



Viestintävirasto

Radiotaajuuksien kysyntä tulevaisuudessa

Viestintäviraston raportti 2010

2010

Sisällys

Yhteenveto	4
0.1 Matkaviestin- ja viranomaisradioverkot sekä rautateiden GSM-R-verkko	4
0.2 Laajakaistaiset langattomat liityntäverkot	4
0.3 Langattomat lähiverkot (WAS, RLAN, BFWA).....	4
0.4 Joukkoviestintäverkot	5
0.5 Radiolinkit.....	5
0.6 Satelliittiliikenne	5
0.7 Yksityiset radioverkot (PMR), radiomodeemiverkot, radio-ohjaimet ja radiomikrofonit	6
0.8 Merenkulun radioliikenne	6
0.9 Ilmailun radioliikenne.....	6
0.10 Radioamatööriliikenne	7
0.11 Muut radiolaitteet	7
0.12 Luvanvaraisuudesta vapautetut radiolähettimet	7
0.13 Johtopäätökset.....	7
1 Johdanto	8
2 Radiotaajuudet ja niiden käyttö	8
3 Matkaviestinverkot	9
3.1 Taajuusalue 450 MHz	10
3.2 Taajuusalue 800 MHz	10
3.3 Taajuusalue 900 MHz	10
3.4 Taajuusalue 1 800 MHz.....	10
3.5 Taajuusalue 2 GHz	10
3.6 Taajuusalue 2,6 GHz	11
3.7 Taajuusalue 3,5 GHz	11
3.8 Tutkimus-, tuotekehitys- ja opetuskäyttöön osoitetut taajuudet	11
3.9 Matkaviestinverkkojen taajuustarpeen kehitys.....	11
4 Rautateiden GSM-R-verkko	11
5 Viranomaisradioverkot	12
6 Laajakaistaiset langattomat liityntäverkot	12
6.1 Verkkoratkaisut	12
6.2 Verkkojen tekniikka	12
6.3 Luvanvaraisille langattomille liityntäverkoille osoitetut taajuudet ja liityntäverkkojen taajuustarpeen kehitys	12
7 Langattomat lähiverkot (WAS, RLAN, BFWA)	13
7.1 Verkkoratkaisut	13
7.2 Luvasta vapautetuille langattomille lähiverkoille osoitetut taajuudet ja taajuustarpeen kehitys	13
8 Joukkoviestintäverkot	14
8.1 Ääniradioverkot	14
8.2 Televisio.....	14
9 Radiolinkit	15
9.1 Radiolinkkien käyttö	15
9.2 Radiolinkkien taajuusalueet	15
9.3 Taajuustarpeen kehitys ja ennuste laitemäärän kehityksestä	16
9.4 Radiolinkkien luvanvaraisuus	16
10 Satelliittiliikenne	16
10.1 Kiinteä satelliittiliikenne	16
10.2 Siirtyvä satelliittiliikenne.....	16
10.3 Radionavigointisatelliittiliikenne	16
10.4 Satelliittijärjestelmät, jotka käyttävät maanpäällisiä asemia	17
10.5 Taajuustarpeen kehitys	17

11 Yksityiset radioverkot (PMR), radiomodeemiverkot, radio-ohjaimet ja radiomikrofonit	17
11.1 PMR-verkot	17
11.2 Radiomodeemiverkot	18
11.3 Radio-ohjaimet.....	18
11.4 Radiomikrofonit ja kuunteluapuvälineet.....	18
11.5 Taajuudet.....	18
11.6 Ennuste taajuustarpeen ja laitemäärän kehityksestä	19
11.7 Yksityisten radiopuhelinverkkojen, kauko-ohjaus- ja datasiirtoverkkojen sekä radio-ohjausverkkojen luvanvaraisuus.....	19
12 Merenkulun radioliikenne	20
12.1 Meri-VHF.....	20
12.2 Merenkulun LF-, MF- ja HF-alueiden käyttö	20
12.3 Ennuste laitemäärän kehityksestä.....	20
12.4 Merenkulun radioliikenteen luvanvaraisuus	20
13 Ilmailun radioliikenne	21
13.1 Ilmailun LF-, MF- ja HF-alueiden käyttö.....	21
13.2 Ilmailun VHF-alueen käyttö.....	21
13.3 Taajuustarpeen kehitys ja ennuste laitemäärän kehityksestä	21
13.4 Ilmailun radionavigointiliikenne	21
14 Radioamatööri liikenne	22
15 Ympäristön kaukokartoitus ja -valvonta	22
15.1 Automaattiset havaintoasemaverkot	22
15.2 Radiosondit ja säätutkat.....	22
15.3 Sää- ja ympäristösatelliitit.....	22
15.4 Tuuli- ja radioakustiset keilaimet	22
15.5 Aallonmittauspoijut.....	22
15.6 Taajuustarve ja laitemäärät.....	22
16 Muut radiolaitteet	23
16.1 Muut radiolähettimet	23
16.2 Vastaanottimet	23
17 Luvasta vapautetut radiolähettimet	23
17.1 Luvasta vapaat radiolähettimet	23
17.2 Uudet luvasta vapaat radiolähettimet	23
17.3 Yhteenveto	23
18 Kognitiivinen radio	24
19 Luvanvaraisten radiolähettimien lukumääräinen kehitys	24
20 Taajuusmaksu	26
21 Radiolaitteiden markkinoillesaattamismenettely	26
22 Radiohäiriöt ja radiolaitteiden käytön valvonta	26

Liitteet

Liite 1: Radiotaajuuksien käyttö	27
Liite 2: Taajuuksien käyttö eri sovelluksille ja liikennelajeille	28
Liite 3: Luvasta vapautettujen radiolähettimien taajuuksien määrä	31
Liite 4: Radiotaajuuksien käytön suunnittelu.....	31
Liite 5: Taajuuksien käyttötarpeita koskeva sidosryhmien konsultointi Viestintävirastossa	33
Liite 6: Lyhenneluettelo.....	34

0 Yhteenvedo

Raportissa arvioidaan, miten eri radioliikenteiden ja langattomien sovellusten taajuuksien tarve ja radiolaitteiden lukumäärät kehittyvät tulevina vuosina vuoteen 2017 asti. Tavoitteena on varautua siihen, että radiotaajuuksia on saatavilla mahdollisimman hyvin vastaamaan kulloistakin kysyntää.

0.1 Matkaviestin- ja viranomaisradioverkot sekä rautateiden GSM-R-verkko

Taajuustarve

Matkaviestinverkot

- Matkaviestinverkkojen käytössä olevia ja matkaviestinverkkojen käyttöön varattuja taajuuksia on yhteensä 646 MHz. Lisäksi yhdessä langattomien liityntäverkkojen kanssa 3,5 GHz:n taajuusalueella on käytettävissä taajuuksia 180 MHz.
- Nyt käytössä olevat ja matkaviestin-käyttöön varatut taajuuskaistat riittävät vuoteen 2017 asti. Edellytyksenä on kuitenkin, että myös 800 MHz:n taajuuskaista on käytettävissä.

Viranomaisradioverkot

- Viranomaisradioverkoille varatusta 380–400 MHz:n kaistasta 60 % on osoitettu VIRVEN käyttöön. Vuoteen 2017 mennessä koko kaista on viranomaisradioverkkojen käytössä.
- Käytettävissä olevat taajuudet riittävät kapeakaistaisille ja myös ainakin osittain leveäkaistaisille viranomaisverkoille.
- Suurta tiedonsiirtokapasiteettia vaativien langattomien datasiirtosovelluksien määrän odotetaan kasvavan, joten myös muilta taajuusalueilta voi olla tarpeen osoittaa taajuuksia leveä- ja laajakaistaisien viranomaisradio-

verkkojen käyttöön. Leveäkaistaisille viranomaisverkoille taajuuksia tulisi osoittaa taajuväliltä 380–470 MHz. Myös laajakaistaisien viranomaisverkkojen taajuudet tulisi olla alle 1 GHz:n kaistoilla. Taajuuksia viranomaisten uusille radioverkoille on tarve etsiä jo 2010–2012, jotta uudet sovellukset ja radioverkot olisivat käytettävissä jo vuoden 2017 jälkeen. Samanaikaisesti tulee kuitenkin edelleen tutkia kaupallisten matkaviestinverkkojen käyttömahdollisuuksia viranomaisten kasvaviin laajakaistatarpeisiin.

Rautateiden GSM-R-verkko

- Käytettävissä olevat taajuudet riittävät rautateiden radioverkkojen tarpeeseen vuoteen 2017 asti.

Luvanvaraisuus

- Kaikkien matkaviestinverkkojen ja muiden uusien vastaavanlaisten radioverkkojen päätelaitteet vapautetaan tulevaisuudessakin luvista.
- Tukiasemälähtimet on syytä pitää luvanvaraisina edelleenkin. Radiolupa on työkalu, jonka avulla hallinnoidaan verkkojen käytettävissä olevia taajuuksia.
- Lupa tehdään yhteisesti verkon kaikille yksilöimättömille tukiasemälähtimille. Lähtimet yksilöidään luvassa vain, jos se on häiriöihin liittyvien syiden vuoksi tarpeen.

0.2 Laajakaistaiset langattomat liityntäverkot

Taajuustarve

- 3,5 GHz:n taajuusalue on käytössä niillä maantieteellisillä alueilla, joilla on liiketoimintamahdollisuuksia. Taajuuksia on tällä alueella käytettävissä 180 MHz yhdessä matkaviestinverkkojen kanssa.
- Kokonaisuutena laajakaistaisien langattomien liityntäverkkojen taajuudet riittävät, etenkin, koska näiden verkkojen taajuuksien kysyntä ei ole kasvanut matkaviestinverkkojen peittoalueiden, datanopeuksien kasvun ja verkkojen laadun parantumisen myötä.

Luvanvaraisuus

- Kiinteille keskusasemille tehdään verkko kohtaista taajuussuunnittelua ja ne ovat luvanvaraisia.
- Lupa kannattaa säilyttää työkaluna, jolla hallinnoidaan laajakaistaisien langattomien liityntäverkkojen taajuuksien käyttöä.

0.3 Langattomat lähiverkot

Taajuustarve

- Käytettävissä olevat taajuudet riittävät vuoteen 2017 asti. Langattomien lähiverkkojen käyttöön osoitetun 5 GHz:n taajuusalueen käyttö ei ole kasvanut odotetusti.

- Uusi käyttöön otettu 5,8 GHz:n taajuusalue mahdollistaa pidempien siirtoyhteyksien tarjonnan luvasta vapailla taajuusalueilla.

Luvanvaraisuus

- Kaikki 2,4 GHz:n ja 5 GHz:n verkkojen laitteet on vapautettu radioluvasta eikä lähettimien käytöstä peritä taajuusmaksua. Myös uusi 5,8 GHz:n alue on tarkoitettu luvasta vapautetuille laitteille.

0.4 Joukkoviestintäverkot

Taajuustarve

- Ääniyleisradion taajuustarpeessa ei tapahdu merkittäviä muutoksia vuoteen 2017 mennessä.
- Digitaaliseen jakeluun siirtymisen jälkeen tv-taajuuksia on vapautunut käytettäväksi myös muuhun kuin joukkoviestintään.
- Televisiotoiminnan siirtyminen laajakaistaisiin verkkoihin saattaa tulevaisuudessa vähentää ilmateitse tapahtuvan televisiojakelun taajuustarvetta.

Luvanvaraisuus

- Joukkoviestintäverkkojen lähettimille on tehtävä lähetinkohtainen taajuussuunnittelu. Ne on tämän vuoksi pidettävä luvanvaraisina.

0.5 Radiolinkit

Taajuustarve

- Radiolinkkien siirtokapasiteetti ja taajuustarve kasvavat merkittävästi vuoteen 2017 mennessä. Nyt käytössä olevien alle 25 GHz:n radiolinkkikaistojen lisäksi käyttöön otetaan nykyistä enemmän radiolinkkikaistoja ylempiltä taajuusalueilta.
- Radiolinkkilähettimien määrän kasvu on ollut parina viime vuonna odotettua nopeampaa matkaviestinverkkojen lisääntyneen kapasiteettitarpeen vuoksi. Kasvu parina viime vuonna on ollut noin 10 % ja linkkien lukumäärä vuonna 2009 oli noin 19 000. Tämän lisäksi runsaasti linkkejä on muutettu teknisesti siten, että samassa kanavassa voidaan siirtää moninkertainen kapasiteetti, jolloin muutos ei näy lisääntyneenä lupamääränä.
- Radiolinkkien käyttöön varatut taajuudet riittävät vastaamaan arvioituun kasvutarpeeseen vuoteen 2017 saakka. Tämä edellyttää kuitenkin taajuuskanavointien muuttamista leveämmäksi niillä taajuusalueilla, joilla se on mahdollista. Lisäksi eräillä alueilla on pulaa joidenkin taajuusrasterien kanavista.

Luvanvaraisuus

- Radiolinkeille on tehtävä tapauskohtainen taajuussuunnittelu. Radiolinkkilähettimet on tämän vuoksi pidettävä tulevaisuudessakin luvanvaraisina.
- On mahdollista, että kaikkein ylimmillä radiolinkkitaajuuksilla voidaan tulevaisuudessa käyttää sellaista linkkitekniikkaa, että taajuussuunnittelua ei tarvita. Tällöin nämä laitteet voidaan vapauttaa luvasta tai lupamenettelyä voidaan keventää.

0.6 Satelliittiliikenne

Taajuustarve

- Satelliittikäyttöön varatut taajuudet riittävät vuoteen 2017 asti.
- Luvanvaraisten satelliittimaa-asemien määrä säilyy nykyisellä tasolla; Suomessa on alle 40 luvanvaraista satelliittilähetysmaa-asemaa.

Luvanvaraisuus

- Useimmat satelliittiliikenteen päätelaitteet on vapautettu luvista.
- Luvanvaraisena pidetään pääasiassa vain sellaiset satelliittiliikenteen maa-asemat, jotka vaativat taajuussuunnittelua.

0.7 Yksityiset radioverkot (PMR), radiomodeemiverkot, radio-ohjaimet ja radiomikrofonit

Taajuustarve

- Radio-ohjaimien ja radiomodeemi-verkkojen laitemäärä kasvaa nykyisestä noin 16 500:sta noin 19 500:een vuoteen 2014 mennessä ja 20 500:een vuoteen 2017 mennessä.
- PMR-verkkojen tukiasemien määrän lasku on hidastunut ja se pysyy tulevaisuudessa nykyisellä vajaan 5 000 tukiaseman tasolla.
- Myös PMR-verkkojen liikkuvien asemien määrä pysyy tulevaisuudessa nykyisellä noin 86 000 tasolla.
- Radiomikrofonien ja kuunteluapuvälineiden käyttö kasvaa edelleen. Niillä alueilla, joilla nykyisin käytössä olevia 174–230 MHz:n, 790–822 MHz:n ja 854–862 MHz:n kaistoja ei voida enää käyttää toissijaisesti radiomikrofoneille ja kuunteluapuvälineille tv- tai matkaviestintäkäytön takia, laitteille on löydettävä korvaavat taajuuskaistat. Uusille taajuuksille siirtymisessä on otettava huomioon eurooppalainen harmonisointityö, teknologian kehitys ja kohtuullinen siirtymäaika.
- PMR-laitteille, radiomodeemeille ja radio-ohjaimille varatut taajuudet riittävät vuoteen 2017 asti. Radiomikrofoneille ja kuunteluapuvälineille on löydettävä uusia taajuuksia.

Luvanvaraisuus

Lähes kaikkien tässä tarkoitettujen verkkojen taajuuksien käyttö suunnitellaan

tapauskohtaisesti, joten lähettimien on oltava luvanvaraisia. Jos asiakas ei tarvitse häiriösuoja, hän voi käyttää luvasta vapaita taajuuksia.

0.8 Merenkulun radioliikenne

Taajuustarve

- Meriliikenteen ohjailun ja muiden merenkulun turvajärjestelmien kehittyminen aiheuttaa sen, että meriradioliikenteen taajuustarve lisääntyy jossain määrin tulevaisuudessa. Taajuuspäätökset tehdään Kansainvälisen televisiotähtiä ITUn radiokonferensseissa.

Luvanvaraisuus

- Alusten radiolaitteiden on oltava luvanvaraisia. Lupa on käytännöllinen väline radioliikennetunnuksen myöntämiseen ja pätevyystodistusta koskevien määräysten valvomiseen. Ulkomaille menevillä aluksilla radioluvan pakollisuudesta on säädetty ITUn radio-ohjesäännössä. Alusten radioasemien määrän arvioidaan pysyvän nykyisellään tulevina vuosina.
- Maihin kiinteästi sijoitetuille meriradiolaitteille on määrättävä tapauskohtaisesti käytettävät taajuudet, joten niiden on oltava luvanvaraisia.

0.9 Ilmailun radioliikenne

Taajuustarve

- Ilmailulle haetaan maailmanlaajuisesti lisää taajuuksia. Perinteisen miehitetyn lentoliikenteen taajuustarpeen lisäksi

lähitulevaisuudessa miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien sulauttaminen perinteisen lentoliikenteen sekaan vaatii myös lisätaajuuksia. Taajuuspäätökset tehdään ITUn radiokonferensseissa.

- Ilmailun maaradiolaitteita käytetään pääasiassa lentoliikenteen ohjaamiseen ja navigointiin (radionavigointijärjestelmät) sekä puheliikenteeseen lennonjohdon, ilmailuyritysten ja ilma-alusten välillä (VHF-järjestelmät). Myös yksityiset ilmailijat käyttävät VHF-radiolaitteita mm. purjelento- ja laskuvarjotoiminnassa.
- Näiden käyttäjäryhmien taajuuksien käytössä ei ole kuitenkaan lähivuosina, ennen kuin vuoden 2007 radiokonferenssissa päätetyt uudet ilmailun taajuusalueet tulevat käyttöön, tapahtunut merkittäviä muutoksia eikä niitä tapahtune näiden voimaantulevien muutosten jälkeen lähitulevaisuudessa.
- VHF-puheradiojärjestelmien tukiasemia on n. 200 ja liikkuvia asemia n. 600. Radionavigointijärjestelmien suunnistusmajakoita on n. 80, ILS-merkkilähettimeä n. 10, ILS-suuntasädelähettimeä n. 30, ILS-liukusädelähettimeä n. 30, VOR-monisuuntamajakoita n. 20 ja DME-etäisyydenmittauslaitteita n. 40.
- Ilma-alusten radioasemien lukumäärä on pysynyt hieman yli tuhatena asemana jo noin 20 vuotta. Määrän arvioidaan säilyvän tällä tasolla tulevaisuudessakin.

Luvanvaraisuus

- Ilmailutaajuuksilla toimivien radiolähettimien on oltava luvanvaraisia samoista syistä kuin merenkulun taajuuksilla toimivien radiolähettimien.

0.10 Radioamatööri liikenne

- Radioamatöörilupien määrä pysynee 6 000–7 000 välillä.
- Laite- ja taajuusmäärissä ei ole näkyvissä muutoksia.

Luvanvaraisuus

- Radioamatöörilähettimien on oltava luvanvaraisia. Lupa on käytännöllinen väline radioliikennetunnuksen myöntämiseen ja pätevyystodistusta koskevien määräysten valvomiseen.
- Osaan radioamatööri asemista taajuuksien käyttö suunnitellaan tapauskohtaisesti, joten niiden on oltava luvanvaraisia.

0.11 Muut radiolaitteet

- Muiden radiolaitteiden, kuten tutkien, radioastronomian ja ympäristön kaukokartoitukseen ja -valvontaan käytettävien radiolaitteiden lukumäärä on vähäinen eikä määrässä ole näkyvissä muutoksia.

0.12 Luvanvaraisuudesta vapautetut radiolähettimet

Taajuustarve

- Luvanvaraisuudesta vapautettaville laitteille tarvitaan lisää taajuuksia

teollisuuden, toimistoympäristön ja henkilökohtaisen lyhyen kantaman viestinnän tarpeisiin erityisesti yli 5 GHz taajuusalueilta.

- Käyttöön tulee UWB-laitteita, jotka toimivat samoilla taajuuksilla luvanvaraisten radiolaitteiden kanssa.
- Luvanvaraisuudesta on pääsääntöisesti vapautettava vain sellaisia laitteita, jotka toimivat kansainvälisesti tällaisille laitteille harmonisoiduilla taajuuksilla.
- Jo käytössä oleville taajuuksille tulevien luvanvaraisuudesta vapautettavien laitteiden teknisten ominaisuuksien on oltava sellaisia, että niiden muulle taajuuksien käytölle aiheuttamat häiriöt ovat riittävän vähäisiä.

0.13 Johtopäätökset Taajuuksien riittävyys

- Suomessa ei ole näkyvissä merkittävää taajuuspulaa seuraavan vajaan kymmenen vuoden aikana. Tämä koskee myös yleisen teletoiminnan taajuuksia. Matkaviestinverkkojen rakentaminen keskittyy tarkastelujakson alkupuolella kustannustehokkaasti hyödynnettäville alhaisille taajuuksille ja tämän jälkeen lisäkapasiteetin osalta korkeimmille taajuuksille.
- Kansainväliseen päätöksentekoon on vaikutettava siten, että yleisen teletoiminnan käytettävissä on riittävästi taajuuksia myös tulevaisuudessa ja että ilmailun ja merenkulun käyttöön turvataan niiden tarvitsemat taajuudet.

- Merkittäviin kansallisista syistä johtuviin taajuuksien uudelleenjärjestelyihin ei ole tarvetta.

- Alle 25 GHz:n taajuusalueen käyttö kasvaa huomattavasti vuoteen 2017 mennessä. Alle 25 GHz:lle voidaan sijoittaa vain sellaisia uusia radiojärjestelmiä, jotka voivat jakaa taajuuksien käytön jo tällä hetkellä taajuusalueita käyttävien järjestelmien kanssa. Muiden radiojärjestelmien sijoittaminen alle 25 GHz:lle edellyttää, että osa nykyisestä käytöstä siirtyy ylemmille taajuuksille. Radiolaitteista yli 99 % on vielä vuonna 2017 alle 25 GHz:n taajuusalueella.

- Luvasta vapautetuille laitteille tarvitaan lisää taajuuksia. Luvanvaraisuudesta voidaan pääsääntöisesti vapauttaa vain sellaisia laitteita, joiden taajuuksien käyttö on harmonisoitu vähintään EU:n laajuisesti.

1 Johdanto

Radiotaajuuksien käyttö ja käyttötarve eri radioliikenteille, radiojärjestelmille ja radiolaitteille riippuu langattoman yhteyden pituudesta, palvelun peittoalueen koosta ja tiedonsiirron tarvitseman kaistan suuruudesta. Kansainvälisen televiestintäliiton ITUn radio-ohjesäännön mukaisesti taajuuksien käyttö on ryhmitelty eri liikennelajien mukaan. Siirtyvän liikenteen osa-alue maaradioliikenne kattaa muun muassa matkaviestinverkot ja yksityiset radioverkot (PMR). Kiinteä liikenne kattaa radiolinkit ja langattomat liityntäverkot.

Tekniikan ja radiolaitteiden valmistusmenetelmien kehittyminen ja laitteiden tuotantokustannusten aleneminen mahdollistavat yhä useampien laitteiden toiminnan entistä korkeammilla taajuuksilla. Tekniikan kehittyminen on kuitenkin hitaampaa kuin radiolaitteiden määrän kasvu. Tästä johtuen valtaosa radiolaitteista käyttää tulevaisuudessakin alle 25 GHz:n taajuuksia.

Uusien radiojärjestelmien taajuussuunnittelutyö on yhä vaativampaa, koska käyttämättömiä taajuuksia alle 25 GHz:llä ei ole, ja suunnittelutyö keskittyy yhä enemmän eri radiojärjestelmien taajuuksien käytön yhteensovittamiseen. Luvasta vapaiden laitteiden, kuten lyhyen kantaman laitteiden (SRD), etätunnisteiden (RFID, Radio Frequency Identification) ja ennen kaikkea UWB-teknologian käyttöönotto ja laitemäärän kasvu monissa eri sovelluksissa lisäävät resurssien ja taajuussuunnittelun tarvetta. Ne myös edellyttävät suunnittelumenetelmien jatkuvaa kehittämistä.

Taajuussuunnittelun kehittämistä ja tarkentamista tarvitaan myös tehostamaan taajuuksien käyttöä sekä takaamaan yhteiskunnan turvallisuuden ja toiminnan kannalta oleelliset palvelut.

Raportissa esitetään eri radiolaiteryhmien, -järjestelmien ja -verkkojen taajuuksien käytön nykytilanne ja arvioidaan sekä luvanvaraisten että luvasta vapautettujen taajuuksien kysyntää tulevina vuosina vuoteen 2017 asti.

EU-lainsäädäntö ja taajuuksien hallintomekanismit on jätetty tämän raportin ulkopuolelle.

Tavoitteet

Raportin tavoitteena on tuottaa aineistoa, jonka avulla voidaan

- varautua osoittamaan oikea-aikaisesti sekä luvanvaraisia että luvasta vapautettuja radiotaajuuksia uusille sovelluksille,
- antaa tietoa siitä, millä alueilla taajuuksien kysyntään ei pystytä vastaamaan,
- suunnitella viraston toimintaa.

2 Radiotaajuudet ja niiden käyttö

Kansainvälinen ja kansallinen radiotaajuuksien sääntely kattaa 9 kHz:n ja 3 000 GHz:n välisen alueen. Taloudellisista ja teknisistä syistä radiotaajuuksien käyttö on kuitenkin mahdollista nykyisin vain noin 80 GHz:iin asti. Tämä vastaa ainoastaan vajaata 3 % koko säännellystä radiotaajuuspektristä.

Valon nopeudella etenevät radiotaajuudet ovat luonnonvara, joka ei kulu eikä vähene käytössä. Radiotaajuuksien käyttökelpoisuuteen vaikuttavat monet seikat. Radiolähteen vaikuttaa muihin sen peittoalueella oleviin radiolaitteisiin. Vaikutus on sitä suurempi, mitä lähempänä laitteet ovat toisiaan taajuudeltaan ja maantieteellises-

ti. Jos vuorovaikutus on riittävän voimakas, se ilmenee haitallisena häiriönä, siirtokapasiteetin pienenemisenä tai siirron laadun heikkenemisenä. Radiotaajuuksien ominaisuudet asettavat rajoituksia niiden hyödyntämiselle. Mitä korkeammalle taajuudelle siirrytään, sitä vaikeammaksi ja kallimmaksi radiolaitteiden valmistaminen tulee.

Myös radioaaltojen etenemisominaisuudet vaikeuttavat korkeiden taajuuksien käyttöä useimpiin tarkoituksiin. Arviolta noin 95 % luvanvaraisista radiolaitteista Suomessa toimii tällä hetkellä alle 10 GHz:n taajuuksilla ja 99 % alle 25 GHz:n taajuuksilla. Kun myös luvasta vapautetut

radiolähtimet otetaan huomioon, arviolta yli 99 % kaikista radiolaitteista toimii alle 10 GHz:n taajuuksilla.

Liitteessä 1 on yleiskuva taajuuksien käytöstä Suomessa. Liitteessä 2 on esitetty laskelmia siitä, miten paljon taajuuksia alle 10 GHz:llä on käytettävissä eri sovelluksille ja radioliikenteille. Liitteessä 3 on esitetty luvasta vapautettujen radiolähtimien taajuuksien määrä. Liitteessä 4 on kuvattu ja selvitetty radiotaajuuksien käytön suunnittelutyötä. Liitteessä 5 on vastaavasti selvitetty, miten Viestintävirasto konsultoi sidosryhmiä taajuuksien käyttöön liittyvissä asioissa.

3 Matkaviestinverkot

Ensimmäiset digitaaliset GSM-verkot aloittivat toimintansa vuonna 1992. Viimeinen analoginen matkaviestinverkko, NMT450, suljettiin vuoden 2002 lopussa. Ensimmäiset kolmannen sukupolven matkaviestinverkot otettiin kaupalliseen käyttöön vuonna 2004.

Joulukuun lopussa 2008 matkaviestinverkoissa oli 6,8 miljoonaa liittymää. Kolmannen sukupolven matkaviestinpäätelaitteita oli käytössä lähes 2 miljoonaa.

Matkaviestinverkkojen käytössä on tällä hetkellä 450 MHz:n, 900 MHz:n, 1 800 MHz:n ja 2 GHz:n taajuusalueet. Ensi vuosikymmenen alkupuolella otetaan myös 2,6 GHz:n taajuusalue laajamittaisesti matkaviestinkäyttöön. Tätä seuraa 800 MHz:n taajuuksien laajamittainen käyttöönotto. Taajuusalue 3 400–3 600 MHz on käytettävissä matkaviestinverkoille maantieteellisillä alueilla, joilla näitä taajuuksia ei ole langattomien liityntäverkkojen käytössä. Matkaviestinnän käyttöön on tarkastelujakson lopussa osoitettu taajuuksia yhteensä 826 MHz.

Jos arviot matkaviestinverkkojen palveluiden vaatimasta siirtokapasiteetista osoittautuvat oikeiksi, suuren datasiirtokapasiteetin tarjoaville järjestelmille tarvitaan tarkastelujakson päättyessä lisää taajuuksia.

Matkaviestintuomintaan on myönnetty toimilupia seuraavasti:

GSM		
Toimiluvan haltija	Voimassaoloaika	Toimialue
TeliaSonera Finland Oy	6.11.2017	Manner-Suomi ja Ahvenanmaa
DNA Finland Oy	31.12.2019	Manner-Suomi
Elisa Oyj	6.11.2017	Manner-Suomi
Ålands Mobiltelefon Ab	8.12.2017	Ahvenanmaa

UMTS		
Toimiluvan haltija	Voimassaoloaika	Toimialue
DNA Finland Oy	18.3.2019	Manner-Suomi
Elisa Oyj	18.3.2019	Manner-Suomi
TeliaSonera Finland Oy	18.3.2019	Manner-Suomi
TeliaSonera Finland Oy	18.3.2019	Ahvenanmaa
Elisa Oyj	18.3.2019	Ahvenanmaa
Ålands Mobiltelefon Ab	18.3.2019	Ahvenanmaa

Sähköisten viestintäpalvelujen tarjontaan soveltuvat maanpäälliset järjestelmät taajuusalueella 2 500–2 690 MHz		
Toimiluvan haltija	Voimassaoloaika	Toimialue
DNA Finland Oy	16.12.2029	Manner-Suomi
Elisa Oyj	16.12.2029	Manner-Suomi
TeliaSonera Finland Oy	16.12.2029	Manner-Suomi
Pirkanmaan Verkot Oy	16.12.2029	Manner-Suomi

450 MHz taajuusalueen digitaalinen matkaviestinverkko		
Toimiluvan haltija	Voimassaoloaika	Toimialue
Digita Oy	21.6.2025	Manner-Suomi

Taajuusalueet 900 MHz ja 1 800 MHz on osoitettu GSM-verkkojen sekä kolmannen sukupolven UMTS-verkkojen (Universal Mobile Communications System) käyttöön, 1 800 MHz on lisäksi osoitettu myös kolmannen sukupolven LTE-verkkojen (Long Term Evolution) käyttöön. 2 GHz:n taajuusalue on osoitettu kolmannen sukupolven UMTS-verkkojen käyttöön. Alkuvuodesta 2010 myönnetty taajuusalueen 2,6 GHz radioluvat perustuvat tek-

nologianeutraalisuuteen, mutta radioluvan käyttöehdot rajaavat käytön käytännössä kolmannen sukupolven teknologioille. Vastaavasti 800 MHz:n matkaviestintaajuuksilla otetaan käyttöön ensivaiheessa kolmannen sukupolven matkaviestinteknologioita.

Seuraavassa on tarkasteltu matkaviestintaajuuksia ja niiden käyttöä taajuusalueittain.

3.1 Taajuusalue 450 MHz

Vuonna 2006 käyttöön otetun digitaalisen laajakaistaisen matkaviestinverkon käyttämä 450 MHz:n taajuusalue mahdollistaa kustannustehokkaan tavon nopeiden datayhteyksien tarjonnalle erityisesti harvaan asutuilla alueilla, syrjäseuduilla, saaristossa, vapaa-ajan asunnoissa ja muilla vastaavilla alueilla, joihin kiinteän verkon laajakaistatarjonta ei ulotu.

Toimiluvassa on peittoalueluvelite, jonka mukaan verkon tulee kattaa 99,9 % väestöstä vuoden 2010 loppuun mennessä.

Digitaalisen laajakaistaisen matkaviestinverkon käyttöön on osoitettu taajuuksia 2 x 3,2 MHz. Lisäksi suuressa osassa maata on käytettävissä 2 x 1,3 MHz:n suuruinen lisäkaista, joka mahdollistaa kolmannen kantoaallon käytön näillä maantieteellisillä alueilla.

Verkossa käytetään Flash OFDM -tekniikkaa. Verkon tilaajamäärän kehitys riippuu oleellisesti päätelaitteiden ja palvelujen hinnasta sekä muiden kilpailevien laajakaistaverkkojen saatavuudesta erityisesti harvaan asutuilla seuduilla.

Taajuuksia ei ole mahdollista osoittaa enempää tämän taajuusalueen laajakais- taiselle matkaviestinverkolle.

3.2 Taajuusalue 800 MHz

Tämän ns. taajuusylijäämän eli analogiselta televisiotoiminnalta vapautuneiden taajuuksien käyttöön laajakaistaisille matkaviestinverkoille on osoitettu suurta kiinnostusta ja taajuuskaista on varattu valtioneuvoston asetuksessa kesällä 2008 laajakaistaisen matkaviestinverkkojen käyttöön. Taajuuskaistan 790–862 MHz kanavointitarkaisu laajakaistaisille matkaviestinverkoille perustuu 2 x 30 MHz:n suuruisen taajuuskaistaparin käyttöön. Tässä kanavointitarkaisuissa parillisten taajuuksien väliin jää 11 MHz:n levyinen taajuuskaista mm. pienitehoisten radiolaitteiden käytettäväksi.

Matkaviestinverkon peiton rakentaminen tätä taajuusaluetta käyttäen on taloudellisesti edullista, koska tukiasemia ei tarvita niin paljon kuin ylempiä taajuusalueita käyttäen. Toisaalta käytettävissä oleva taajuuksien määrä saattaa rajoittaa verkkojen kapasiteettia.

Aikataulullisesti taajuusalueen käyttöönotto matkaviestintään määräytyy pitkälti siitä, miten taajuuksien käyttö saadaan koordinoitua naapurimaiden kanssa. Taajuuksien käytettävyyteen vaikuttaa erityisesti Venäjällä samalla taajuusalueella toimiva ilmailun radionavigointijärjestelmä. Matkaviestinjärjestelmien ja radionavigoinnin käytön reunaehdoista sovitaan seuraavassa maailman radiokonferenssissa (WRC12). Taajuuksien käytettävyyttä matkaviestintään pyritään edistämään myös kahdenkeskisillä neuvotteluilla Venäjän kanssa.

3.3 Taajuusalue 900 MHz

Taajuusalue on tällä hetkellä tehokkaimmin käytetty matkaviestintaajuusalue ja sen merkitys operaattoreille on keskeinen. Käyttäen 900 MHz:n taajuusaluetta pystytään parhaiten rakentamaan peittoa GSM-verkoille. Käytettävissä oleva taajuuskaista on suuruudeltaan 2 x 35 MHz ja se on jaettu manner-Suomessa tasan kolmen operaattorin kesken. Tällä hetkellä käyttö on pääasiassa GSM-verkkojen liikennettä, mutta operaattorit ovat kiihtyvällä tahdilla ottamassa taajuuksia myös UMTS-verkkojen käyttöön. Yhden UMTS-kantoaallon käyttö varaa tällä taajuusalueella lähes puolet operaattorin käytettävissä olevasta taajuuskapasiteetista.

3.4 Taajuusalue 1 800 MHz

Operaattorit käyttävät taajuusaluetta tällä hetkellä lisäämään välityskapasiteettia GSM-verkoissa. Vaikka taajuusalue on huomattavasti korkeampi kuin 900 MHz:n alue, pystytään sillä kustannustehokkaasti lisäämään kapasiteettia paikallisesti. Taajuuskaista on suuruudeltaan 2 x 75 MHz ja se on jaettu manner-Suomessa tasan

kolmen operaattorin kesken. Taajuuskaistalla voi käyttää myös kolmannen sukupolven UMTS- ja LTE-teknologioita. LTE:n käyttöönotto näyttää todennäköiseltä jo tarkastelujakson alkupuolella. Operaattorikohtainen leveä taajuuskaista mahdollistaa 20 MHz:n LTE-kaistanleveyden käytön tällä taajuusalueella, mahdollistaen suuret tiedonsiirtonopeudet.

3.5 Taajuusalue 2 GHz

Taajuuskaistalta on varattu kolmannen sukupolven matkaviestinverkkojen käyttöön 2 x 60 MHz parillisia taajuuksia ja 20 MHz parittomia taajuuksia. Parilliset taajuudet ovat tällä hetkellä jo verrattain tehokkaasti käytössä suurimmissa asutuskeskuksissa ja niitä käyttävien verkkojen peitto leviää maantieteellisesti. Parillisilla taajuuksilla on suuri taloudellinen merkitys operaattoreille. Taajuuksien käytön tehokkuus kasvaa, kun operaattorit ottavat käyttöönsä edelleen kehitettyjä UMTS-järjestelmiä (HSPA/HSPA+).

Manner-Suomessa parilliset taajuudet on jaettu tasan kolmen operaattorin kesken (2 x 20 MHz) ja parittomia taajuuksia on osoitettu 5 MHz operaattoria kohti.

Parittomien taajuuksien taloudellinen merkitys on kolmannen sukupolven matkaviestinverkkojen kehityksessä vielä epäselvä. On esitetty arvioita tämän taajuusalueen käyttämisestä erityisesti sisätila- ja joukkoviestintäverkkoihin sekä multimediajakeluun. Näiden mahdollinen kehittyminen ja aikataulut ovat vaikeasti ennustettavissa. Kehitteillä olevista matkaviestinpalveluista ja niiden kysynnästä riippuu, millaiseksi parittomien taajuuksien taloudellinen merkitys muodostuu.

Taajuusalue 2 010–2 025 MHz on varattu paikallisten digitaalisten laajakaistaisen matkaviestinverkkojen käyttöön, toimilupia ei ole vielä jaettu (helmikuu 2010). Koska taajuusalueen käyttö ei ole sidottu tiettyyn teknologiaan, mahdollistaa se myös uusien teknologioiden käyttöönoton.

3.6 Taajuusalue 2,6 GHz

Alun perin kolmannen sukupolven matkaviestinverkkojen käyttöön harmonisoidulla taajuusalueella on käytettävissä taajuuksia yhteensä 190 MHz, parillisia taajuuksia on 2 x 70 MHz ja parittomia taajuuksia 50 MHz. Taajuusalueen toimiluvat on myönnetty v. 2009 lopussa huutokauppa-menettelyllä neljälle teleyritykselle. Toimiluvat myönnettiin teknologianeutraalisti, radiolupien ehdot mahdollistavat parillisilla taajuuksilla lähinnä LTE-teknologian käytön ja parittomilla taajuuksilla mobiili-WiMAX-teknologian käytön. Näitä taajuuksia käyttävät matkaviestinverkot rakennetaan aluksi väestökeskuksiin, missä nopeiden datapalveluiden kysyntä on suurinta. Lisäksi tämän taajuusalueen matkaviestinverkon laajan peiton rakentaminen on huomattavasti kalliimpaa kuin käyttäen alhaisempia taajuuksia.

3.7 Taajuusalue 3,5 GHz

Taajuuskaistalta on osoitettu tällä hetkellä yhteensä 180 MHz kiinteiden langattomien liityntäverkkojen ja digitaalisen laajakaistaisen matkaviestinverkon käyttöön. Taajuuksien käyttö siirtyy vähitellen alueellisista kiinteiden liityntäverkkojen järjestelmistä mobiilijärjestelmiin. Nämä lähinnä datansiirtoon tarkoitetut järjestelmät peittävät maantieteellisesti rajoitettuja alueita, laajojen verkkojen rakentaminen

tällä taajuusalueella ei ole taloudellisesti kannattavaa. Vasta neljännen sukupolven laajakaistaiset matkaviestinverkot käyttävät laajemmin 3,5 GHz:n taajuusalueita. Näiden verkkojen käyttöönotto alkaa tarkastelujakson lopussa.

3.8 Tutkimus-, tuotekehitys- ja opetuskäyttöön osoitetut taajuudet

Valtioneuvoston asetus osoittaa taajuuksia tutkimus-, tuotekehitys- ja opetuskäyttöön (TTO-käyttö) osalla matkaviestinverkkojen käyttämistä taajuusalueista (1 800 MHz, 2 GHz, 2,6 GHz ja 3,5 GHz). Tuotekehitys- ja testauskäytössä seurataan ja valvotaan pääasiassa terminaalien ja verkkoelementtien toimivuutta kaupallisia verkkoja vastaavissa testiverkoissa. Testiverkot ovat tärkeitä sekä päätelaitevalmistajille että verkkoelementtitoimittajille. Suurta osaa testauksesta ei voida suorittaa pelkästään laboratorioympäristössä. Ilman tuotekehitys- ja testausmahdollisuuden varmistamista tuotteiden testaus siirtyisi kaupallisten operaattorien verkkoihin.

3.9 Matkaviestinverkkojen taajuustarpeen kehitys

GSM-verkon asema säilyy vahvana kilpailevista tekniikoista huolimatta todennäköisesti pitkälle ensi vuosikymmenelle.

Toisaalta GSM-UMTS-LTE900/1800-evoluutio mahdollistaa verkkojen kehityksen käyttäjän kannalta siten, ettei GSM:n lopettaminen näy käyttäjille.

Kaikki 450 MHz:n, 800 MHz:n, 900 MHz:n, 1 800 MHz:n, 2 GHz:n sekä 2,6 GHz:n taajuusalueella olevat matkaviestintaajuudet ovat matkaviestinverkkojen käytössä vuonna 2017.

Matkaviestinverkkojen taajuuksien kysyntää ohjaavat siirtonopeuden ja uusien palvelujen kysynnän kasvu sekä päätelaiteiden ja palvelujen hinnat. Matkaviestinverkkojen laajennuskaistat 2,6 GHz:n ja 800 MHz:n taajuusalueilla tarjoavat tarvittavan lisäkapasiteetin matkaviestinverkotyyppisille nopean datasiirron palveluille tarkastelujakson loppuun asti.

Neljännen sukupolven matkaviestinverkkojen käyttöönotto alkaa tarkastelujakson lopussa. Matkaviestinjärjestelmien evoluutio mahdollistaa matkaviestintaajuuksien käytön vähitellen myös uusille teknologioille. 3,5 GHz:n taajuusalue otetaan laajamittaiseen käyttöön suurta kanavanleveyttä tarvitseville järjestelmille.

4 Rautateiden GSM-R-verkko

GSM-R-verkko on rautateiden liikenteen-ohjauksen viestintäjärjestelmä, jota tullaan myöhemmin käyttämään myös yhteisurooppalaisen junien kulunvalvontajärjestelmän (ETCS) tiedonsiirtoon. GSM-R-verkko korvaa rautateiden vanhat analogiset radiojärjestelmät, mutta osa rautatietoimintaan liittyvästä viestinnästä hoidetaan edelleen perinteisillä PMR-radiopuhelimilla.

GSM-R-verkko peittää pääosin koko rataverkon. Verkko käyttää taajuuskaistoja 876,200–880,000 MHz/921,200–925,000 MHz.

ETCS on tällä hetkellä suunniteltu käytönotettavaksi piirikytkentäisenä. Mikäli sitä ei onnistuta muuttamaan pakettikytkentäiseksi järjestelmäksi, tarvitaan

GSM-R-verkolle mahdollisesti lisätaajuuksia. ETCS:n käyttöönotto Suomessa on suunniteltu tapahtuvan v. 2019 lähtien.

5 Viranomaisradioverkot

Yhtenäinen viranomaisten radioverkko on otettu käyttöön koko Suomessa. VIRVEN ensisijaisia käyttäjiä ovat valtion ja kuntien turvallisuudesta vastaavat viranomaiset, kuten poliisi, tulli, rajavartiolaitos, palo- ja pelastustoimi sekä puolustusvoimat. Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnon alalta käyttäjiin kuuluvat Viestintävirasto, Finavia, Ilmatieteen laitos, Merenkululaitos, Destia ja Yleisradio. Viranomaisten lisäksi VIRVE-verkkoa saavat käyttää liikenne- ja viestintäministeriön ohjeen mukaisesti viranomaisten kanssa läheisessä yhteistyössä olevat maamme elintärkeitä toimintoja turvaavat yritykset. Tällaisia ovat esim. vartiointiliikkeet, energialaitokset ja sähköyhtiöt.

VIRVEN tekniikka perustuu eurooppalaiseen TETRA-standardiin. ECC:n taajuuspää-

töksen mukaisesti VIRVE toimii taajuusvälillä 380–385/390–395 MHz. VIRVE-verkon kautta tapahtuvan viestinnän lisäksi VIRVE-päätelaitteet voivat kommunikoida myös suoraan keskenään ns. suorakanavilla, ”Direct Mode Operation, DMO”. VIRVE-päätelaitteet ovat luvasta vapautettuja.

Suomessa myös 385–390/395–399,9 MHz:n väliset taajuuskaistat on osoitettu TETRA-standardin mukaisille verkoille. Tältä kaistalta on VIRVEN laajennuskaistaksi jo osoitettu 385–386/395–396 MHz:n taajuuskaistat. Loppuosa kaistasta pidetään laajennuskaistana viranomaistoimintaan, jos esimerkiksi nopeampaa datasiirtoa tarjoava TETRA TEDS tai muu vastaava tekniikka halutaan ottaa viranomaisten radioverkon käyttöön. Oletettavasti seuraavan kymmenen vuoden aikana koko

380–400 MHz:n taajuuskaista tarvitaan viranomaiskäyttöön.

Viranomaisten suurta tiedonsiirtokapasiteettia vaativien langattomien datasiirto-sovelluksien määrän odotetaan myös kasvavan, joten myös muilta taajuusalueilta on todennäköisesti tarpeen osoittaa lisätaajuuksia leveä- ja laajakaististen viranomaisradioverkkojen käyttöön.

Samanaikaisesti tulee kuitenkin edelleen tutkia kaupallisten matkaviestinverkkojen käyttömahdollisuuksia viranomaisten kasvaviin laajakaistatarpeisiin.

6 Laajakaistaiset langattomat liityntäverkot

6.1 Verkkoratkaisut

Laajakaistaisilla langattomilla liityntäverkoilla voidaan toteuttaa asiakkaalle tiedonsiirtoketjun viimeinen osa radioyhteydellä kuidun tai kaapelin asemesta. Langattomien laajakaististen liityntäverkkojen tukiasemayhteydet voidaan toteuttaa tiheään asutuksen alueelle soveltuvilla point-to-multipoint-radiojärjestelmillä tai joissain tapauksissa myös tavanomaisilla radiolinkeillä.

Kiinnostus langattomia liityntäverkkoja kohtaan on ollut suurta, mutta siitä huolimatta laajamittainen kaupallinen toiminta verkoissa ei ole tähän mennessä käynnistynyt odotusten mukaisesti. Yhtenä syynä voidaan pitää nykyistä laitesukupolvea, jossa eri valmistajien laitteet eivät toimi keskenään. Teknologiakehityksen hidastuminen on myös johtamassa siihen, että matkaviestinverkoilla tarjottavat datapalvelut tulevat kilpailemaan samalla markkinalla.

Kiinteitä yhteyksiä voidaan toteuttaa myös useilla muilla tekniikoilla, jotka on alun perin tarkoitettu muuhun käyttöön. Näitä ovat mm. kiinteät GSM- ja DECT-järjestelmiin pohjautuvat ratkaisut sekä 450 MHz:n taajuusalueen digitaalinen matkaviestinverkko. Myös UMTS-evoluutiot (HSPA+/LTE) mahdollistavat laajakaistaverkkopalvelujen tarjoamisen.

6.2 Verkkojen tekniikka

Nykyiset alueelliset laajakaistaiset langattomat liityntäverkot on pääsääntöisesti toteutettu standardien IEEE802.16d ja IEEE802.16e-2005 mukaisilla verkkolaitteilla.

Euroopan komissio on 21. toukokuuta 2008 antanut päätöksen taajuusalueen 3 400–3 800 MHz käytön yhdenmukaistamisesta sähköisten viestintäpalvelujentarjontaan yhteisössä pystyviä maanpäällisiä järjestelmiä varten. Komission päätös on

teknologianeutraali, joten se mahdollistaa taajuuksien osoittamisen sekä kiinteille laajakaistaisille langattomille liityntäverkoille että matkaviestinjärjestelmille. Tämän taajuusalueen matkaviestinverkot tulevat pohjautumaan neljännen sukupolven matkaviestinteknologioihin.

6.3 Luvanvaraisille langattomille liityntäverkoille osoitetut taajuudet ja liityntäverkkojen taajuustarpeen kehitys

Luvanvaraisten langattomien liityntäverkkojen käyttöön Suomessa on varattu taajuuksia 3,5 GHz:n, 10 GHz:n ja 25 GHz:n taajuusalueilta yhteensä 1 900 MHz. Alle 6 GHz:n alueella, jossa kysyntä on suurin, on Suomessa voitu osoittaa BWA-käyttöön (Broadband Wireless Access) vain 180 MHz:n levyinen taajuuskaista eli 3 410–3 590 MHz:n taajuusalue. BWA-käyttöön on osoitettu taajuuksia 10 GHz:n alueelta 176 MHz. Näiltä taajuusalueilta

kiinteiden liityntäverkkojen käyttöön on osoitettu taajuuksia yhteensä 356 MHz. Ylimmällä 25 GHz:n taajuusalueella BWA-käyttöön on varattu taajuuksia kaikkiaan 1 528 MHz. Tällä alueella voidaan käyttää rinnakkain tavanomaisia radiolinkkejä ja kiinteän liityntäverkon radiojärjestelmiä. Järjestelmiä on otettu käyttöön lähinnä 3,5 GHz:n taajuusalueella. Kahden ylimmän taajuusalueen laitteiden hinta ja saatavuus ovat estäneet niiden laajamittaisen käyttöönoton.

Vuoteen 2017 mennessä 3,5 GHz:n taajuusalue täyttyy niillä maantieteellisillä alueilla, joilla on liiketoimintamahdollisuuksia. Osa verkoista on alueellisia matkaviestinverkkoja, osa edelleen laajakaistaisia langattomia liityntäverkkoja tai näiden yhdistelmiä. Taajuuksia on tällä alueella käytettävissä kaikkiaan 180 MHz. Langattomien liityntäverkkojen käyttö 3,5 GHz:n, 10,5 GHz:n ja 25 GHz:n taajuusalueilla ei tule kasvamaan vuoteen 2017 mennessä, koska taajuuksien kysyntä tulee laske-

maan kuluttajien siirtyessä käyttämään matkaviestinverkoilla toteutettuja datapalveluja. Pulaa voi syntyä alueellisesti alimman taajuuskaistan taajuuksista.

Kiinteiden liityntäverkkojen päätelaitteet on vapautettu radioluvista, koska niille ei tarvita tapauskohtaista taajuussuunnittelua.

7 Langattomat lähiverkot

7.1 Verkkoratkaisut

Langattomat lähiverkot (WAS/RLAN/BFWA, WLAN) yleistyvät liityntäverkkoina useisiin käyttötarkoituksiin. Verkkojen pääasiallisina käyttökohteina ovat kodit, toimistot ja ulkokäytössä taajamat (hot-spot-palvelualueet). Langattomien lähiverkkojen peruskäyttötapa on muodostaa tukiaseman ja langattomien verkkokorttien avulla rajatulle suppealle alueelle langaton yhteys joko tietokoneiden välille tai tietokoneista ulkomailmaan. Laitteita käytetään tyypillisesti sisätiloissa. Yleensä tukiasema tarjoaa yhteyden verkon ulkopuolelle, esimerkiksi internetiin. Verkko voi olla jonkin yrityksen sisäinen verkko tai yksityisen henkilön kotona tai kotiympäristössä oleva verkko. Langattomat lähiverkot eivät kuitenkaan pysty tarjoamaan taloudellisesti suurille käyttäjämäärille esimerkiksi tilausvideopalvelun vaatimia tiedonsiirtonopeuksia, joten langattomat lähiverkot yleistyvät pääasiallisena internet-yhteytenä vain harvaan asutuilla alueilla. Koska verkko-kohtaista taajuussuunnittelua ei tarvita, sekä tukiasemat että päätelaitteet on vapautettu radioluvista.

Langattomien lähiverkkojen kaltaisten tekniikoiden kehitys etenee kohti nykyistä suurempia siirtonopeuksia, jopa 1 Gbit/s nopeudet tulevat mahdolliseksi vuosien 2010–2017 aikana. Laitteiden määrä

tulee kasvamaan myös ns. m2m-käytön (machine-to-machine) lisääntyessä.

WLAN-verkko voi myös olla operaattorin ylläpitämä sisätiloissa toimiva kaupallinen palvelu, jossa vain operaattorin asiakkaille avataan pääsy verkkoon. Asiakkailla on silloin oltava käytettävissään joko tarvittavat salasanat tai esimerkiksi GSM:stä tutulla SIM-kortilla varustettu WLAN-verkkokortti yhteyden avaamiseksi ja laskutusta varten. Esimerkkeinä ovat vaikkapa lentoaseman liikemiestilaan tai hotelliin rakennettu langaton verkko.

Kolmas käyttötapa on rakentaa WLAN-verkko ulkotiloihin ja pyrkiä suureen peittoalueeseen. Muun muassa eräät internet-yhteyksien tarjoajat ovat rakenset tämän tyyppisiä verkkoja tarjotakseen vaihtoehtoja lähinnä kotitalouksien perinteisille modeemiyhteyksille.

7.2 Luvasta vapautetuille langattomille lähiverkoille osoitetut taajuudet ja taajuustarpeen kehitys

Langattomien lähiverkkojen käyttö kasvaa voimakkaasti vuoteen 2017 mennessä. Laitteiden määrä kasvaa voimakkaasti etenkin kotitalouksissa, koska erilaiset mediapäätteet ovat muuttumassa langattomiksi ja niissä käytettävät tekni-

set ratkaisut pohjautuvat langattomien lähiverkkojen käyttämiin tekniikoihin (IEEE 802.11a/b/g/n). Taajuuksien käyttö tulee siirtymään ruuhkautuvalta 2,4 GHz:n taajuusalueelta 5 GHz:n ja 5,8 GHz:n taajuusalueille.

Myös muiden 2,4 GHz:n taajuusalueella toimivien luvasta vapaiden laitteiden, kuten Bluetoothien määrä kasvaa voimakkaasti. Bluetooth-toiminto tulee olemaan lähes kaikissa markkinoille tulevissa matkapuhelimeissa, PDA-laitteissa (Personal Digital Assistant) sekä kannettavissa tietokoneissa.

Radioluvasta vapautetuilla taajuuksilla langattomien lähiverkkojen käyttäjät eivät saa häiriösuojaa. Siirron laatu ja nopeus saattavat kärsiä taajuusalueen ruuhkaantuneisuudesta erityisesti 2,4 GHz:llä. Verkkojen häiriöongelmien rajoittamiseksi lähettimille on asetettu maksimitehorajat.

Lyhyen etäisyyden langattomien lähiverkkojen taajuustarve kasvaa, mutta käyttöön otettu 5 GHz:n taajuusalue riittää kattamaan kasvutarpeet tarkastelujakson aikana. Vuonna 2009 avattu 5,8 GHz:n taajuusalue mahdollistaa pidempien yhteysetäisyyksien käytön ja lisää edelleen luvasta vapaiden radiolaitteiden käyttöä.

8 Joukkoviestintäverkot

8.1 Ääniradioverkot

8.1.1 Alle 30 MHz:n LF-, MF- ja HF-alueet

AM-lähetyksiä (amplitudimodulaatio) korvaava uusi digitaalstandardi (DRM, Digital Radio Mondiale) näyttää saavan maailmanlaajuisen kannatuksen muista yleisradiostandardeista poiketen. DRM ei käytä taajuuksia AM-tekniikkaa tehokkaammin, mutta parantaa olennaisesti vastaanoton laatua. AM-lähetyksen digitalisoituminen on kuitenkin edennyt odotettua hitaammin johtuen mm. siitä, ettei hinnaltaan analogisia AM-vastaanottimia vastaavia digitaalisia laitteita ole saatavilla. Oletettavaa on, että perinteiset AM-lähetykset jatkuvat maailmassa vielä useita kymmeniä vuosia, vaikka kiinnostus alle 30 MHz:n taajuuksien yleisradiokäyttöön onkin Euroopassa laskenut.

AM-lähetyksen jatko on Suomessa tällä hetkellä avoin YLE:n lopetettua Porin lähetykset. Ainakin toistaiseksi Porin AM-lähettimien kapasiteetti on kuitenkin halukkaiden vuokrattavissa.

8.1.2 VHF- ja UHF-alueet 87,5–108 MHz ja 174–230 MHz sekä 1,5 GHz:n DAB-alue

Tällä hetkellä 87,5–108 MHz:n taajuusalue on FM-ääniradion ja 174–230 MHz television käytössä. Kaupallisille FM-radioille myönnetyt toimitukset ovat voimassa 31.12.2011 saakka.

Geneven vuoden 2006 sopimuksen perusteella taajuusalue 174–230 MHz on käytettävissä sekä digitaaliselle televisiolle että radiolle.

Ääniyleisradion digitalisoituminen on alkanut odotettua hitaammin. Euroopan maista se on vain Isossa-Britanniassa edennyt vauhdikkaasti. DAB-järjestelmän leviämistä on hidastanut sen tehoton lähdekoodaus. Vaikka uusi tehokkaampi koodaustekniikka on julkistettu, se ei ole nopeuttanut digitaaliradion yleistymistä. Kuuntelijat eivät myöskään ole kokeneet digitaalisuuden tuovan olennaista lisäarvoa FM-lähetyksiin verrattuna.

Käytettävissä on sekä uusia että uusittuja standardeja, mutta kiinnostus ääniyleisradion digitalisointiin näyttää heräävän uudelleen erittäin hitaasti. Vaihtoehtoina ovat DAB:n lisäksi mm. DRM (Digital Radio Mondiale) ja DVB-H (Digital Video Broadcasting Handheld) sekä kiinteässä vastaanotossa myös DVB-T. Lisäksi on tarjolla DAB-tekniikkaa hyödyntävä sekä multimedian että IP-datan lähettämiseen soveltuva DMB-järjestelmä (Digital Multimedia Broadcasting). Todennäköistä onkin, että digitaaliradio toteutuu useita eri tekniikoita käyttäen.

Geneven vuoden 2006 taajuuskonferenssissa osoitettiin taajuuksia paitsi televisiolle myös digitaaliselle ääniradiolle. Suomi ei erotellut televisio- ja radiotaajuuksia, vaan kaikki taajuussuunnitelmassa Suomelle osoitetut taajuudet soveltuvat useaan käyttötarkoitukseen. Toistaiseksi taajuusalue 174–230 MHz on Suomessa osoitettu teräväpiirtotelevision (HDTV) koelähetyksille.

T-DAB:lle (tai sitä taajuuksienkäytöltään vastaavalle DMB-T:lle) on osoitettu taajuuksia myös 1,5 GHz:n taajuusalueelta. Niiden käyttömahdollisuudet Suomessa ovat kuitenkin erittäin rajalliset naapurimaiden radiotaajuuksien käytöstä johtuen.

8.1.3 Taajuustarpeen ja ääniyleisradiolähettimien määrän kehitys

Ääniyleisradio digitalisoituu, mutta hitaasti. Käyttöön otettaneen käyttötarkoituksesta riippuen useampikin lähetyksnormi.

Analogisia lähetyksiä jatketaan nykyisessä laajuudessaan ainakin seuraavat 10 vuotta, joskin niiden rinnalle tulee myös digitaalisia lähetyksiä. DVB-T-verkossa on digitaalista radiota jaettu vuodesta 2001 lähtien ja myös DVB-H-verkossa digiradiolähetykset ovat käynnistyneet. DVB-H ja DMB-T sijoituvat tv-taajuuksille, joten ne eivät käytä ääniradiolle varattuja taajuuksia.

Taajuusaluetta 87,5–108 MHz käytetään vielä pitkään FM-lähetyksiin ja lähettimien määrä jopa hieman kasvaa lähivuosina. Toimijat ovat esittäneet tarpeita myös

valtakunnallisen toiminnan laajentamiseksi. Uusille suuritehoisille (kymmenien kilowattien) lähettille ei kuitenkaan ole osoitettavissa uusia taajuuksia, vaan verkkojen laajennukset on toteutettava muilla ratkaisuilla.

8.2 Televisio

8.2.1 Nykytilanne

Tv-jakeluverkkojen käytössä on taajuuksia kaikkiaan 376 MHz. Digitaalinen DVB-T-lähetysverkko kattaa 99,9 % manner-Suomen väestöstä kahdella kanavanipulla. Lisäksi yksi kanavanippu kattaa 95 ja yksi noin 80 % väestöstä. Tällä hetkellä television käyttöilmoituksen tehneitä television käyttäjiä on lähes kaksi miljoonaa. Yksi kanavanippu on osoitettu mobiilitelevision (DVB-H) käyttöön. Se kattaa tällä hetkellä 40 % väestöstä.

Lisäksi valtioneuvosto on tehnyt päätökset osoittaa yksi UHF-alueen valtakunnallinen kanavanippu sekä teräväpiirto- että peruslaatuiseksi jakelulle ja kaksi VHF-alueen valtakunnallista kanavanippua teräväpiirto-televisiojaketulle.

Televisiotaajuuksien digitaalisesta käytöstä sopineessa vuonna 2006 pidetyssä ITUn alueellisessa radiokonferenssissa Suomelle osoitettiin seitsemän koko maan kattavaa verkkoa UHF-alueella ja kaksi VHF-alueella. Verkkojen tekniset ominaisuudet määriteltiin siten, että niiden käyttö myös muuhun kuin perinteiseen televisioitoimintaan on mahdollisimman joustavaa.

Koska digitaalinen jakeluverkko käyttää taajuuksia olennaisesti analogista tehokkaammin, on television käytössä olleita taajuuksia voitu osoittaa myös muuhun käyttöön siitä huolimatta, että television ohjelmakanavien määrää on kyetty lisäämään. Valtioneuvoston päätöksellä on 72 MHz entistä tv-taajuuskaistaa osoitettu matkaviestinverkoille. Näiden taajuuksien käyttötarkoituksen muuttaminen edellyttää kuitenkin vielä kansainvälisiä neuvotteluita. Päätös on vähentänyt tv-käyttöön osoitettavissa olevien koko maan kattavien kanavanippujen määrän kahdeksaan.

Digitaalisille televisioverkoille on myönnetty toimilupia seuraavasti:

Verkko	Toimiluvan haltija	Voimassaolo-aika päättyy
A	Digita Oy	31.12.2016
B	Digita Oy	31.12.2016
C	Digita Oy	31.12.2016
D (DVB-H)	Digita Oy	22.3.2026
E	Digita Oy	13.6.2026
F	Anvia Oyj	31.12.2016
HD1	DNA Oy	31.12.2016
HD2	DNA Oy	31.12.2016
HD3 (alueellinen)	Anvia Oyj	31.12.2016
Vaasan seutu	Vaasan Läänin Puhelin Oy	31.12.2016
Ahvenanmaa	Ålands Radio och TV Ab	23.2.2026

8.2.2 Taajuustarpeen ja radiolähettimien määrän kehitys

Tv-jakeluun on käytettävissä vielä joitakin alueelliseen tai paikalliseen käyttöön soveltuvia kanavanippuja. Lisäksi selvitetään mahdollisuuksia osoittaa tv-käyttöön yksi valtakunnallinen lisäkanavanippu VHF-alueelta.

Pakkausmenetelmien ja jakelustandardin kehittyminen johtavat siihen, että televisiopalveluita voidaan tulevaisuudessa

jakaa taajuuksien käytön kannalta nykyistä tehokkaammin. Esimerkiksi teräväpiirto-kuvan jakelu kuitenkin yleistyy tulevaisuudessa – ja syrjäyttää aikanaan peruslaatuisen jakelun kokonaan – ja koska se tarvitsee enemmän taajuuskapasiteettia kuin perus-tv, ei taajuuksia sitä kautta vapaudu palveluita vähentämättä. Lisäksi näkyvissä on jo uusia, lisäkapasiteettia tarvitsevia tv-palveluita (kolmiulotteinen televisio ja vielä nykyistä teräväpiirtoakin suurempi resoluutio).

Televisiotoiminnan siirtyminen laajakais-taisiin verkkoihin pienentää tulevaisuudessa antenniverkkojen käyttäjämääriä. Taajuuksien vapauttaminen ei kuitenkaan onnistu vähentämättä antenniverkon palveluita. Lisäksi erityisesti harvempaan asutuilla alueilla kestää tv-jakeluun kelpaavien riittävän nopeiden laajakaistaliittymien yleistymisen ainakin nykyisellä kustannusrakenteella huomattavan kauan, joten antenniverkon ainoaksi vaihtoehdoksi jää ainakin tarkastelukaudella satelliittijakelu.

Teräväpiirto-lähettykset lähetetään standardeilla, jotka vaativat uudet vastaanottimet (television viritinosan tai erillisen boksin). Jotta siirtymäajasta tulisi kuluttajille mahdollisimman ongelmaton, jouduttaneen nykyisiä (DVB-T/MPEG-2) lähettyksiä ja tulevia HDTV (DVB-T2/MPEG-4) lähettyksiä lähettämään rinnakkain ainakin jossain määrin vähintään tarkastelukauden loppuun. Rinnakkaislähettykset kuluttavat osaltaan taajuuskapasiteettia.

Joukkoviestintäverkkojen lähettimet tarvitsevat taajuussuunnittelua ja ne säilyvät luvanvaraisina tulevaisuudessakin.

9 Radiolinkit

9.1 Radiolinkkien käyttö

Radiolinkkien pääasiallisia käyttäjiä Suomessa ovat teleoperaattorit, sähköyhtiöt, yleisradioyhtiöt ja viranomaiset. Radiolinkeillä toteutetaan tiedonsiirtoyhteys radioteitse kiinteän yhteyden, kuidun tai kaapelin vaihtoehtona tai varmistuksena. Suomen kaltaisessa harvaan asutussa maassa, jossa etäisyydet ovat pitkiä, mutta siirtokapasiteettitarpeet kohtuullisia, siirtoyhteyksien toteuttaminen radiolinkeillä on taloudellisesti erittäin edullista asennuskustannuksen ollessa suurin yksittäinen kuluerä.

Yleisissä televerkoissa radiolinkkien pääasiallisia käyttösovelluksia ovat paikallisverkkoyhteydet sekä kiinteät liityntäliikenteen ja siirtyvän liikenteen tukiasemayhteydet. Näihin yhteyksiin nykyisten radiolinkkien siirtokapasiteetit ovat riittäviä. Radiolinkkien etuna on niiden nopea rakentaminen, mikä varsinkin kiinteiden liityntäyhteyksien toteuttamisessa on merkittävä kilpailuetu. Myös vaikeissa maasto-olosuhteissa, esimerkiksi saaristossa ja tunturiseuduilla, radiolinkki on monin paikoin ainut taloudellisesti toteuttamiskelpoinen yhteyden rakentamiseksi vaihtoehto. Alle 10 GHz:n taajuusalueella

on mahdollista rakentaa kustannustehokkaasti jopa yli 50 kilometrin yhteyksiä.

9.2 Radiolinkkien taajuusalueet

Alle 1 GHz:n taajuusalueella radiolinkeille on osoitettu taajuuksia yhteensä noin 18 MHz, tästä yli puolet yksisuuntaisille ääniohjelmansiirtolinkeille 300 MHz:n alueella. Tällä taajuusalueella pääasiallisina käyttäjinä ovat sähköyhtiöt sekä ääni- ja tv-ohjelmien tuottajat ja jakajat. Poistuvaa radiolinkkialustoa on vielä 340–380 MHz:n taajuusalueella. Tälle taajuusalueelle ollaan valmistelemaan uutta käyttösuunnitelmaa.

Taajuusalueella 1–3 GHz radiolinkeille on osoitettu taajuuksia yhteensä enää noin 200 MHz. Radiolinkkitaajuuksia on vuosien kuluessa siirretty matkaviestinkäyttöön, minkä vuoksi valtaosa radiolinkkikäyttöä on jouduttu siirtämään korkeammille taajuuksille.

Taajuusalueella 3–6 GHz radiolinkeille on osoitettu taajuuksia yhteensä lähes 700 MHz. Taajuusalueella 6–10 GHz taajuuksia on osoitettu 2 500 MHz. Valtaosa näistä taajuuksista on yhteiskäytössä kiinteän satelliittiliikenteen kanssa, mutta siitä huolimatta varsinkin 6 GHz:n ja 8 GHz:n taajuusalueille mahtuisi paljon uusia radiolinkkikäyttäjää. Taajuusalueella 1–10 GHz radiolinkeille on osoitettu taajuuksia kaikkiaan noin 3 600 MHz.

Taajuusalueella 10–25 GHz radiolinkeille on osoitettu taajuuksia yhteensä noin 6 000 MHz. Tällä taajuusalueella pääasiallisina käyttäjinä ovat teleoperaattorit, joilla on paljon radiolinkkejä käytössä 13 GHz:n, 15 GHz:n, 18 GHz:n ja 23 GHz:n taajuusalueilla. Suuren kysynnän vuoksi näillä taajuuskaistoilla esiintyy myös maantieteellisesti paikallista pulaa suosituimmista kanavista. Kanavapula ei kuitenkaan tarkoita etteikö alueelle saisi lainkaan linkkiä, koska jollain toisella taajuusalueella vastaavaa pulaa ei ole.

Taajuusalueella 25–60 GHz radiolinkeille on osoitettu taajuuksia yhteensä noin 18 GHz. Tällä taajuusalueella käyttäjiä on vähän mutta lukumäärä kasvaa suhteellisen nopeasti. Joitakin radiolinkkejä on käytössä

lähinnä 38 GHz:n ja 57 GHz:n taajuusalueilla. Yli 60 GHz:n radiolinkkitaajuuksilla Suomessa ei tällä hetkellä vielä ole käyttöä. Tulevaisuudessa markkinoille on tulossa 71–86 GHz:lla toimivia radiolinkkilaitteita, joiden tiedonsiirtonopeus on useita Gbit/s.

9.3 Taajuustarpeen kehitys ja ennuste laitemäärän kehityksestä

1- ja 4-kanavaisten radiolinkkien käyttö ja laitemäärät ovat pysyneet ennallaan tai ovat vähentyneet hieman vuoteen 2010 mennessä. Tämän jälkeenkin laitemäärä pienenee muiden (esim. radiomodeemien) järjestelmien käytön lisääntyessä. Linkkikäyttö tällä alueella on melko vakiintunutta eikä merkittävää kasvusuuntausta tällä alueella ole näkyvissä.

LF-, MF- ja HF-alueilla radiolinkit ovat lähinnä muiden yhteyksien varmistusta ja kriisitilanteisiin varautumista varten. Radiolinkkien käyttö ja laitemäärät LF-, MF- ja HF-alueilla pysyvät ennallaan. Tärkeimpiä käyttäjiä ovat rajavartiolaitos, puolustusvoimat, ulkoministeriö, kansainväliset järjestöt ja ulkomaiden lähetystöt. Kiinteän liikenteen LF-, MF- ja HF-kaistoilla on myös tutkimuskäyttöä.

Yli 1 GHz:n taajuusalueella WiMAX-tekniologia voi osin korvata normaalia radiolinkkitekniikkaa radiolinkkien taajuuskaistoilla, mutta taajuudet pysyvät linkkikäytössä ja kokonaisuudessaan käyttö lisääntyy. Lisäksi radiolinkkien siirtokapasiteetti kasvaa, mikä voi tuoda uusia sovelluksia ja tarpeita radiolinkeille ja siten kasvattaa entisestään laitemäärää. Yli 1 GHz:n

radiolinkit tulevat säilyttämään asemansa siirtolaitteivaihtoehtona, jolla rakennetaan erityisesti kiinteän liityntäverkon ja matkaviestinverkkojen tukiasemayhteyksiä, mutta myös varmistetaan suurikapasiteettisia valokaapeliyhteyksiä.

Vuoteen 2017 mennessä radiolinkkien siirtokapasiteetti kasvaa oleellisesti nykyisestä ja käyttöön otetaan yhä leveämpiä linkkikanavia. Siirtokapasiteetin kasvussa myös taajuustarpeet lisääntyvät ja vuoteen 2017 mennessä alle 25 GHz:n taajuuskaistat täyttyvät. Ruuhka-alueilla otetaan käyttöön uusia linkkitaajuusalueita yli 25 GHz:n taajuuksilla. Käytettävissä olevat kaistat riittävät radiolinkkikäyttöön.

Radiolinkkilähettimien määrä on kasvanut viime vuosina lähes 10 % vuodessa ja vuonna 2009 radiolinkkejä oli noin 19 000 kappaletta. Laitemäärien kasvu jatkuu samansuuntaisena myös lähivuosina, mutta tasaantuu vuoteen 2017 mennessä.

9.4 Radiolinkkien luvanvaraisuus

Radiolinkkien käyttötarpeet edellyttävät häiriötöntä toimintaa. Tämän takia radiolinkeille tehdään yksityiskohtainen taajuussuunnittelu tehokkaan taajuuksien käytön varmistamiseksi ja radiolinkit säilyvät luvanvaraisina myös tulevaisuudessa.

On mahdollista, että kaikkein ylimmillä radiolinkkitaajuuksilla voidaan tulevaisuudessa käyttää sellaista linkkitekniikkaa, että taajuussuunnittelua ei tarvita. Tällöin nämä laitteet voidaan vapauttaa luvasta tai lupamenettelyä voidaan keventää.

10 Satelliittiliikenne

10.1 Kiinteä satelliittiliikenne

Kiinteän satelliittiliikenteen käytössä olevaa satelliittien siirtokapasiteettia käytetään muun muassa puhelin-yhteyksiin, yritysten datayhteyksiin, televisio-ohjelmien jakeluun, internet-yhteyksiin ja SNG-tyyppiseen televisiolähetysten välittämiseen. Näillä aloilla ei kuitenkaan ole nähtävissä merkittävää kasvua Suomessa.

10.2 Siirtyvä satelliittiliikenne

Siirtyvässä satelliittiliikenteessä käytetään pääosin Inmarsatin satelliitteja. Vuosituhannen lopussa käyttöön otettiin lisäksi Iridium- ja Globalstar-satelliittipuhelinjärjestelmät. Nämä järjestelmät ovat jäämässä puhelin-yhteyksiä erittäin syrjäisissä paikoissa tarvitsevan suppean ryhmän käyttöön.

10.3 Radionavigointi-satelliittiliikenne

Alun perin sotilaskäyttöön on rakennettu kaksi radionavigointisatelliittijärjestelmää: amerikkalainen GPS ja venäläinen Glonass. Paikannustiedon siviilikäyttäjät ovat pääasiassa olleet ilmailu ja merenkulku. Eurooppa on rakentamassa omaa Galileo-radionavigointisatelliittijärjestelmäänsä.

Näihin radionavigointisatelliitteihin perustuvien uusien paikannussovellusten ja palveluiden tarjonta tulee lisääntymään voimakkaasti ja palvelujen käyttäjiä tulevat olemaan maantieliikenne ja yksityiset kansalaiset. WRC-2012 etsii jo taajuuksia seuraavan sukupolven RDSS-järjestelmille.

10.4 Satelliittijärjestelmät, jotka käyttävät maanpäällisiä asemia

Kahdelle operaattorille on osoitettu EU-alueella taajuuksia siirtyvän liikenteen satelliittijärjestelmille, jotka voivat käyttää myös maanpäällisiä toistimia tai tukiasemia osana verkkoaan. Maanpäällisillä asemilla voidaan tarjota rajoitetulla maantieteellisellä alueella (esim. kaupungeissa) parempaa sisätilapeittoa ja suurempaa kapasiteettia. Lisäksi verkon käyttäjien lukumäärää voidaan kasvattaa selkeästi suuremmaksi kuin pelkän satelliitin varas-

sa olevan järjestelmän. Näiden satelliittijärjestelmien on suunniteltu käyttävän jo olemassa olevia satelliittiliikenteille osoitettuja taajuusalueita, joten järjestelmien käyttöönotto ei lisää satelliittitaajuuksien taajuustarvetta. Satelliittijärjestelmien maanpäälliset verkot eivät yleistyne Suomessa.

Myös radionavigointisatelliittien peittoaluetta voidaan parantaa käyttämällä erityisiä maakomponentteja: RNSS-toistimilla voidaan satelliittien signaali vahvistaa haluttuun paikkaan ja RNSS-pseudoliiteilla voidaan rakentaa paikallisesti hyvin suuren paikannustarkkuuden järjestelmä. RNSS-pseudoliitit voivat toimia osana globaalia RNSS-järjestelmää tai täysin itsenäisesti. Toistinten ja pseudoliittien käyttö on vielä vähäistä, mutta laitemäärät kasvavat nopeasti. Pienen tehonsa vuoksi myös niiden aiheuttama häiriöriski on vähäinen.

10.5 Taajuustarpeen kehitys

Kiinteän ja siirtyvän satelliittiliikenteen käyttö ei oleellisesti lisääntynyt lähivuosina eikä uusia taajuuksia tarvita. Radionavigointisatelliitteja hyödyntävät palvelut ja sovellukset lisääntyvät hyvin voimakkaasti tulevaisuudessa, mutta näiden käyttöön osoitetut taajuudet riittävät.

Useimmat satelliittiliikenteen päätelaitteet ja satelliittiliikenteen taajuudet on vapautettu luvista. Luvanvaraisina säilyvät pääasiassa vain suuritehoiset satelliittien maa-asemat, jotka vaativat taajuussuunnittelua ja jotka useimmissa tapauksissa on koordinoitava naapurimaiden kanssa. Lisäksi luvanvaraisia säilyvät satelliittijärjestelmien maanpäälliset toistimet ja tukiasemat. Luvanvaraisten satelliittiasemien määrä pysyy Suomessa pienenä.

11 Yksityiset radioverkot (PMR), radiomodemiverkot, radio-ohjaimet ja radiomikrofonit

11.1 PMR-verkot

Yksityiset radioverkot (PMR) ovat rajoitetujen käyttäjäryhmien verkkoja.

Keskeisiä käyttäjiä ovat:

- siviiliviranomaiset, kuten alueelliset, kaupunkien ja kuntien eri organisaatiot, palo- ja pelastustoimi,
- vesihuolto-, voimahuolto- ja sähköjakeluyhtiöt,
- kuljetustoiminta (rautatiet, maantiekuljetus, taksit),
- teollisuuslaitokset, kuten konepaja-, paperi- ja metalliteollisuus (puheensiiro sekä kauko-ohjaus ja datansiirto)
- muu elinkeinoelämä sekä vapaa-ajan harrastustoiminta (metsästys, autourheilu, vapaaehtoinen pelastuspalvelu).

Yksityisiä PMR-verkkoja tarvitaan moniin nopeisiin ja käyttövarmisiin yhteyksiin, jotka mahdollistavat esimerkiksi teollisuusprosessien ympärivuorokautisen toiminnan laajalla tehdasalueella. Verkot mahdollistavat monissa käyttötilanteissa välttämättömät suorat puheryhmät, joita ei vielä tulevaisuudessakaan voida täysin korvata yleisillä matkaviestinverkoilla. Koska verkko-operaattoria ei ole, säilyvät verkot ja laitteet monissa tilanteissa käyttäjilleen käyttökustannuksiltaan edullisimpina ratkaisuuina yleisten verkkojen käyttöön verrattuna. PMR-verkot voidaan kytkeä yleiseen puhelinverkkoon. Verkoille tehdään joko tapauskohtainen tai laiteryhmäkohtainen taajuussuunnittelu, ja lähettimet ovat siten luvanvaraisia.

Yksityiset puheradioverkot ovat pääosin analogisia verkkoja vielä lähivuosinakin, ja nykyiset taajuuskaistat riittävät niiden käyttötarpeeseen.

Kun nopea datasiirto on yhä tärkeämpi ominaisuus, ollaan myös PMR-verkoissa siirtymässä vähitellen analogisella tekniikalla toteutetuista verkoista digitaalisiin verkkoihin.

TETRA-standardin seuraava kehitysversio TETRA TEDS mahdollistaa entistä nopeamman datasiirron. Jo olemassa olevien TETRA-standardien lisäksi ETSI:ssä on valmisteltu uusi geneerinen digitaalisen PMR:n standardi, ns. DMR (Digital Mobile Radio). DMR-laitteet voivat toimia kaikilla alle 1 GHz:n PMR-kaistoilla. Luvasta vapaa DMR eli digitaalinen PMR446 toimii analogisen PMR:n viereisellä 446,1–446,2 MHz:n kaistalla. TETRA TEDS:n ja DMR:n odotetaan kiihdyttävän PMR-verkkojen digitalisointia ja siten edistävän PMR:n käyttöä myös tulevaisuudessa.

Kun digitaaliset PMR-laitteet alkavat lisääntyä, analogisten ja digitaalisten

verkkojen väliset mahdolliset yhteensopivuusongelmat voivat vaikuttaa taajuuksien riittävyteen ruuhka-alueilla.

11.2 Radiomodeemiverkot

Radiomodeemeja käytetään valvonta-, hälytys-, kaukomittaus-, kauko-ohjaus- ja datasiirtosovelluksiin.

Radiomodeemiverkkoja käytetään muun muassa vesihuollon kaukovalvonnassa vedenjakelu- ja viemäriverkkojen tilan hallintaan sekä vedenottamoiden, vesisäiliöiden, jäteveden puhdistamojen ja pumppu-asemien kaukovalvontaan ja ohjaukseen. Sähkölaitosautomaatio käyttää radiomodeemiverkkoja sähkö-, muunto- ja erotin-asemien kaukovalvontaan ja -ohjaukseen sekä muun muassa sähkökatkosten syiden paikallistamiseen. Laitteita käytetään myös useissa sovelluksissa mittaustietojen siirtoon (mm. säähpalvelu).

Joukkoliikenteen informaatiojärjestelmiä (opasteita, liikennemerkkien ja liikennevalojen ohjausta sekä paikkatiedon välittämistä) hoidetaan langattomasti radiomodeemiverkkojen avulla. Radiomodeemeilla toteutetaan myös hälytys- ja valvontaverkkoja.

Maanmittausjärjestelmissä käytetään radiomodeemeja mittauksissa tarvittavan GPS-korjaustiedon välittämiseen ja muihin sovelluksiin tietyömailla, rakennuksilla ja lentokentillä.

Teollisuusautomaatioissa radiomodeemiverkkoja tarvitaan tuotantotoimintaan, mittaustietojen keruuseen, prosessien hallintaan ja kenttäväylien toteuttamiseen. Kenttäväyillä nk. vihivaunut kulkevat tehdashalleissa itsenäisesti ennalta määrättyjä reittejä pitkin automaattisen ohjausjärjestelmän radioteitse lähettämien ohjauskomentojen mukaisesti.

Radiomodeemien käyttö tulee lisääntymään muun muassa uusien käyttösovellusten myötä. Toimintoja hoidetaan yhä useammin radioteitse ja kiinteitä lankayhteyksiä korvataan radiomodeemeilla. Esimerkiksi pääkaupunkiseudulla

kasvu on ollut niin suurta, että vapaista datasiirtotaajuuksista alkaa olla puutetta. Taajuustarpeisiin vastaamiseksi uusia taajuuskaistoja on avattu 440–450 MHz:ltä ja 160 MHz:ltä. Verkkojen häiriötön toiminta edellyttää tapauskohtaista (verkkokohtaista) taajuussuunnittelua, minkä takia verkkojen lähettimet ovat luvanvaraisia.

11.3 Radio-ohjaimet

Satamien lastausnosturien ja suurten teollisuus- ja rakennusnostureiden ohjauksessa on siirrytty liikkuvuutta rajoittavista kaapeliohjaimista radio-ohjaimiin, joiden lukumäärä kasvaa vuosittain. Moni radio-ohjainsovellus edellyttää häiriötöntä ja toimintavarmaa käyttöä, joten ne on sijoitettu pääsääntöisesti 400–470 MHz:n alueen luvanvaraisille kaistoille.

Sairaaloissa käytetään dataradiolähetimiä telemetriasovelluksissa, kuten EKG-tietojen siirtämiseen potilaspaikalta valvomoon.

Rautateillä radio-ohjaimia käytetään nosturinohjauksen lisäksi muun muassa vaihtovetureiden kauko-ohjaukseen ja tulevaisuudessa mahdollisesti myös muihin radanpidon sovelluksiin, kuten vaihteiden kääntöön.

Radio-ohjaukseen on mahdollista käyttää myös 433 MHz:n ja 863–870 MHz:n luvasta vapaita kaistoja. Luvasta vapaiden kaistojen käyttö voi lisääntyä, koska muutamissa Euroopan maissa radio-ohjaukseen pyritään ohjaamaan luvasta vapaille kaistoille. Radio-ohjaimissa voidaan hyödyntää myös langattomissa puhelimissa käytettävää DECT-tekniikkaa, joka on myös luvasta vapaa.

Radio-ohjainsovelluksia kehitellään jatkuvasti lisää, jolloin sekä luvasta vapautettujen että luvanvaraisten laitteiden taajuustarve myös kasvaa.

11.4 Radiomikrofonit ja kuunteluapuvälineet

Radiomikrofonien ja kuunteluapuvälineiden käyttö kasvaa edelleen. Niillä maan-

tieteellisillä alueilla, joilla nykyisin käytössä olevia 174–230 MHz:n, 790–822 MHz:n ja 854–862 MHz:n kaistoja ei voida enää käyttää toissijaisesti radiomikrofoneille ja kuunteluapuvälineille tv- tai matkaviestintäkäytön takia, laitteille on löydettävä korvaavat taajuuskaistat. Uusille taajuuksille siirtymisessä on otettava huomioon eurooppalainen harmonisointityö, teknologian kehitys ja kohtuullinen siirtymäaika.

11.5 Taajuudet

Verkoille on varattu taajuuksia 68–87,5 MHz:n, 146–174 MHz:n ja 406,1–470 MHz:n alueilta. 160 MHz:n alueelta on osa kaistoista osoitettu meri-VHF:n käyttöön, 410–430 MHz:llä on lisäksi radiolinkki-käyttöä ja 450–470 MHz:llä toimii myös Digitan @450-verkko.

80 MHz:n (68–87,5 MHz) taajuusalueen suurimmat käyttäjäryhmät ovat nykyisin sotilaallinen maanpuolustus, harrastuskäyttö (RHA68), voimahuolto ja taksit. Rajallisen laitetarjonnan vuoksi varsinaiset PMR-verkot näyttävät siirtyvän ylempille taajuuksille ja 80 MHz:n alueelle jää pääasiassa sotilaskäyttö ja harrastuskäyttö. Suurehokot taksinvälitysjärjestelmät ovat alkaneet siirtyä GSM/GPRS-pohjaisiin sovelluksiin, joskin osa verkoista käyttää edelleen PMR-taajuuksia.

160 MHz:n alueella (146–174 MHz) tehdään taajuuksien käytön uudelleenjärjestelyä aina kun se on mahdollista. Tällöin dupleksivälit muutetaan 4,6 MHz:iin (tukiasemat lähettävät ylempällä puolella) eurooppalaisen suosituksen T/R 25-08 mukaisesti. Viranomaisradioverkon (VIRVE) käyttöönoton jälkeen vanhoista viranomaisten taajuuksista osan odotetaan vapautuvan vähitellen muuhun käyttöön. Joitain viranomaistoimintoja, kuten osa palotoimesta, jää kuitenkin vanhoille viranomaistaajuuksille. Taajuuksien riittävyttä ruuhka-alueilla ja Suomen raja-alueilla vaikeuttavat nykyisin käytössä olevat eurooppalaisesta suosituksesta poikkeavat dupleksivälit ja lähetyssuunnat. Toinen taajuuksien riittävyteen mahdollisesti vaikuttava tekijä on keskitaajuuksien muuttaminen eurooppalaisen suosituksen

T/R 25-08 mukaisiksi, jolloin naapurikanavan käyttö vaatii suuremman maantieteellisen etäisyyden uusien ja vanhojen PMR-verkkojen välille.

Eurooppalaisesti harmonisoitu 169,4–169,8125 MHz:n kaistan käyttösuunnitelma on avannut uusia kaistoja luvanvaraisille jäljitysjärjestelmille sekä luvasta vapaille kuunteluapuvälineille, turvapuhelimille, mittarinluentajärjestelmille ja jäljitysjärjestelmille.

Digitaalisille PMR/PAMR-verkoille, kuten TETRA:lle, on osoitettu taajuuskaistoja 410–430 MHz:llä. PMR:n lisäksi kaistalla toimivien 1- ja 4-kanavaisten radiolinkkien dupleksivälit on muutettu 10 MHz:ksi, jonka vuoksi kaistalta voidaan osoittaa lisätaajuuksia PMR-verkkojen käyttöön. Tämä kaista on tärkein kapeakaistaisten (25 kHz) digitaalisten PMR/PAMR-verkkojen kaista.

Eurooppalaisessa taajuuksien käyttösuunnitelmassa on simpleksikaistaksi, eli yhden taajuuden järjestelmien käyttöön osoitettu 406,1–410 MHz:n ja 440–450 MHz:n alueet. Tällä kaistalla toimivien PMR-, kaukokäyttö- (radiomodeemi) ja radio-ohjainlaitteiden määrän odotetaan kasvavan nopeasti ja taajuuksista voi tulla pulaa ruuhka-alueilla.

PMR-järjestelmien dupleksivälit pyritään yhtenäistämään 10 MHz:iin 450–470 MHz:n alueella ERC:n suosituksen T/R 25-08 mukaisesti, mutta se tulee viemään aikaa ja voi vaikuttaa taajuuksien riittävyyteen siirtymäaikana. NMT450-verkolta vapautuneesta kaistasta on osoitettu Digtan @450 laajakaistaisen matkaviestinverkon käyttöön pääkaupunkiseudulla noin 2 x 3,2 MHz:n taajuuskaista ja muualla Suomessa lisäksi n. 2 x 1,3 MHz. Loppuosa kaistasta on osoitettu PMR-verkoille, joiden taajuuksista on ruuhka-alueilla ollut pulaa.

Euroopassa vuonna 1998 harmonisoitu 446–446,1 MHz:n taajuuskaista on osoitettu analogisille PMR446-puhelimille, jotka ovat Suomessakin luvasta vapautettuja. Laitteissa on kahdeksan simplex-kanavaa

(yhden taajuuden kanava). Laitteiden säteilyteho on enintään 0,5 W.

Tällä hetkellä tarjolla on useiden eri valmistajien laitteita ja laiteparin hinta on hyvin edullinen. PMR446-puhelimia on otettu yleisesti käyttöön esimerkiksi työmailla, joissa vaadittavat yhteysetäisyydet ovat pieniä. Samoin karavaanarit ovat alkaneet suosia PMR446-puhelimia LA/CB-puhelinten sijaan. PMR446-puhelin ei kuitenkaan sovellu pidempiä (useita kilometrejä) yhteysetäisyyksiä varten, joten esimerkiksi metsästäjät tulevat edelleen käyttämään perinteisiä, luvanvaraisia 80 MHz:n alueen VHF-puhelimia.

Euroopassa on harmonisoitu taajuuskaista 446,1–446,2 MHz digitaaliselle PMR446:lle. Näiden laitteiden käyttö tulee olemaan samanlaista kuin analogisten PMR446:n, mutta digitaalisella PMR446:lla myös datansiirto on mahdollista. Digitaaliset PMR446-laitteet ovat luvasta vapaita ja niiden käytön oletetaan kasvavan nopeasti. Radiolaitteiden käyttäjät voivat hankkia digitaalisia PMR446-laitteita korvaamaan luvanvaraisia PMR-laitteita, mutta taajuuksien yhteiskäytön sekä rajatun säteilytehon (500 mW erp) vuoksi se ei kata kaikkia ammattikäytön PMR-tarpeita.

Taajuusalue 870–876/915–921 MHz on edelleen varattu digitaalisille PMR-verkoille, mutta tällä hetkellä alue on sotilaskäytössä. Kaistalle ei todennäköisesti kuitenkaan tule laajaa PMR-käyttöä ja Euroopan tasolla tutkitaan, mitä muuta käyttöä kaistalle voisi tulla.

11.6 Ennuste taajuustarpeen ja laitemäärän kehityksestä

Perinteisiltä yksityisten radioverkkojen taajuusalueilta 160 MHz ja 450 MHz on joko siirtynyt tai siirtymässä käyttöä uusiin verkkoihin, kuten viranomaisradioverkko VIRVEen ja rautateiden GSM-R-verkkoon. Vapautuvaa taajuuskapasiteettia ei kuitenkaan saada kokonaan uuteen käyttöön. Osa vanhoista viranomaisten radioverkkojen toiminnoista, kuten palo- ja pelastustoimen savusukellus ja sireeninkäynnistykset, säilyvät vielä käytössä, kunnes

korvaavat järjestelmät on saatu käyttöön. Lisäksi 160 MHz:n ja 450 MHz:n kaistat ovat 1960- ja 1970-luvuilla otettu Suomessa nykyisestä eurooppalaisesta suunnitelmasta poikkeavalla tavalla käyttöön (esim. tuki- ja mobiiliasemien lähetystaajuuksien ero poikkeava eurooppalaisesta suosituksesta). Tämä rajoittaa oleellisesti taajuuksien tehokasta käyttöä Suomessa niillä alueilla, joissa taajuuksien käytöstä on sovittava Viron ja Venäjän kanssa.

Yksityisten radioverkkojen (PMR), radiomodeemiverkkojen ja radio-ohjaimien käyttöön varatut taajuuskaistat riittävät näiden radioverkkojen tarpeisiin vuoteen 2017 asti.

Kokonaisuudessaan PMR-verkkojen sekä tukiasemien että liikkuvien asemien lukumäärä pienenee nykyisestä jonkin verran, koska esimerkiksi rautateiden GSM-R-verkko korvaa lähivuosina pääosan nykyisistä rautateiden erillisverkoista. Tuki- asemien lukumäärän lasku on hidastunut ja se pysyy tulevaisuudessakin vajaan 5 000 tukiaseman tasolla. Myös liikkuvien asemien määrä pysyy nykyisellä n. 86 000 tasolla. Radio- ja kauko-ohjaus- ja datasiirtolaitteiden määrä kasvaa nykyisestä noin 19 500:een vuoteen 2014 ja 20 500:een vuoteen 2017 mennessä.

Osa PMR-käyttäjistä siirtynee digitaalisen PMR446:n käyttäjiksi. Osa datasiirron tarvisijoista voi luopua omista verkoistaan ja siirtyä (tai menee jo alunperin suoraan) GSM/3G-datasiirtoon – etenkin, kun datasiirronhinnat ovat laskeneet.

11.7 Yksityisten radiopuhelinverkkojen, kauko-ohjaus- ja datasiirtoverkkojen sekä radio-ohjausverkkojen luvanvaraisuus

Verkkojen käyttötarpeet edellyttävät häiriötöntä toimintaa. Tämän takia tarvitaan joko tapauskohtainen tai laiteryhmäkohtainen taajuussuunnittelu. Niissä laiteryhmissä, joiden käyttöönottoon on osoitettu eurooppalaisesti harmonisoitu taajuusalue, lähettimet on voitu vapauttaa luvanvaraisuudesta, esim. PMR446.

12 Merenkulun radioliikenne

12.1 Meri-VHF

Meri-VHF-puhelimella varustettujen alusten lukumäärä kasvoi vuoteen 1994 asti, jolloin määrä oli 13 200. Sen jälkeen määrä alkoi hitaasti laskea, kunnes vakiintui noin 11 000:een.

Meri-VHF-taajuuksien käyttöaste ja merkitys tulevat kasvamaan, koska väylävalvonta- ja muut turvallisuusjärjestelmät ja satamat tarvitsevat enenevässä määrin taajuuksia. Samalla häiriötilanteista tulee kriittisempiä kuin nykyisin. Myös kansainvälinen koordinaatio aiheuttaa enemmän ongelmia.

Maissa olevien meri-VHF-asemien (rannikkoradioasemien) määrä ja merkitys kasvavat tulevaisuudessa, koska meriturvallisuus ja ympäristönsuojelu vaativat jatkuvasti täsmällisempää ja nopeampaa meriliikenteen ohjailua ja tietojen kokoamista. Nämä asemat on toteutettava kansainvälisillä meri-VHF-taajuuksilla, koska mistä tahansa maasta tulevien alusten on saatava tarvitsemansa turvallisuus- ja ohjailupalvelut.

Samakanavahäiriöt meri-VHF-taajuuksilla lisääntyvät. Asialle ei ole tehtävissä mitään, koska erityisesti Viron ja Venäjän meri-VHF-taajuuksien käyttö on kasvanut nopeasti. Siitä syystä rajoitettua kanavamäärää joudutaan jakamaan entistä suuremmalle käyttäjäjoukolle. Tulevaisuudessa meri-VHF-käyttäjien on hyväksyttävä se, että samakanavahäiriöitä esiintyy ja sopeutettava toimintansa sen mukaiseksi. Vain tärkeimmät käytöt (turvallisuusviestintä ja VTS/GOFREP-liikenne) pyritään suojaamaan.

Suomi on tehnyt useita aloitteita meri-VHF-kanavajärjestelmän muuttamiseksi toimimaan 12,5 kHz:n kanavajaolla. Muutos helpottaisi taajuuspulaa. Mahdollisuus 12,5 kHz:n kanavajaon käyttämiseen toteutui ITUn vuoden 2007 radiokonferenssissa (WRC-2007). Uuteen kanavajakoon siirtymiselle ei kuitenkaan liity määräaika.

Siirtymäkaudesta tulee pitkä, koska 12,5 kHz:n kanavajaolla toimivia rannikkoradioasemia ei voi ottaa käyttöön, ennen kuin

maailman kauppalaivasto on varustettu vastaavilla laitteilla.

12.2 Merenkulun LF-, MF- ja HF-alueiden käyttö

Merenkulun MF-taajuuksilla toimiva kauko-ohjattu keskitetty rannikkoradioverkko oli Suomen Erillisverkkojen ylläpitämä vuoden 2009 loppuun asti. Sitä käyttivät Rajavartiolaitos ja Merenkulkulaitos. Verkko oli hätä- ja turvallisuuskäytössä (turvallisuusvaroitukset, hätäliikenne). Liikennevirasto ja Rajavartiolaitos aloittivat vuoden 2010 alussa uudenlaisen yhteistyön, jossa ne ylläpitävät kahta rinnakkaista järjestelmää, hätäradioverkkoa ja turvallisuusradioverkkoa, joita voidaan operoida dynaamisesti keskenään ja jotka toimivat toistensa varajärjestelminä. Uusi järjestely tehostaa olemassa olevien taajuuksien käyttöä. Liikennevirastolla ja Rajavartiolaitoksella on lisäksi joitakin yksittäisiä MF/HF-taajuuksilla toimivia asemia.

Liikennevirasto ylläpitää lisäksi radionavigointia palvelevia LF-taajuuksilla toimivia D-GPS-korjaussignaalin lähetysasemia. Kaikki merenkulun LF/MF/HF-taajuuksien käyttö on meriturvallisuuden kannalta kriittistä, ja sen on saatava niin hyvä häiriösuojaus kuin näillä taajuusalueilla on mahdollista.

Ulkomaanliikenteen kauppa-aluksissa säilyy MF/HF-asema tulevaisuudessakin. Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO suunnittelee MF/HF-taajuuksilla toimivaa sähköpostijärjestelmää merenkulun hätäjärjestelmän osaksi. Sen toteutuminen lisäisi näiden taajuusalueiden käyttöä. Järjestelmän kansainväliset standardit ja taajuusratkaisut on suunniteltu. Tarvittavat taajuusratkaisut tehdään vuonna 2012 ITU:n radiokonferenssissa.

12.3 Ennuste laitemäärän kehityksestä

Meri-VHF-puhelimella varustettujen alusten lukumäärässä ei arvioida tapahtuvan merkittäviä muutoksia vuoteen 2017

mennessä. Laitteiden määrä on alusten määrää suurempi, koska kauppa-aluksissa on yleensä useita meri-VHF-puhelimia.

Rannikkoradioasemien (eli maihin kiinteästi sijoitettujen meri-VHF-taajuuksilla toimivien tukiasemien) määrä sisältyy PMR-verkkojen tukiasemien lukumäärään. Monessa tapauksessa sama asema käyttää sekä oman radioverkon taajuuksia että sille määrättyjä meri-VHF-taajuuksia. Siitä syystä tarkkaa lukumäärää ei voi arvioida. Rannikkoradioasemia on noin 300–400. Rannikkoradioasemien määrä kasvaa hieman.

12.4 Merenkulun radioliikenteen luvanvaraisuus

Alusten radioasemat tarvitsevat yksilöllisiä tunnisteita, erityisesti tunnuskirjaimia (kutsumerkkejä) ja meriradionumeroita. Viestintävirasto varaa nämä tunnisteet alukselle radioluvan myöntämisen yhteydessä. Samalla kun aluksen radiolupa myönnetään, sen tunnuskirjaimet ja meriradionumero päivittyvät tietokantaan, joka on meripelastuskeskusten käytössä. Kauppamerenkulun aluksista lähetetään tieto myös ITUn tietokantaan.

Suomalaisen aluksen joutuessa merihätään ulkomailla, sen kansallisuus voidaan todeta meriradionumerosta ja tunnuskirjaimista. Pelastustoimia hoitava viranomainen saa numeron tai tunnuskirjainten perusteella aluksen tiedot selville joko Turun meripelastuskeskuksesta tai ITUn tietokannasta.

Tunnisteiden jakaminen on helpointa toteuttaa lupamenettelyn yhteydessä. Jos alusten radiolaitteiden luvanvaraisuudesta luovuttaisiin, tunnisteiden jakaminen ja ylläpito olisi toteutettava jollakin muulla tavoin.

Meriradiotaajuuksien käyttö on pitkälle standardoitu, joten aluksen radiolupaa myönnettäessä ei tehdä taajuussuunnitelua. Tästä seuraa, että käyttäjiltä vaaditaan radioliikenteen menettelyjen ja meriradiotaajuuksien käyttöä koskevien sääntöjen tuntemista. Aluksen radioluvan myöntämi-

sen yhteydessä samalla tarkastetaan, että luvanhaltijalla on laitteiden käyttämiseen tarkoitettu pätevyystodistus. Luvanvaraisuudesta luopuminen edellyttäisi, että pätevyyksien valvontaan kehitettäisiin toinen menettely.

Aluksen radioluvan muodosta ja ulkoasusta sekä tietosisällöstä on ohje kansainvä-

lisessä radio-ohjesäännössä. Ulkomaanliikenteessä olevien alusten asiakirjoja tarkastetaan ulkomaisten satamissa, joten kauppa-alusten osalta luvanvaraisuudesta luopuminen edellyttäisi muutoksia kansainvälisiin sopimuksiin.

Meriradiotaajuuksien käyttöön maissa tarvitaan aina lupa, koska meriradiotaajuudet

liittyvät osana merenkulun turvallisuuteen. Rannikkoradioasemat saavat luvassaan käyttöoikeuden ainoastaan omaan toimintaansa liittyville meriradiotaajuuksille ja rannikkoradioaseman operaattorilta edellytetään samaa pätevyyttä, kuin alusluvan radioaseman käyttäjältä.

13 Ilmailun radioliikenne

13.1 Ilmailun LF-, MF- ja HF-taajuusalueiden käyttö

ICAO (International Civil Aviation Organization, kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö) on jo pitkään suunnitellut HF-taajuuksien käyttöön perustuvaa viestintäjärjestelmää. Jos se toteutuu, reittilentoliikenteen HF-taajuustarve voi lisääntyä. ICAOn suunnitelmien toteutumista on kuitenkin tällä hetkellä vaikea arvioida.

13.2 Ilmailun VHF-alueen käyttö

ICAO hyväksyi maaliskuussa 1995 Eurocontrolin (European Organisation for Safety of Air Navigation, eurooppalainen ilmailunavigoinnin turvallisuusjärjestö) aloitteen perusteella kanavavälin pienentämisen 25 kHz:stä 8,33 kHz:iin taajuusvälillä 118–137 MHz. Muutoksella arvioidaan saatavan käyttöön 50 uutta taajuutta tiheimmän liikenteen alueelle Keski-Eurooppaan, missä lennonjohtosektoreiden määrää on jouduttu lisäämään lentoliikenteen kasvun myötä. Euroopassa kaikkien lentopinnan 195 (19 500 jalkaa) yläpuolella lentävien koneiden on oltava 15.3.2007 lähtien varustettuina 8,33 kHz:n kanavavälillä toimivilla radioilla taajuusvälillä 118–137 MHz.

Suomessa ei toistaiseksi ole Suomen ilmatilarakenteesta ja ilmailutaajuuksien riittävydestä johtuen otettu käyttöön aluelennonjohdossa 8,33 kHz:n kanavaväliä lentopinnan 195 yläpuolella. Kanava-jaon 8,33 kHz vaatimukset ilma-aluksille ovat kuitenkin voimassa ja Suomi nou-

dattaa ICAOn sopimusta edellä mainitun mukaisesti.

Täyttyvän taajuusalueen 118–137 MHz lisätaajuuksista päätetään vuoden 2012 radiokonferenssissa. Mahdollisia ratkaisuja ovat taajuusalueet 112–118 MHz, 960–1 164 MHz, 5 000–5 030 MHz ja 5 091–5 150 MHz.

13.3 Taajuustarpeen kehitys ja ennuste laitemäärän kehityksestä

Nopeasti kasvaneen ilmailuliikenteen ja lentokoneteollisuuden kehityksen turvaamiseen löydettiin lisätaajuuksia vuoden 2007 radiokonferenssissa, mutta edelleen lisätaajuuksia haetaan vuoden 2012 radiokonferenssissa. Uutena sovelluksena on esillä mm. taajuuksien varaaminen miehittämättömille ilma-alusjärjestelmille. Miehittämättömiä ilma-aluksia käytetään nykyään suljetussa ilmatilassa pääosin sotilasilmailun sovelluksiin, mutta tarkoituksena on tulevaisuudessa laajentaa miehittämättömien ilma-alusten käyttöä myös siviilisovelluksiin perinteisen matkustaja- ja rahtiliikenteen kanssa jaetussa ilmatilassa.

VHF-taajuuksia käyttävien ilma-alusten määrä pysynee nykyisellä tasollaan. Ilmailutaajuuksia käyttävien harrastajien (riippuliitäjät, kuumailmapalloilijat, ultrakevyet ilma-alukset jne.) määrä kasvane hitaasti. Käyttöön osoitettujen taajuuksien määrän ei kuitenkaan arvioida kasvavan seuraavan vajaan kymmenen vuoden aikana, koska

harrasteilmailussa käytetään harrastetoimintaan koordinoituja valvomattomien lentopaikkojen taajuuksia eikä lisäystarpeita ole odotettavissa.

13.4 Ilmailun radionavigointiliikenne

Ilmailun radionavigoinnilla tarkoitetaan ilma-aluksen paikan, nopeuden, etäisyyden ja suunnan jatkuvaa määrittämistä radioaaltojen avulla. Radionavigointiin käytetään useita järjestelmiä, joiden taajuudet ovat noin 400 kHz (LF/MF-lähestymismajakka), 75 MHz (ILS-merkkilähetin), 108–112 MHz (ILS-suuntasädelähetin), 112–118 MHz (VOR-monisuuntamajakka), 328,6–335,4 MHz (ILS-liukusädelähetin) ja 962–1 213 MHz (DME-etäisyydenmittauslaite).

Suomessa LF/MF-majakoiden määrä on vähentymässä ja tulevaisuudessa 400 kHz:n majakkataajuuksia vapautuu vähitellen. DME-järjestelmän taajuuksia puolestaan tarvitaan tulevaisuudessa lisää niin kansallisesti kuin kansainvälisestikin. Keski-Euroopassa DME-järjestelmät kärsivät taajuuspulasta jo tällä hetkellä. Muiden ilmailun radionavigointijärjestelmien taajuuksien käyttö ei muutu oleellisesti nykyisestä tasosta tulevaisuudessa, sillä taajuuksien käyttö on hyvin vakiintunutta edellä mainituilla taajuusalueilla.

Ilmailun radionavigoinnissa käytetään tulevaisuudessa enenevässä määrin myös satelliittipohjaisia järjestelmiä.

14 Radioamatööri liikenne

Radioamatöörilupien määrä pysynee 6 000–7 000 välillä. Radioamatöörilupa oikeuttaa käyttämään useita radioamatöörilähettäjiä, joten todellinen laitemäärä on lupamäärään verrattuna arviolta kaksinkertainen.

15 Ympäristön kaukokartoitus ja -valvonta

15.1 Automaattiset havaintoasemaverkot

Sää- ja ympäristöhavaintojen määrä ja monipuolisuus lisääntyvät vuoteen 2017 mennessä ja niiden välittäminen siirtyy enenevässä määrin langattomien verkkojen varaan. Pääasiallisina tiedonsiirtokanavina tulevat kustannussyistä olemaan matkaviestinverkot ja internet-liityntäverkot. Tiedonkulun varmistamiseen tarvitaan myös muita radioverkkoja, kuten luvanvaraisia radiomodeemiverkkoja sekä luvasta vapautettuja WLAN-taajuuksia 2,4 GHz:lla ja 5 GHz:lla sekä VSAT-satelliittiyhteyksiä 14 GHz:lla.

15.2 Radiosondit ja säätutkat

Taajuusalue 400,15–406 MHz on radiosondeille tärkeä, koska suurin osa liikenteestä tapahtuu näillä taajuuksilla. Teknologian kehitys mahdollistaa kapeakaistaisen ja stabiilin lähettimen kohtuuhintaisen valmistamisen, joten aivan koko taajuus-alueetta ei enää tarvittane radiosondien käyttöön tulevaisuudessa. Lisäksi liikenne voidaan radioteknisesti tiivistää 3 MHz:n levyiselle taajuuskaistalle ainakin Suomessa. ITUn ja WMO:n suosituksesta 1 680 MHz:n taajuusalueella toimivien radiosondien lähettimien käyttö tullaan keskittämään osakaistalle 1 675–1 683 MHz.

Suomessa säätutkat ovat käytössä 5 500–5 650 MHz:n taajuusalueella. Suomessa on kahdeksan säätutkan muodostama operatiivinen säätutkaverkko ja sen lisäksi muutama tutkimuskäytössä oleva tutka. Koska vanhat magnetron-tyyppiset tutkat muodostavat häiriöriskin erityisesti

yläpuolisilla kaistoilla oleville radiolinkeille, on tutkien häiriösuodatukseen jo vuosia kiinnitetty Suomessa erityistä huomiota.

Ilmatieteenlaitos on uusimassa säätutkaverkkoaan lähivuosien aikana. Uudet tutkat täyttävät niille asetettu tiukat harhalähetevaatimukset, joten lisääntyvä radiolinkikäyttö on yksinkertaisin taajuussuunnittelukeinoin suojattavissa uusien tutkien harhalähetteiltä ja siksi häiriötilanne on jopa paranemassa nykyisestäään.

15.3 Sää- ja ympäristösatelliitit

Sää- ja ympäristösatelliitit ottavat vastaan passiivisesti maanpinnan ja ilmakehän eri kerrosten lähettämää radio- ja mikroaalto-säteilyä tätä tarkoitusta varten erityisesti varatuilla radiotaajuuksilla, kuten 25,55–25,67 MHz, 1 400–1 427 MHz, 1 660,50–1 668,40 MHz, 2 690–2 700 MHz, 10,68–10,70 GHz, 15,35–15,40 GHz, 31,3–31,50 GHz, 50,20–50,40 GHz. Lisäksi mm. seuraavia taajuusalueita käytetään kansainvälisesti sääsatelliiteista maahan päin suuntautuvalla radioliikenteelle: 137–138 MHz, 400,15–401,0 MHz, 1670–1710 MHz, 7 450–7 550 MHz ja 7 750–7 850 MHz.

Sää- ja ympäristösatelliiteissa toimii myös synteettisen apertuurin (SAR), tutka-, korkeus-, sironta-, sadetutka- ja pilvitutka-antureita muun muassa taajuuksilla 432–438 MHz, 1 215–1 300 MHz, 3 100–3 300 MHz, 5 250–5 470 MHz, 8 550–8 650 MHz, 9 500–9 800 MHz, 9,975–10,025 GHz, 13,250–13,750 GHz, 17,20–17,30 GHz, 24,050–24,250 GHz, 35,50–35,60 GHz, 78,0–79,0 GHz ja 92,0–95,0 GHz.

15.4 Tuuli- ja radioakustiset keilaimet

Tuulikeilaimet ovat tutkia ja ne toimivat Suomessa 1 270–1 295 MHz:n taajuusalueella. Sääluotaustoiminnan täysautomaatio ja kasvava tarve saada yläilmakehän eri korkeuksilta myös jatkuvia tuuli- ja lämpötilahavaintoja saattavat lisätä myös muiden taajuusalueiden tuuli- ja radioakustisten (RAS) keilainten käyttötarvetta.

15.5. Aallonmittauspoijut

Suomea ympäröivillä avomerialueilla sijaitsevien aallonmittauspoijujen havaintojen keruuseen ja paikan seurantaan käytetään pääasiassa Argos-satelliittijärjestelmää. Argos-lähettimillä varustetut laitteet toimivat taajuudella 401,650 MHz. Argos-lähettäjiä voidaan ajoittain käyttää myös muissa meritieteellisissä poijuissa. Argos-taajuus on käytössä maailmanlaajuisesti.

Rannikon lähistöllä sijaitsevat aallonmittauspoijut käyttävät 29–30 MHz:n taajuus-alueetta. Näiden aaltopoijujen käyttö jatkuu tulevaisuudessa nykyisessä laajuudessaan. Vanhemmat, käytöstä poistumassa olevat analogiset mittauspoijut toimivat taajuus-alueella 27–28 MHz.

15.6 Taajuustarve ja laitemäärät

Ympäristön kaukokartoitukseen ja -valvontaan käytettävien radiolaitteiden taajuudet tulevat riittämään tarkastelujakson aikana eikä uusia taajuuksia ole tarvetta ottaa käyttöön laajemmalti. Suomessa käytössä olevien laitteiden lukumäärä on pieni.

16 Muut radiolaitteet

16.1 Muut radiolähettimet

Edellä mainittujen radiolähettimien lisäksi käytössä on vähäisiä määriä muun muassa tutkia sekä erilaisia tutkimus- ja tiedetarkoituksissa käytettäviä radiolähtimiä.

Näitä laitteita on Suomessa joitain satoja eikä niiden määrässä tulevaisuudessa tapahdu oleellista muutosta.

16.2 Vastaanottimet

Tutkimuskäytössä, kuten esimerkiksi radioastronomiassa on vastaanottimia, jotka eivät tarvitse radiolupaa. Näiden vastaanottimien käyttämät taajuudet on varattu tähän käyttöön ja niiden käyttö suojataan taajuussuunnittelulla muiden käyttäjien häiriöiltä.

17 Luvasta vapautetut radiolähettimet

17.1 Luvasta vapaat radiolähettimet

Luvasta vapautettuja laitteita arvioidaan olevan Suomessa kaikkiaan noin kymmenen miljoonaa. Laitteiden täsmällistä määrää on mahdotonta arvioida, sillä niistä ei ole saatavilla luotettavia tilastoja. Tekniikan kehittyessä luvasta vapautettujen taajuuksien ja laitteiden määrä kasvaa ja yhteiskäyttöisyys luvanvaraisten laitteiden kanssa laajenee.

17.2 Uudet luvasta vapaat radiolähettimet

Uudet teknologiat mahdollistavat kehittyneempiä lyhyen kantaman laitteita ja verkkoja, joilla tyypillinen toimintaetäisyys on alle 10 metriä. Lyhyen kantaman verkkojen ja laitteiden käyttö kasvaa sekä teollisuudessa että henkilökohtaisessa viestinnässä (matkapuhelimet, digitaalikamerat, kannettavat tietokoneet, kotielektroniikka ja niiden oheislaitteet). Teollisuudessa kustannuksiltaan edullisilla langattomilla anturiverkoilla korvataan asennus- ja ylläpitokustannuksiltaan kalliita kaapeliverkkoja. Langaton, yksinkertainen ja vähän virtaa kuluttava ilman tukiaseman ohjausta toimiva itseorganisoituva laite (LR-WPAN, Low Rate-Wireless Personal Area Network) on käyttökelpoinen

myös muissa sovelluskohteissa, koska laitteet voivat kytkeytyä verkkoon ilman käyttäjän toimenpiteitä. LR-WPAN-sovelluksia voidaan käyttää myös kannettavien laitteiden käyttöliittymien hallintaan.

Radiotaajuinen tunnistus (RFID) mahdollistaa myös monia uusia logistiikkasovelluksia teollisuudessa, kaupassa ja kuljetusalalla ja niiden käyttö yleistyy laajasti. RFID:n käyttö perustuu lähietäisyydeltä luettaviin tunnisteesiin.

UWB (Ultra Wide Band) on laajakaistainen teknologia, joka mahdollistaa nopean yli 100 Mbit/s tiedonsiirtokapasiteetin lyhyillä etäisyyksillä (muutamasta metristä kymmeneen metriin). UWB:n kaistanleveys on tyypillisesti yli 500 MHz. Suuren siirtonopeuden lisäksi UWB:n etuna on, että yhteysetäisyys ei rajoitu näköyhteyteen. UWB-teknologiaa otetaan käyttöön henkilökohtaisessa viestinnässä, teollisuudessa, liikenteessä ja palvelusektorilla käytettävissä itseohjautuvissa verkoissa sekä PAN-tyyppisissä verkoissa (Personal Area Network), jotka eivät vaadi keskitettyä hallintaa. Lisäksi UWB-teknologiaa käyttävät erilaiset kuvantamissovellukset sekä lyhyen kantaman paikannussovellukset yleistyvät.

17.3 Yhteenveto

Luvasta vapautetuista laitteista ei peritä taajuusmaksua. Luvasta vapautettujen laitteiden taajuustarpeet ja laitteiden lukumäärä kasvavat nopeasti aiheuttaen lisääntyvää resurssien ja taajuussuunnittelun tarvetta. Luvasta vapautettujen taajuusalueiden määrä kasvaa vuoteen 2017 mennessä. Uudet taajuusalueet otetaan nopeasti käyttöön. Suomessa luvista vapautetaan pääsääntöisesti vain sellaisia taajuusalueita, joiden käyttö on harmonisoitu vähintään EU:n laajuisesti.

Kaupanpidonvalvonnan radiolaitteiden maahantuojien ja radiolaitteita myyviin liikkeisiin kohdistuvilla tarkastuksilla huolehditaan, että markkinoilla on ainoastaan vaatimukset täyttäviä luvasta vapautettuja radiolaitteita. Valvonnan yhteydessä voidaan mittaattaa radiolaitteita, jotta saadaan selville, täyttävätkö ne asetetut vaatimukset. Radiohäiriöiden selvityksessä luvasta vapaiden laitteiden aiheuttamat häiriöt aiheuttavat enenevässä määrin työtä ja sitovat radiotarkastuksen resursseja.

18 Kognitiivinen radio

Kognitiivisen radion odotetaan parantavan taajuuksien käytön tehokkuutta. Vuoden 2012 radiokonferenssissa käsitellään kognitiivisen radion kehittämiseen ja käyttöönottoon liittyvää kansainvälisen sääntelyn tarvetta.

Suomen tavoitteena on luoda sellainen kognitiivisen radion sääntely, joka mahdollistaa kognitiivisen radio käytön, mutta joka ei rajoita kognitiivisen radion

toteuttamisratkaisuja. Lisäksi edistetään kognitiivisen radion taajuuksien käyttömahdollisuuksia kannattamalla yhteensopivuustutkimuksia ITUssa etenkin niillä taajuuskaiastoilla, joissa yhteiskäyttö ei aikaisemmin ilman kognitiivisia ominaisuuksia ole ollut mahdollista. Yhteiskäytön ehtona olisi se, että sovellukset käyttävät kognitiivisia ominaisuuksia turvaten ensisijaisen käytön häiriöttömyyden.

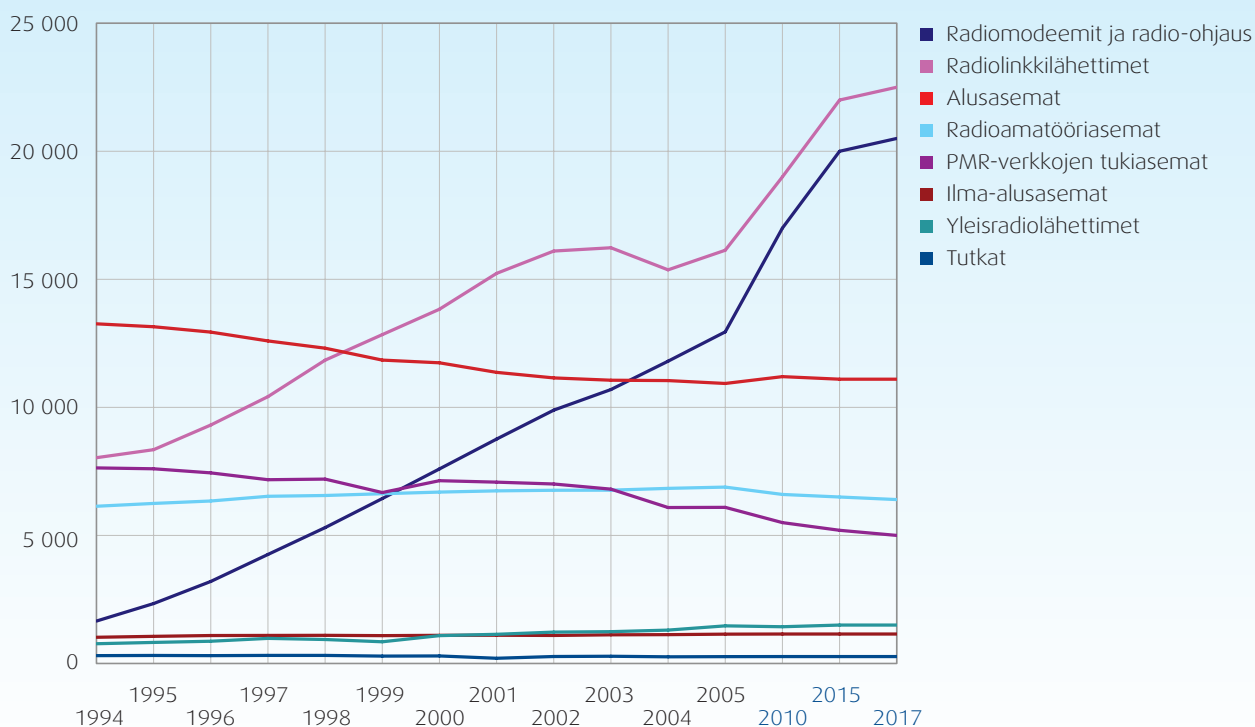
Kaupallisten tuotteiden kehittäminen ja markkinoille saattaminen edellyttää kuitenkin, että taajuuksien käytettävyydestä saadaan aikaan maailmanlaajuinen suunnitelma. Kognitiivisen radion sääntelyn tarvetta valmistellaan kansainvälisellä tasolla useassa eri työryhmässä seuraavan radiokonferenssin päätöksen tekoa varten.

19 Luvanvaraisten radiolähettimien lukumäärän kehitys

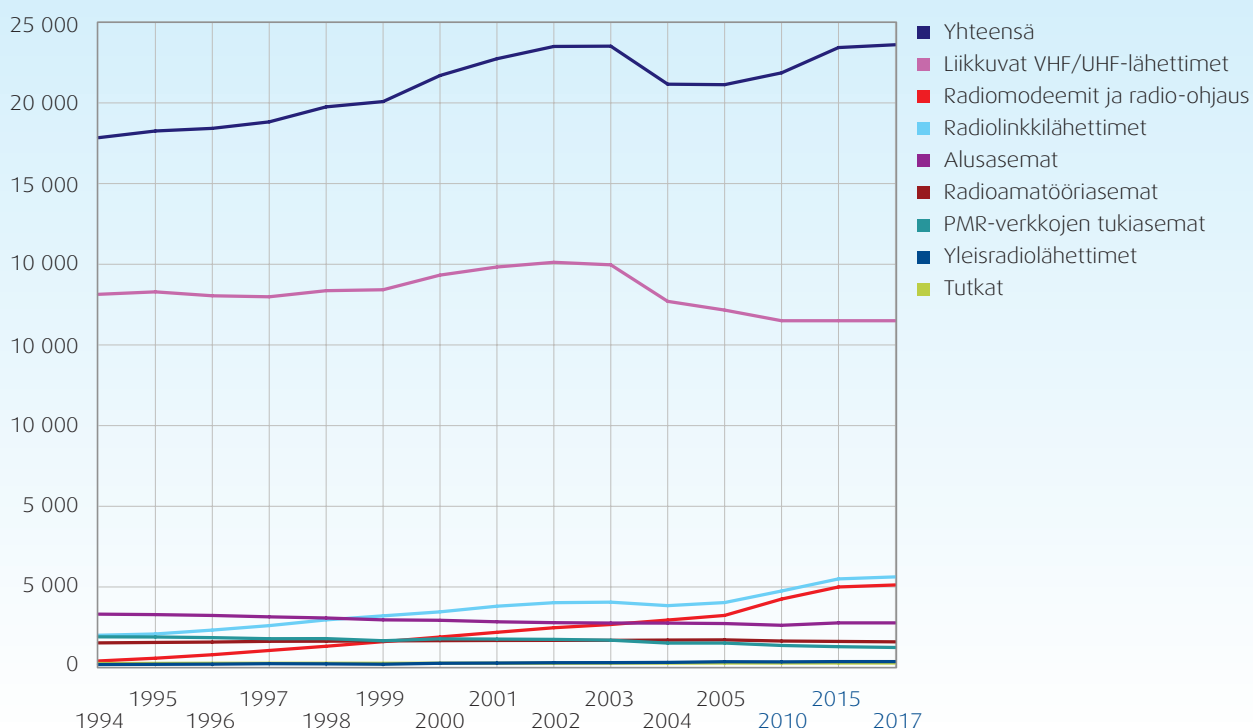
Kuvissa 19.1 ja 19.2 on esitetty arvio radiolähettimien lukumäärän kehityksestä raportin tarkastelujakson ajalta. Luvanvaraisten matkaviestinverkkojen ja VIRVEN tukiasemien lukumäärää ei ole laskettu mukaan. VIRVEN käyttöönoton jälkeen vuosina 2002–2005 purettiin suurin osa poliisin radioverkoista ja osa palo- ja pelastustoimen radioverkoista 160 MHz:llä. Tämän seurauksena liikkuvien VHF/UHF-

lähettimien määrä putosi kaikkiaan noin 9 000:lla ja vastaavasti PMR-verkkojen tukiasemien lukumäärä noin 1 000 lähettimellä. Muiden siirtyvän liikenteen verkkojen (PMR:n VHF/UHF-lähettimien, radiomodeemiverkkojen ja radiolinkkien) laitemäärän kasvun seurauksena kokonaislaitemäärä on kasvanut vuodesta 2005 alkaen.

Kuva 19.1 Yhteenveto luvanvaraisten lähettimien lukumäärän kehityksestä. Siirtyvän maaradioliikenteen VHF/UHF-lähettimien lukumäärässä ei ole mukana matkaviestinverkkojen eikä VIRVEN tukiasemien määrää. Vuosina 2002–2004 purettiin mm. poliisin, palo- ja pelastustoimen radioverkot, minkä seurauksena lähettimien kokonaismäärä putosi jonkin verran.



Kuva 19.2 Yhteenveto luvanvaraisten lähettimien lukumäärän kehityksestä ilman siirtyvän maaradioliikenteen liikkuvia VHF/UHF-lähettimiä.



20 Taajuusmaksu

Viestintävirasto perii luvanvaraisten radiolähettimien käytöstä taajuusmaksun, mutta luvasta vapautetuista laitteista maksua ei peritä. Taajuusmaksutuloilla ja vähäisessä määrin Puolustusvoimien maksamalla taajuussuunnittelumaksulla katetaan radiotaajuuksien hallinnoinnista aiheutuvat kulut. Taajuusmaksun suuruus asetetaan vuosittain sellaiseksi, että siitä kertyvä tulo vastaa radiotaajuuksien hallinnoinnista aiheutuvia kuluja.

21 Radiolaitteiden markkinoille-saattamismenettely

Viestintävirasto valvoo radiolaitteiden markkinointia, jotta kuluttajat saisivat käyttöönsä sellaisia radio- ja telepäätelaitteita, jotka täyttävät niitä koskevat vaatimukset ja sopivat käyttöön muun radio- ja televiestinnän kanssa. Käyttöön sopimattomat laitteet saattavat häiriintyä tai aiheuttaa häiriöitä muulle radio- ja televiestinnälle. Vaatimustenvastaisiksi

todetut laitteet voidaan joutua poistamaan myynnistä, ja on mahdollista, että tällaiset laitteet poistetaan markkinoilta koko EU:n alueella. Tärkeä osa valvontaa on laitteisiin liittyvistä säännöksistä ja teknisistä vaatimuksista tiedottaminen. Valvonnasta hyötyvät sekä laitteiden käyttäjät että vaatimukset täyttävien laitteiden valmistajat, maahantuojat ja kauppiat.

Radiolaitteet saatetaan markkinoille radio- ja telepäätelaitedirektiivin (1999/5/EY) mukaisesti. Radio- ja telepäätelaitedirektiivin revisiointiprosessi on käynnistetty, ja Euroopan Komission alustavan arvion mukaan uudistettu direktiivi saatettaneen voimaan vuoden 2011 aikana.

22 Radiohäiriöt ja radiolaitteiden käytön valvonta

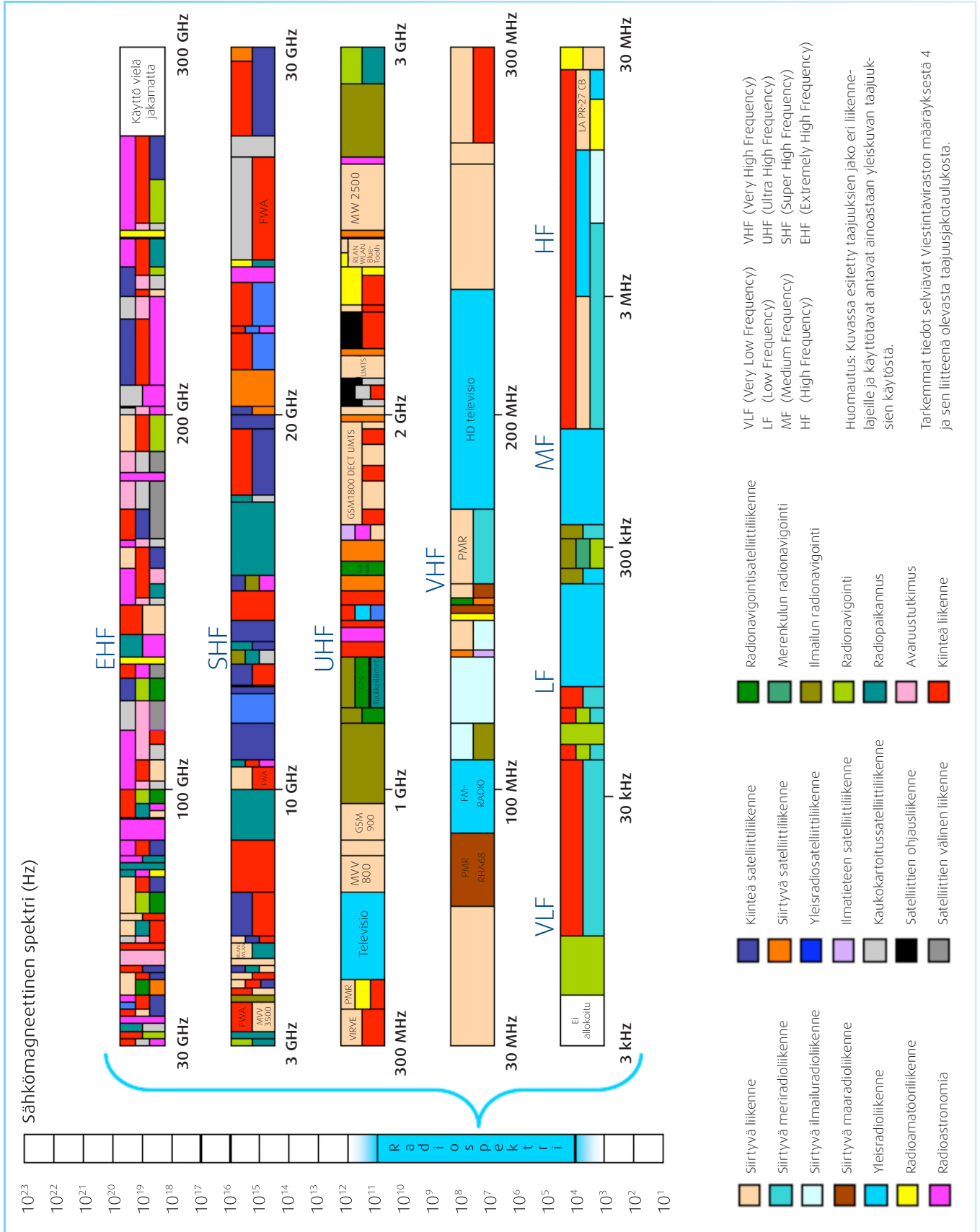
Viestintäviraston radiotarkastusyksikkö selvittää radioliikenteelle aiheutuneita häiriöitä ja suuritehoisten radioasemien ympäristössään aiheuttamia häiriöitä sähkölaitteille. Kiireellisyysjärjestyksessä etusijalla ovat hätä- ja turvallisuusliikenteelle, viranomaisverkoille, televerkon ja matkaviestinverkon runkoyhteyksille, joukkoviestinnän ohjelmansiirtoyhteyksille sekä energiahuollon ja kunnallistekniikan radioverkoille aiheutuneet häiriöt. Hätä- ja turvallisuusliikenteiden sekä viranomaisverkkojen häiriöitä selvitetään tarvittaessa myös virka-ajan ulkopuolella. Muiden

edellä mainittujen osalta toimitaan virka-ajan puitteissa erikseen sovittuina aikoina. Joukkoviestinnän vastaanottoon liittyviä häiriöitä selvitetään muiden tehtävien johdosta samalla alueella suuntautuvilla matkoilla.

Häiriöiden selvitystä tehdään yhteistyössä taajuussuunnittelijoiden ja radiolaitetarkastajien kanssa. Työstä saadut kokemukset hyödynnetään taajuussuunnittelussa ja teknisten vaatimusten muutostarpeita harkittaessa.

Radioliikenteessä ilmeneviä häiriöitä selvitetään yleensä ilmoitusten perusteella. Radiotarkastusyksikkö valvoo myös kiinteiden vastaanottoasemien ja ajoneuvoissa olevien vastaanottolaitteiden avulla taajuuksien käytön lupaehtojen mukaisuutta ja havaitsee tässä työssä myös itse potentiaalisia häiriön aiheuttajia. Luvaton taajuuksien käyttö ei aina aiheuta välitöntä häiriötilannetta, mutta voi muodostaa häiriöongelman tulevalle taajuuksien käytöllä, koska tällaisen liikenteen olemassaolosta ei ole tietoa taajuustietokannassa.

liite 1 Radiotaajuuksien käyttö



liite 2 Taajuuksien käyttö eri sovelluksille ja liikennelajeille

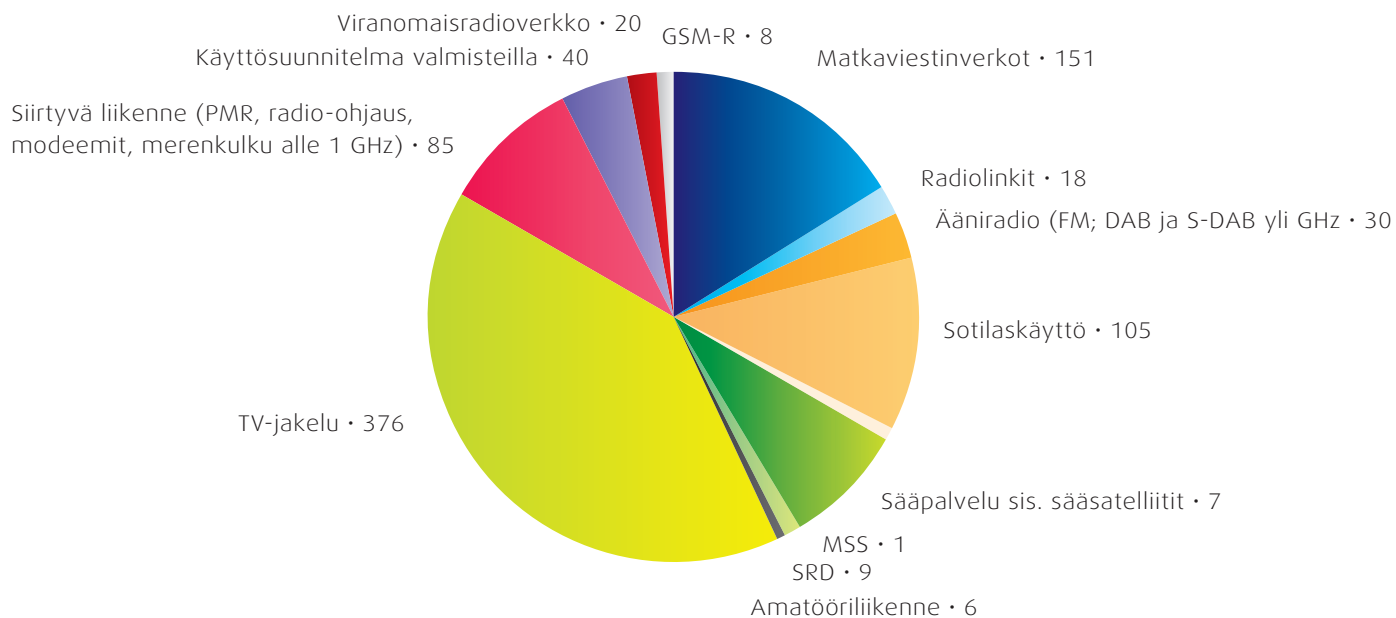
Alla olevissa taulukossa ja kuvissa on esitetty taajuuksien määrän jakautumista eri sovelluksille ja liikennelajeille. Esitystapaa

on yksinkertaistettu todelliseen käyttöön verrattuna. Esimerkiksi jollakin kaistalla olevaa ensisijaisen käytön kanssa jaettua

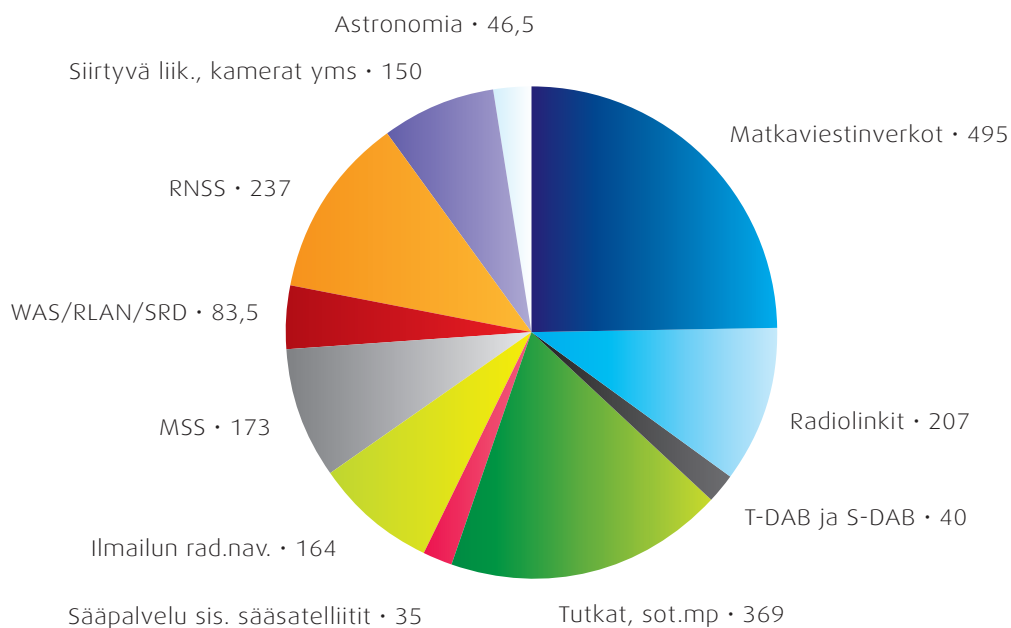
muuta käyttöä tai kaistalla olevaa muiden liikennelajien kanssa toissijaista käyttöä ei pääsääntöisesti ole erikseen esitetty.

	68 MHz–1 GHz	1–3 GHz	3–6 GHz	6–10 GHz
Matkaviestinverkot	151 MHz	495 MHz		
TV-jakelu	376 MHz			
Ääniradio (FM ja DAB)	30 MHz			
Siirtyvä liikenne (PMR, radio-ohjaus, modeemit, merenkulku)	85 MHz			
Viranomaisradioverkko	20 MHz			
Ilmailun siirtyvä- ja rad.nav.	76 MHz			
GSM-R	8 MHz			
Käyttösuunnitelma valmisteilla	40 MHz			
Siirtyvä liikenne / radiolinkit (käyttösuunnitelma valmisteilla)			140 MHz	
Radiolinkit	18 MHz	207 MHz	735 MHz	2 500 MHz
Sotilaskäyttö	105 MHz			
SRD (lyhyen kantaman laitteet)	9 MHz			
Sääpalvelu sis. sääsatelliitit	7 MHz	35 MHz		
Amatööri liikenne	6 MHz		10 MHz	
MSS	1 MHz	173 MHz		
FWA/Matkaviestinverkot			180 MHz	
WAS/RLAN/SRD		83,5 MHz		
RNSS		237 MHz	30 MHz	
Siirtyvä liikenne, kamerat yms.		150 MHz		
Astronomia		46,5 MHz	10 MHz	
WAS/RLAN/BFWA			560 MHz	
Kiinteä sat.liikenne			155 MHz	
Tutkat ja sotilaallinen maanpuolustus		369 MHz	860 MHz	1 500 MHz
Ilmailun radiokorkeusmittarit			200 MHz	
Ilmailun radio navigointiliikenne		164 MHz	120 MHz	
T-DAB ja S-DAB (ääniradio)		40 MHz		
Yhteensä	932 MHz	2 000 MHz	3 000 MHz	4 000 MHz

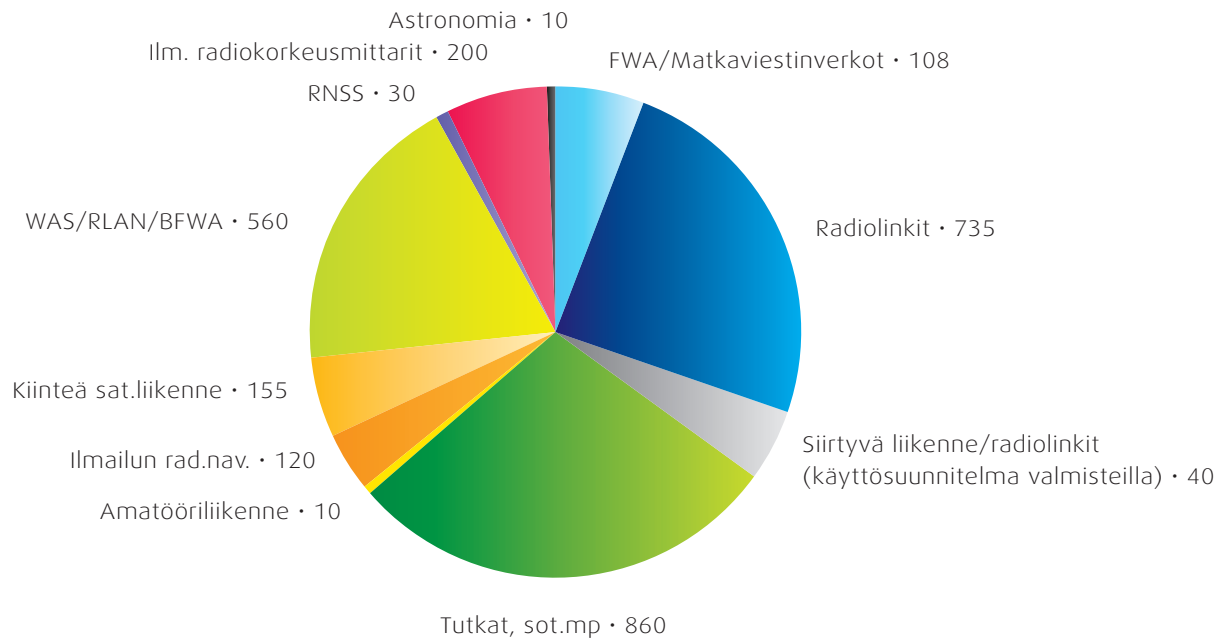
Taajuuksien määrä (MHz) välillä 68–1 000 MHz



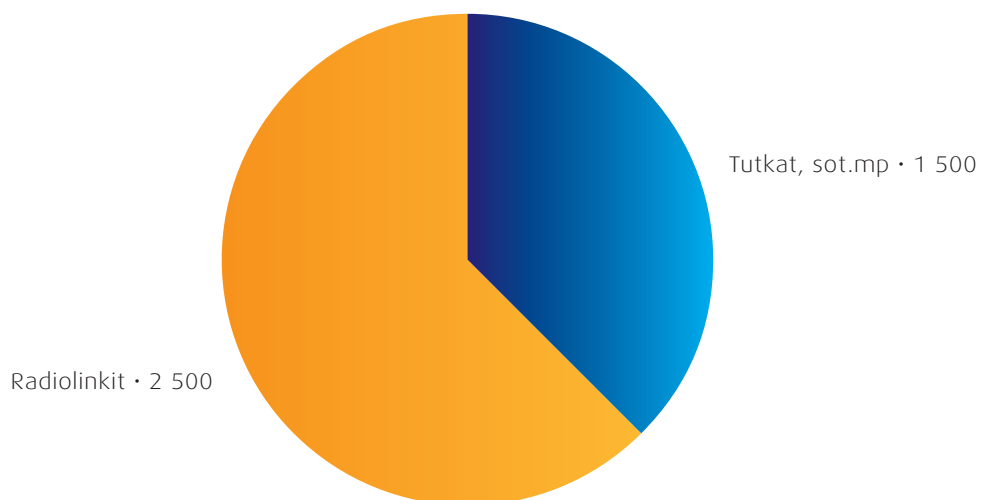
Taajuuksien määrä (MHz) välillä 1–3 GHz



Taajuuksien määrä (MHz) välillä 3–6 GHz



Taajuuksien määrä (MHz) välillä 6–10 GHz



liite 3 Luvasta vapautettujen radiolähettimien käytettävissä olevien taajuuksien määrä

Vuosi	Kaikki luvasta vapautetut laitteet				Luvasta vapautetut laitteet, kun mukaan ei ole otettu yleisten verkkojen (esim. GSM, Virve, UMTS, MSS) päätelaitteita			
	2007		2009		2007		2009	
	Taajuus- määrä	Osuus taajuus- alueesta	Taajuus- määrä	Osuus taajuus- alueesta	Taajuus- määrä	Osuus taajuus- alueesta	Taajuus- määrä	Osuus taajuus- alueesta
Taajuusalue	MHz	%	MHz	%	MHz	%	MHz	%
0–68 MHz	9,640	14,2	9,640	14,2	9,640	14,2	9,640	14,2
68–1 000 MHz	66,603	7,1	93,776	10,1	43,753	4,7	43,753	4,7
1–3 GHz	310,080	15,5	370,080	18,5	100,780	5,0	100,780	5,0
3–6 GHz	795,000	26,5	795,000	26,5	605,000	20,2	605,000	20,2
6–10 GHz	475,000	11,9	475,000	11,9	475,000	11,9	475,000	11,9
10–81 GHz	12076,000	17,0	21250,000	29,9	11150,000	15,7	18752,000	26,4

HUOM! UWB-laitteita ei ole otettu huomioon alle 10 GHz:n alueella.

liite 4 Radiotaajuuksien käytön suunnittelu

1.1 Radiotaajuuksien käytön suunnittelun tavoitteet

Radiotaajuuksien käytön suunnittelun tavoitteena on edistää langattoman tietoyhteiskunnan kehittymistä ja antaa radiolaitteiden käyttäjille mahdollisimman suuri hyöty käytettävissä olevista radiotaajuuksista. Radiotaajuuskaistojen käyttötarkoituksen muuttaminen on hidas ja kallis prosessi. Tehokkaaseen taajuuksien käyttöön pyrittäessä ensisijainen keino on siten pitkäjänteinen taajuuksien käytön yleissuunnittelu. Radiotaajuuksien käytön sääntely toteuttaa taajuuksien käytettävyyden tavoitteet. Taajuuksien käyttötavasta ja taajuusalueesta riippuen taajuuksien käytön harmonisoinnin tarve on usein maailmanlaajuinen.

Monissa uusissa sovelluksissa taajuuskaistojen harmonisointi on edellytys massamarkkinoiden luomiselle, joiden avulla pystytään valmistamaan kustannustehok-

kaasti uusinta tekniikkaa käyttäviä laitteita. Taajuuskaistojen suhteen joustavat suurtaajuusosat eivät pysty vielä moniin uusiin korvaamaan Euroopan- tai jopa maailmanlaajuisen taajuusharmonisoinnin etuja.

Teknologia ja markkinat kehittyvät eri tavalla eri maissa. Taajuuksien käytön suunnittelussa on oltava myös kansallista joustavuutta, joka sallii paikallisten olosuhteiden ottamisen huomioon. Monissa tapauksissa uuden palvelun taajuusalue on mahdollista määritellä siten, että se toisaalta antaa riittävän yksityiskohtaiset puitteet laitteiden suunnittelulle ja valmistukselle ja toisaalta jättää kansallisen taajuushallinnon tehtäväksi sopivien taajuuskaistojen nimeämisen harmonisoidun taajuusalueen sisältä. Joustavuutta voidaan lisätä myös käyttämällä siirtymäaikoja.

Taajuuksien uudelleenjärjestelyä joudutaan tekemään, kun uudelle teknologialle tai sovelluksille ei ole muuten osoitettavissa taajuuksia. Uudelleenjärjestelyissä on riittävässä määrin otettava huomioon tehdyt investoinnit sekä palvelutarjonnan jatkuvuuden ja loppuasiakkaan etujen turvaaminen.

Taajuussuunnittelutyössä kootaan yhdessä asiakkaiden ja sidosryhmien kanssa näkemystä viestinnän radiotaajuustarpeista Suomessa vuosiksi eteenpäin. Tämän kansallisen näkemyksen mukaisesti taajuushallinto pyrkii vaikuttamaan radiotaajuuksien käyttöä koskevaan päätöksentekoon kansainvälisessä yhteistyössä. Tavoitteena on saada aikaan kansainvälisiä taajuuspäätöksiä, jotka ovat Suomen kansallisten etujen mukaisia. Suomessa taajuushallinnon lähtökohtana on taajuuksien mahdollisimman joustava käytettävyyden ja sääntelyn minimointi.

1.2 Radiotaajuuksien käytön suunnittelutavat

Radiotaajuuksien käytön yleissuunnittelulla ja yksittäisillä lupa- ja taajuuspäätöksillä pyritään siihen, että käyttäjät saavat radiotaajuuksista mahdollisimman suuren hyödyn sekä nyt että tulevaisuudessa.

1.2.1 Taajuuksien käytön kansallinen ja kansainvälinen yleissuunnittelu

Taajuuksien käytön yleissuunnittelulla pyritään turvaamaan käyttökelpoisten taajuuksien jatkuva saatavuus kysyntää vastaavasti. Yleissuunnittelu perustuu ennusteisiin, joiden pohjana ovat konsultointi, ennakoitavissa oleva tekniikan kehitys ja tiedossa olevat kehityssuunnat.

Kansainvälisiä YK:n alaisen järjestön ITUn radioviestintäkonferensseja pidetään noin kolmen vuoden välein. Nämä konferenssit ovat ylin radiotaajuuksien käyttöä sääntelevä kansainvälinen järjestö. Konferenssien päätökset vaikuttavat siihen, millaisia palveluita laitevalmistajat ja teleoperaattorit voivat ryhtyä tuottamaan. Radiokonferenssien päätöksistä koostuu kansainvälinen radio-ohjesääntö, jossa on esitetty taajuuksien jako (allokointi) erilaisille radioliikenteille (käyttötavoille) ja käytön ehdot. Radio-ohjesääntö on ITUn yleissopimuksen liite, ja se on saatettu Suomessa voimaan asetuksella.

Radiokonferenssin (WRC) esityslistan tekee edellinen konferenssi. Alueelliset telehallintojen organisaatiot aloittavat tämän jälkeen omat valmistelunsa. Euroopassa valmisteluista vastaa CEPT, jonka kokouksissa 46 jäsenmaan hallinnot pyrkivät löytämään yksimielisen kannanoton konferenssin esityslistalla oleviin asioihin.

Samaan aikaan CEPTin valmistelujen kanssa hallinnot käynnistävät omat kansalliset valmistelunsa. Suomen kansallisten radiokonferenssivalmistelujen yhteydessä taajuuksien käyttäjäryhmät pääsevät vaikuttamaan Suomen kannanottoihin ja

neuvottelutavoitteisiin. Kansallisten näkökohtien selvittyä niitä pyritään edistämään eurooppalaisella tasolla CEPTin laatimissa yhteiseurooppalaisissa esityksissä ja koko maailman tasolla ITUn radiokonferensseissa.

Radiokonferenssivalmistelujen lisäksi CEPTin sähköisen viestinnän komitea (ECC) laatii, kehittää ja ylläpitää yhteiseurooppalaista taajuusjakotaulukkoa, jossa Euroopan sisäisestä taajuuksien käytöstä on sovittu yksityiskohtaisemmin kuin kansainvälisessä radio-ohjesäännön taajuusjakotaulukossa. Lisäksi ECC laatii taajuuksien käyttöä ohjaavia päätöksiä ja suosituksia. Viestintävirasto osallistuu tähän työhön ja konsultoi suomalaisia taajuuksienkäyttäjiä. Menettelyä on kuvattu liitteessä 5.

EU:n tasolla radiotaajuuspolitiikkaryhmä (RSPG) valmistele EU:ta koskevia viestintäpoliittisia kannanottoja. EU:n komissio laatii jäsenmaita sitovia taajuuksien käyttöä koskevia päätöksiä. Komissio teettää CEPT/ECC:llä selvityksiä taajuuksien käyttöön liittyvistä teknisistä ja hallinnollisista asioista. Työn tulosten pohjalta komissio yhteistyössä jäsenmaiden kanssa valmistelee taajuuspäätökset taajuuskomiteassa (RSC).

Kansallisen yhteistyön ja CEPTin päätösten tuloksena syntyy Suomen taajuuksienkäyttösuunnitelma, joka annetaan Viestintäviraston radiotaajuusmääräyksenä 4 ja joka on saatavilla Viestintäviraston internet-sivuilta. Määräyksen liite taajuusjakotaulukko sisältää tiedon siitä, mihin tarkoituksiin, minkälaisin oikeutuksin ja rajoituksin kunkin taajuuskaistan käyttöä säännellään. Myös taajuuksien käyttöä koskevat muutossuunnitelmat ovat mukana taajuusjakotaulukossa.

Radiolähettimien luvasta vapautuksesta säädetään Viestintäviraston määräyksellä 15. Määräyksen sisältö perustuu vastaaviin eurooppalaisiin CEPT/ECC:n päätöksiin.

1.2.2. Päivittäinen operatiivinen taajuussuunnittelu

Päivittäisen taajuussuunnittelun pyrkimyksenä on osoittaa radiolaitteiden käyttäjille heidän tarpeisiinsa sopivia ja riittävän häiriöttömiä radiotaajuuksia kysyntää vastaavasti. Suunnittelulla huolehditaan, että uudet tai muutetut taajuudenannot eivät kohtuuttomasti aiheuta häiriöitä tai muutoin rajoita jo käytössä olevien taajuudenantojen toimivuutta. Samalla kun huolehditaan siitä, että käyttäjän tarpeet tulevat riittävässä määrin tyydytetyiksi, huolehditaan myös siitä, etteivät nämä toimenpiteet rajoita liiaksi tulevia ratkaisuja.

Operatiiviseen taajuussuunnitteluun kuuluu samalla tai läheisillä maantieteellisillä alueilla ja samalla tai läheisillä taajuusalueilla toimivien radiojärjestelmien väliset tekniset ja operatiiviset yhteensopivuustutkimukset. Työn tuloksena radiojärjestelmälle tai laitteelle osoitetaan taajuudet ja käyttöä koskevat tekniset ja operatiiviset ehdot.

Taajuussuunnittelu saa palautetta asiakailta ja radiotarkkailulta. Häiriötilanteiden selvittelyssä saatu kokemus hyödynnetään suunnittelumenetelmien kehittämiseksi ja tarkentamisessa. Suunnittelumenetelmiä kehitetään jatkuvasti niin, että kyetään tekemään entistä vaativampia teknisiä laskentatehtäviä ja siten vastaamaan taajuusalueiden kuormituksen kasvuun ja radiojärjestelmien tekniseen kehitykseen.

liite 5 Viestintävirasto konsultoi sidosryhmiään radiotaajuuksiin liittyvissä asioissa

Lausuntopyynnöt ja niiden käsittely

Viestintävirasto lähettää sidosryhmilleen lausuntopyyntöjä taajuuksien käyttöä ja käytettävyyttä koskevien suunnitelmien, päätösten ja määräysten valmistelua, hyväksyntää ja voimaansaattamista koskevista asioista.

Lausuntopyynnöt koskevat:

- Viestintäviraston antamia määräyksiä sekä kansallisia, Euroopanlaajuisia tai alueellisia taajuuksien käyttöä koskevia suunnitelmia
- CEPT/ECC:n Frequency Management (FM), Spectrum Engineering (SE) ja Regulatory Affairs (RA) -työryhmien taajuuksien ja radiolaitteiden käyttöä sekä lupamenetelyä koskevia päätöksiä, suosituksia ja raportteja

Lausuntopyynnöt löytyvät Viestintäviraston internet-sivuilta, www.ficora.fi. Tieto uudesta lausuntopyynnöstä, pyyntöä koskevan asian käsittelystä ja voimaansaattamisesta lähetetään sidosryhmille sähköpostilla.

EU-taajuusasioiden kansallinen työryhmä

Euroopan unioniin on perustettu kaksi radiotaajuusasioita käsittelevää ryhmää:

- Radiotaajuuskomitean tehtävänä on auttaa Euroopan komissiota yhteisön radiotaajuuspolitiikan määrittelyssä ja täytäntöönpanossa.
- Radiotaajuuspoliittisia asioita käsittelevä ryhmä seuraa EU-maiden radiotaajuuksien käyttöä ja arvioi taajuuksien tulevia käyttötarpeita.

Radiokonferenssin WRC12 kansallinen valmistelu

Seuraava ITUn, International Telecommunication Union, radiokonferenssi (WRC12) järjestetään vuonna 2012. Liikenne- ja viestintäministeriö on asettanut työryhmän vastaamaan kansallisesta valmistautumisesta tähän radiokonferenssiin. Työryhmässä käsitellään radiokonferenssin viestintäpoliittiseksi tunnistettua tai muulla tavoin merkittäviä asialistan kohtia.

Valmistelutyöryhmän toimintaa tukee Viestintäviraston asettama tekninen valmisteluryhmä, joka vastaa radiokonferenssin kaikkien asialistan kohtien teknisestä valmistelusta

Työryhmät ovat avoimia kaikille.

liite 6 Lyhenneluettelo

AM	Amplitude modulation	LF	Low frequency
ATM	Asynchronous Transfer Mode	LR-WPAN	Low Rate - Wireless Personal Area network
BFWA	Broadband Fixed Wireless Access	LTE	Long Term Evolution
BWA	Broadband Wireless Access	MF	Medium frequency
CEPT	The European Conference of Postal and Telecommunications Administrations	MLS	Microwave Landing System
DAB	Digital Audio Broadcasting	MPEG	Moving Picture Experts Group
DECT	Digital European Cordless Telecommunication system	MSS	Mobile Satellite Service
DGPS	Differential GPS	NLOS	Non-line of sight
DMB	Digital Multimedia Broadcasting	OFDM	Orthogonal frequency-division multiplexing
DME	Distance Measuring Equipment	PAMR	Public Access Mobile Radio
DMR	Digital Mobile Radio	PAN	Personal Area Network
DRM	Digital Radio Mondiale	PDA	Personal Digital Assistant
DSB	Double Sideband	PMR	Professional / Private Mobile Radio
DVB-H	Digital Video Broadcasting - Handheld	RFID	Radio Frequency Identification
DVB-T	Digital Video Broadcasting - Terrestrial	RRC-06	Regional Radiocommunication Conference 2006
ECC	Electronic Communications Committee	SFN	Single Frequency Network
E-GSM	Extended Global System for Mobile Telecommunication	SIM	Subscriber Identity Module
ERC	European Radiocommunications Committee	S-DAB	Satellite Digital Audio Broadcasting
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	SNG	Satellite News Gathering
FDD	Frequency Division Duplex	SRD	Short Range Devices
FM	Frequency modulation	SSB	Single Sideband
GPRS	General Packet Radio Service	T-DAB	Terrestrial Digital Audio Broadcasting
GPS	Global positioning system	TDD	Time Division Duplex
GSM	Global System for Mobile Telecommunication	TETRA	Terrestrial Trunked Radio
GSM-R	Global System for Mobile Telecommunication, Railways	TETRA	
HDTV	High Definition Television	TEDS TETRA	Enhanced Data Service
HF	High frequency	UHF	Ultra High Frequency
HSPA	High Speed Packet Access	ULA	Ultra lyhyet aallot
HSPA+	Evolved HSPA	UMA	Unlicensed Mobile Access
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access	UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
ICAO	International Civil Aviation Organisation	UWB	Ultra Wide Band
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	VHF	Very High Frequency
ILS	Instrument Landing System	VIRVE	Viranomaisten radioverkko
IMO	International Maritime Organization	WAS	Wireless Access Systems
IMT	International Mobile Telecommunications	WLAN	Wireless Local Area Network
IP	Internet Protocol	WiFi	Wireless Fidelity
ITU	International Telecommunication Union	WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
LA/CB	AM/SSB/FM, amplitudimodulaatio/ yksisivukaistamodulaatio/taajuusmodulaatio	VoIP	Voice over Internet Protocol
		VOR	VHF Omnidirectional Radio Range
		WRC	World Radiocommunication Conference

www.ficora.fi

Viestintävirasto

PL 313
00181 Helsinki
Itämerenkatu 3 A
Helsinki
Puhelin 09 69 661
Faksi 09 6966 410