM je izdao pojedinačne dozvole za CGC radijske postaje na 6 lokacija u Republici Hrvatskoj. S druge strane, tvrtku Solaris Mobile je početkom 2014. kupila američka kompanija Echostar te je tako nastala tvrtka Echostar Mobile koja je nastavila pružati klasične MSS usluge u

⁴⁸ https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-23-22A1_Rcd.pdf

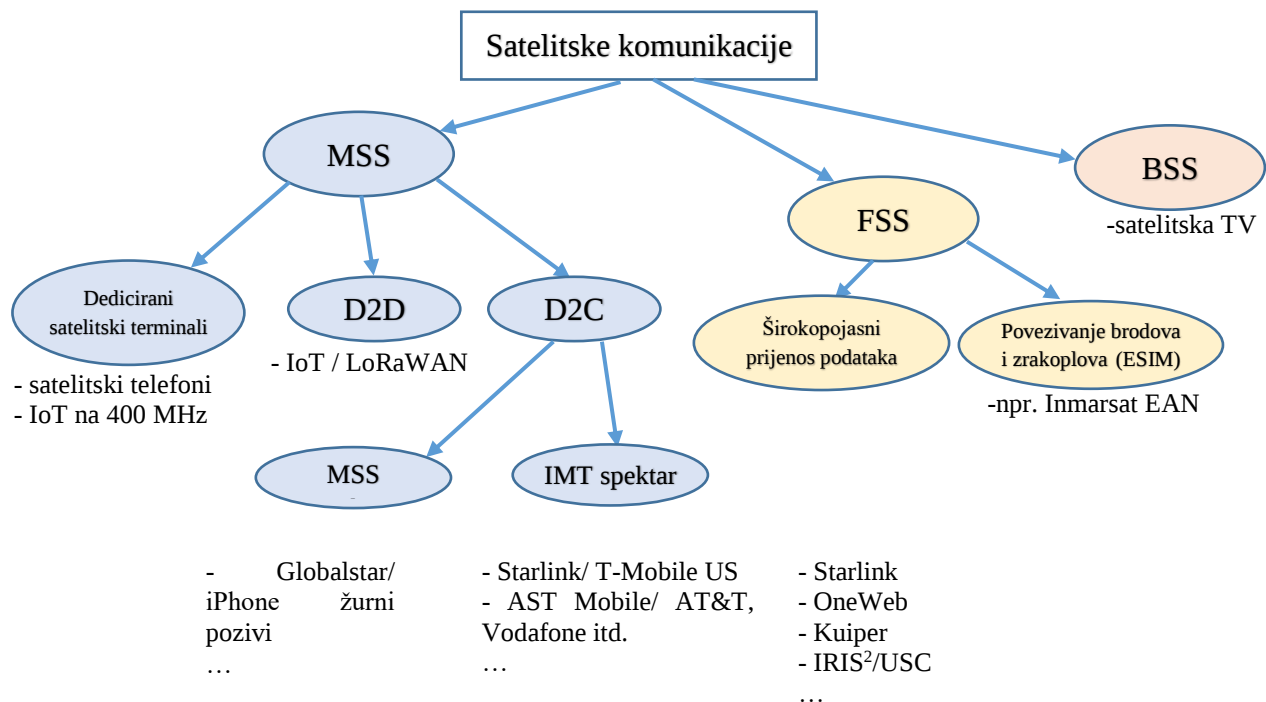
⁴⁹ Frekvencijski pojas 1980-2010 MHz upareno sa 2170-2200 MHz, podijeljen na dva 2x15 MHz bloka

⁵⁰ Odluke: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008D0626> i <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32009D0449>

⁵¹

https://www.hakom.hr/UserDocsImages/op%C4%87e%20dozvole%20prosinac%202009.g/Opc_a_dozvola_173a.pdf

ovom frekvencijskom pojasu. U rujnu 2025. javno je obznanjen ugovor o prodaji globalnih prava Echostara na spektar u S pojasu (2 GHz) SpaceX-u. To dodatno potvrđuje važnost MSS spektra za D2C povezivanje.



Slika 4. Prikaz podjele satelitskih komunikacija

Prethodno spomenuti razvoj na području satelitskih komunikacija vezan je za velike ekonomije i države s već razvijenom satelitskom industrijom. Nije realno očekivati da zemlje poput Hrvatske ili tvrtke iz Hrvatske mogu imati aktivnu ulogu u razvoju ovih komunikacijskih rješenja, osim eventualno u sklopu EU. Svejedno, s korisničke strane, usluge koje se razvijaju imaju veliki potencijal za unapređivanje komunikacijskih potreba krajnjih korisnika. S obzirom da se nalazimo u periodu konvergencije satelitskih i pokretnih usluga, HAKOM je svjestan izazova koji ta konvergencija donosi s tržišnog ili sigurnosnog aspekta. Usprkos tome HAKOM je mišljenja da ova komunikacijska rješenja nisu konkurencija postojećim zemaljskim operatorima nego, uz odgovarajući regulatorni okvir, dodana vrijednost za krajnje korisnike.

Slijedom navedenog, vezano uz globalne satelitske komunikacije HAKOM planira:

1. Podržati nastojanja međunarodnih satelitskih kompanija ukoliko se ukaže potreba za izgradnjom dopunske zemaljske infrastrukture
2. U suradnji s operatorima javnih pokretnih komunikacijskih mreža razmatrati tehnička rješenja s ciljem omogućavanja D2C usluga, kako bi se osigurala što kvalitetnija pokrivenost Hrvatske širokopojasnim komunikacijskim mrežama
3. Aktivno sudjelovati u projektima EU, poput IRIS²/USC, s ciljem razvoja europskih komunikacijskih rješenja realiziranih satelitskim mrežama u niskim orbitama

4. Pravovremeno izmijeniti ili donositi novu regulativu kako bi se krajnjim korisnicima na čim jednostavniji način omogućio pristup navedenim uslugama, imajući pri tom u vidu zaštitu tržišnog natjecanja i sigurnost hrvatskih građana

6.8. Izloženost javnosti elektromagnetskim poljima

Ministarstvo zdravstva nadležno je za provođenje mjera zaštite stanovništva od elektromagnetskih polja (EMP) sukladno Zakonu o zaštiti od neionizirajućeg zračenja i Pravilniku o zaštiti od elektromagnetskih polja (Pravilnik Ministarstva zdravstva). Pravilnikom Ministarstva zdravstva propisana je kontrola razina EMP-a u okolini izvora EMP-a, odnosno propisane su granične vrijednosti razina EMP-a, uvjeti koji moraju biti ispunjeni prilikom projektiranja, postavljanja i uporabe izvora EMP-a, te postupak izrade proračuna i provođenja prvih i periodičkih mjerenja razina EMP-a. Proračun, prva mjerenja i periodička mjerenja EMP-a provode isključivo tvrtke ovlaštene od Ministarstva zdravstva. Propisane granične vrijednosti za javno područje temelje se na preporuci⁵² Vijeća Europske unije, a dodatno je uveden pojam područja povećane osjetljivosti za koje su propisane strože granične razine.

HAKOM također kontrolira izloženost stanovništva EMP-u, odnosno osigurava usklađenost radijskih postaja kao izvora EMP-a s propisanim graničnim vrijednostima. ZEK-om je propisana obaveza ograničenja vrijednosti veličina EMP-a u skladu s propisima kojima se uređuje zaštita od neionizirajućeg zračenja. Posebni uvjeti postavljanja i uporabe radijskih postaja te način i uvjeti obavljanja proračuna i mjerenja vrijednosti EMP-a propisani su Pravilnikom o posebnim uvjetima postavljanja i uporabe radijskih postaja (Pravilnik HAKOM-a). Dopuštene razine EMP-a u Pravilniku HAKOM-a preuzete su iz Pravilnika Ministarstva zdravstva, a proračun i mjerenja EMP-a može obavljati HAKOM ili pravna osoba koja je pribavila posebno ovlaštenje HAKOM-a.

Usklađenost radijskih postaja kao izvora EMP-a s propisanim graničnim vrijednostima HAKOM potvrđuje se na dva načina:

- izdavanjem pojedinačne dozvole odnosno odobrenja za uporabu RF spektra za pojedinu radijsku postaju s točno propisanim tehničkim parametrima koji osiguravaju usklađenost s propisanim graničnim vrijednostima, na temelju obavljenih proračuna i/ili mjerenja EMP-a
- izdavanjem potvrde na temelju prijave podataka, obavljenih proračuna i/ili mjerenja EMP-a za radijske postaje u digitalnim radiodifuzijskim mrežama i mrežama javnih pokretnih komunikacija koje rade na temelju dozvole za uporabu RF spektra

Informiranje i educiranje javnosti u vezi EMP-a su jedne od dodatnih aktivnosti u kojima HAKOM surađuje s Ministarstvom zdravstva, Ministarstvom mora, prometa i infrastrukture (MMPI), Hrvatskim zavodom za javno zdravstvo i Nastavnim zavodom za javno zdravstvo „Dr. A. Štampar“. Zabrinutost zbog EMP-a radijskih postaja, kao što su bazne postaje mobilnih operatora ili radarski sustavi, predstavlja prepreku u razvoju novih tehnologija te može rezultirati neadekvatnim odabirom lokacija postavljanja radijskih postaja bez utjecaja na izloženost EMP-u.

⁵² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TEXT/PDF/?uri=CELEX:31999H0519>

Na internetskim stranicama HAKOM-a⁵³ dostupne su informacije o izloženosti EMP-a, a u sklopu GIS portala⁵⁴ rezultati kontrolnih mjerenja razina EMP-a obavljenih od strane HAKOM-a.

Slijedom navedenog, HAKOM vezano uz pitanje EMP-a HAKOM planira:

1. Objavljivati podatke o proračunima i mjerenjima EMP-a ovlaštenih tvrtki
2. Sudjelovati u edukaciji javnosti o načinu rada novih tehnologija i njihovom utjecaju na razine EMP-a u okolišu
3. Pratiti aktivnosti unutar EK-a na temu ažuriranja preporuka o izlaganju o EMP-u i utjecaju izmjena na implementaciju bežičnih tehnologija
4. Analizirati mogućnost uvođenja periodičnih izvještaja o stanju EMP-a na nacionalnoj razini
5. Analizirati i ažurirati zakonodavni okvir i dokumentaciju za procjenu EMP-a

6.9. Uporaba repetitora i pojačivača signala u mrežama pokretnih komunikacija

Dostupnost usluge u javnim mrežama pokretnih komunikacija danas se smatra bitnim dijelom svakodnevnog života te se očekuje da mobilni uređaji mogu pouzdano raditi gdje god se korisnik nalazi. Iako su javne mreže pokretnih komunikacija na visokom stupnju razvoja i dalje postoje područja (npr. ruralna područja, tuneli, tvorničke hale, uredi i drugi zatvoreni prostor) koja nisu zadovoljavajuće pokrivena.

Poboljšanje pokrivanja na takvim područjima i omogućavanje veće razine dostupnosti usluga može se ostvariti na više načina npr. korištenjem Voice i SMS over WiFi funkcionalnosti na mobilnom uređaju uz pretpostavku postojanja fiksnog ili mobilnog (moguće izvedenog pomoću vanjske prijamne antene) širokopojasnog priključka, uporabom distribuiranih antenskih sustava (DAS) ili korištenjem specifičnih uređaja koji koriste RF spektar kao što su femtoćelije, repetitori i pojačivači signala.

Prema ZEK-u, svi uređaji koji koriste RF spektar namijenjen javnim mrežama pokretnih komunikacija moraju biti certificirani, stručno i propisno postavljeni kako ne bi uzrokovali smetnje i rezultirali prekidima poziva, slabijim prijemom signala i smanjenjem silazne brzine. U skladu s važećim dozvolama za uporabu RF spektra mobilni operatori su jedini koji ovlašteno mogu puštati u rad uređaje koji koriste RF spektar što podrazumijeva i puštanje u rad femtoćelija, repetitora i pojačivača signala.

U posljednje vrijeme zabilježen je povećan broj slučajeva neovlaštenog korištenja repetitora i pojačivača signala, često i bez znanja kako je uporaba kupljenog uređaja nezakonita. Kako bi se izbjeglo navedeno, a krajnjim korisnicima omogućila bolja dostupnost usluge, u skladu s regulatornim okvirom, HAKOM će analizirati druge načine autorizacije uporabe repetitora i

⁵³ <https://www.hakom.hr/hr/utjecaj-elektromagnetskih-polja-emp/60>

⁵⁴ <https://ekarta.hakom.hr/portal/apps/sites/#/interaktivni-gis-portal>

pojačivača signala u javnim mrežama pokretnih komunikacija. U skladu s postojećem praksom u EU i potencijalnim rješenjima analiza će obuhvatiti:

- Uporabu repetitora i pojačivača signala na temelju opće dozvole za uporabu RF spektra
- Postavljanje i uporabu repetitora i pojačivača signala uz ishođenje suglasnosti od mobilnog operatora
- Prijavu lokacije postavljanja repetitora i pojačivača signala
- Kombinaciju gore navedenog

Pri izradi mogućeg novog regulatornog okvira za uporabu repetitora i pojačivača signala u javnim mrežama pokretnih komunikacija HAKOM će svakako uzeti u obzir moguće neželjene učinke na kvalitetu usluge kao posljedicu rada repetitora i pojačivača signala te osigurati odgovarajuću zaštitu od smetnji u frekvencijskim pojasevima namijenjenim javnim mrežama pokretnih komunikacija kao i susjednim frekvencijskim pojasevima. Novim regulatornim okvirom mogu se propisati uvjeti uporabe za određene tipove uređaja (uređaj prilagođen na frekvencije pojedinog operatora ili uređaj s konstantnim pojačanjem bez opcije dekodiranja signala), uporaba uređaja isključivo u zatvorenom prostoru, tehničke karakteristike uređaja kao što su izračena snaga, obaveza funkcionalnosti kao što su automatsko prebacivanje u stanje pripravnosti kada na uređaj nema spojenih korisnika ili anti oscilatorni mehanizam itd.

Slijedom navedenog, vezano uz uporabu repetitora i pojačivača signala u javnim mrežama pokretnih komunikacija HAKOM planira:

1. Analizirati postojeći regulatorni okvir i predložiti moguća poboljšanja
2. Pratiti aktivnosti na razini Europske komisije
3. Po potrebi izmijeniti pravni okvir u svrhu implementacije konačnog rješenja

6.10. Radijska oprema

Razvoj tržišta elektroničkih komunikacija u Republici Hrvatskoj snažno je povezan s dostupnošću i pravilnom uporabom radijske opreme, koja koristi RF spektar za prijenos signala. U kontekstu sve veće povezanosti uređaja, rastuće digitalizacije i uvođenja novih generacija mobilnih mreža (5G i budućeg 6G), radijska oprema zauzima središnje mjesto u ekosustavu bežične komunikacije.

S obzirom na to da radijska oprema koristi RF spektar, često u dijeljenim i nelicenciranim frekvencijskim pojasevima, nužno je osigurati tehničku usklađenost, regulatornu transparentnost i kompatibilnost s nacionalnim i europskim pravilima. Posebna pozornost posvećuje se uređajima kratkog dometa (SRD), WiFi opremi, opremi za bežično upravljanje, IoT uređajima, komunikacijskim modulima u vozilima, pametnim brojilima i brojnim drugim primjenama koje se oslanjaju na spektralne resurse.

U cilju osiguravanja spektralne kompatibilnosti i zaštitu primarnih korisnika RF spektra potrebno je kontinuirano pratiti i usklađivati uvjete uporabe kako bi se izbjegle smetnje postojećim sustavima (npr. mobilnim mrežama, zrakoplovnim komunikacijama, sigurnosnim službama). Direktiva o radijskoj opremi (RED – *Radio Equipment Directive*) te provedbeni akti Europske

komisije i ECC preporuke su temeljni dokumenti kojima su propisani tehnički uvjeti kojima mora udovoljavati radijska oprema koja se uvozi na EU tržište.

Slijedom navedenog, vezano uz radijsku opremu HAKOM planira:

1. Harmonizirati uporabu RF spektra s EU okvirom (potpuno usklađivanje s RED direktivom i provedbenim aktima EU)
2. Pratiti tržišta i suzbijati uporabu neusklađene opreme nadzorom tržišta kako bi se spriječio ulazak i uporaba radijske opreme koja ne udovoljava tehničkim uvjetima i može uzrokovati smetnje ili sigurnosne rizike.
3. Aktivno sudjelovati u radu ECC i EU tijela zaduženih za radijsku opremu

7. Kratice

Skraćenica	Puni naziv
3GPP	<i>3rd Generation Partnership Project</i>
ACM	<i>Adaptive Coding and Modulation</i>
ADS-B	<i>Automatic Dependent Surveillance-Broadcast</i>
AEM	Agencija za elektroničke medije
AI	<i>Artificial Intelligence</i>
AIS	<i>Automatic Identification System</i>
ASA	<i>Automatic Safety Alert</i>
ATPC	<i>Automatic Transmit Power Control</i>
AVC	<i>Advanced Video Coding</i>
BEREC	<i>Body of European Regulators for Electronic Communications</i>
BSS	<i>Broadcasting Satellite Service</i>
CEPT	<i>Conférence Européenne des Postes et des Télécommunications</i>
CGC	<i>Complementary Ground Component</i>
CPDLC	<i>Controller-Pilot Data Link Communications</i>
CPG	<i>Conference Preparatory Group</i>
C-PMSE	<i>Cognitive Program Making and Special Events</i>
CSMA/CA	<i>Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance</i>
D2C	<i>Direct-to-Cell (Cellular)</i>
D2D	<i>Direct-to-Device</i>
DAB	<i>Digital Audio Broadcasting</i>
DAS	<i>Distributed Antenna System</i>
DDPP	<i>Digital Decade Policy Programme</i>
DECT	<i>Digital Enhanced Cordless Telecommunications</i>
DFS	<i>Dynamic Frequency Selection</i>
DME	<i>Distance Measuring Equipment</i>
DMR	<i>Digital Mobile Radio</i>
DTT	<i>Digital Terrestrial Television</i>
DTV	Digitalna zemaljska televizija
DVB-T2	<i>Digital Video Broadcasting – Terrestrial (Second Generation)</i>
EAN	<i>European Aviation Network</i>
EASA	<i>European Union Aviation Safety Agency</i>
ECC	<i>European Communications Committee</i>
ECP	<i>European Common Proposal</i>
EECC	<i>European Electronic Communications Code</i>
EESS	<i>Earth Exploration Satellite Service</i>
EK	Europska komisija
EMP	Elektromagnetsko polje
eNB	<i>Evolved Node B</i>

ENG/OB	<i>Electronic News Gathering/Outside Broadcast</i>
ESA	<i>European Space Agency</i>
ESIM	<i>Earth Stations In Motion</i>
ETSI	<i>European Telecommunications Standards Institute</i>
EU	<i>Europska Unija</i>
FCC	<i>Federal Communications Commission</i>
FM	<i>Frequency Modulation</i>
FPV	<i>First Person View</i>
FSS	<i>Fixed Satellite Service</i>
FTA	<i>Free-To-Air</i>
GEO	<i>Geostationary Earth Orbit</i>
GIS	<i>Geografski informacijski sustav</i>
GMDSS	<i>Global Maritime Distress and Safety System</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
HAPS	<i>High Altitude Platform Stations</i>
HEVC	<i>High Efficiency Video Coding</i>
HRS	<i>Hrvatski radioamaterski savez</i>
HRT	<i>Hrvatska radiotelevizija</i>
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>
ICT	<i>Information and communication technology</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IEM	<i>In-Ear Monitor</i>
ILS	<i>Instrument Landing System</i>
IMO	<i>International Maritime Organization</i>
IMT	<i>International Mobile Telecommunications</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
IPTV	<i>Internet Protocol Television</i>
IRIS ²	<i>Infrastructure for Resilience, Interconnectivity and Security by Satellite</i>
ISM	<i>Industrial Scientific Medical</i>
ITU	<i>International Telecommunications Union</i>
ITU-R	<i>International Telecommunications Union - Radiocommunication Sector</i>
LEO	<i>Low Earth Orbit</i>
LPI	<i>Low Power Indoor</i>
LSA	<i>Licensed Shared Access</i>
LTE	<i>Long Term Evolution</i>
MAC	<i>Media Access Control</i>
MEO	<i>Medium Earth Orbit</i>
MFCN	<i>Mobile/Fixed Communication Network</i>

MIMO	<i>Multiple Input Multiple Output</i>
MMPI	<i>Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture</i>
MSS	<i>Mobile Satellite Service</i>
NSA	<i>Non-Standalone</i>
NTN	<i>Non-Terrestrial Networks</i>
OTT	<i>Over-The-Top (Media Service)</i>
PMR	<i>Professional Mobile Radio</i>
PMSE	<i>Program Making and Special Events</i>
PPDR	<i>Public Protection and Disaster Relief</i>
PSM	<i>Public Service Media</i>
P-t-MP	<i>Point-To-Multi Point</i>
P-t-P	<i>Point-To-Point</i>
QoS	<i>Quality of Service</i>
RAS	<i>Radio Astronomy</i>
RED	<i>Radio Equipment Directive</i>
RF	<i>Radiofrekvencijski</i>
RFID	<i>Radio-frequency Identification</i>
RR	<i>Radio Regulations</i>
RSC	<i>Radio Spectrum Committee</i>
RSPG	<i>Radio Spectrum Policy Group</i>
SA	<i>Standalone</i>
SAD	<i>Sjedinjene Američke Države</i>
SFN	<i>Single Frequency Network</i>
SNG	<i>Satellite News Gathering</i>
SRD	<i>Short Range Device(s)</i>
SSID	<i>Service Set Identifier</i>
TETRA	<i>Trans-European Trunked Radio</i>
UAS	<i>Unmanned Aircraft System</i>
UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i>
USC	<i>Union Secure Connectivity</i>
UWB	<i>Ultra Wide Band</i>
VHF	<i>Very High Frequency</i>
VLEO	<i>Very Low Earth Orbit</i>
VLP	<i>Very Low Power</i>
VOR	<i>VHF Omnidirectional Range</i>
VTs	<i>Vessel Traffic Services</i>
WAS/RLAN	<i>Wireless Access System/Radio Local Area Network</i>
WMAS	<i>Wireless Multi-Channel Audio Systems</i>
WRC	<i>World Radiocommunication Conference</i>

XPIC	<i>Cross Polarization Interference Cancellation</i>
ZEK	Zakon o elektroničkim komunikacijama