

Viestintävirasto

**RADIOTAAJUUKSIEN
KYSYNTÄ TULEVAISUUDESSA**
Viestintäviraston raportti 2007

SISÄLLYSLUETTELO

YHTEENVETO	4
0.1 Matkaviestin- ja viranomaisradioverkot	4
0.2 Laajakaistaiset langattomat liityntäverkot.....	4
0.3 Langattomat lähiverkot (WLAN).....	4
0.4 Joukkoviestintäverkot.....	4
0.5 Radiolinkit.....	5
0.6 Satelliittiliikenne.....	5
0.7 Yksityiset radioverkot (PMR), radiomodeemiverkot ja radio-ohjaimet.....	5
0.8 Merenkulun radioliikenne	5
0.9 Ilmailun radioliikenne	5
0.10 Radioamatööri liikenne	6
0.11 Muut radiolaitteet.....	6
0.12 Luvanvaraisuudesta vapautetut radiolähettimet.....	6
0.13 Johtopäätökset.....	6
1 JOHDANTO	7
2 RADIOTAAJUDET JA NIIDEN KÄYTTÖ	7
3 MATKAVIESTIN- JA VIRANOMAISVERKOT	7
3.1 GSM-verkot	8
3.2 IMT-2000/UMTS.....	9
3.3 Digitaalinen matkaviestinverkko 450 MHz:llä	9
3.4 Matkaviestinverkkojen taajuustarpeen kehitys	9
3.5 Viranomaisradioverkot	10
3.6 Rautateiden GSM-R-verkko.....	10
4 LAAJAKAISTAISIA LANGATTOMAT LIITYNTÄVERKOT	11
4.1 Verkkoratkaisut	11
4.2 Verkkojen tekniikan kehitys	11
4.3 Luvanvaraisille langattomille liityntäverkoille osoitetut taajuudet ja liityntäverkkojen taajuustarpeen kehitys	11
5 LANGATTOMAT LÄHIVERKOT (WLAN)	12
5.1 Verkkoratkaisut	12
5.2 Luvasta vapautetuille langattomille lähiverkoille osoitetut taajuudet ja taajuustarpeen kehitys.....	12
6 JOUKKOVIESTINTÄVERKOT	13
6.1 Ääniradioverkot	13
6.2 Televisio	14
7 RADIOLINKIT	15
7.1 Radiolinkkien käyttö	15
7.2 Radiolinkkien taajuusalueet.....	16
7.3 Taajuustarpeen kehitys ja ennuste laitemäärän kehityksestä	16
7.4 Radiolinkkien luvanvaraisuus	16
8 SATELLIITTIKÄYTTÖ	17
8.1 Kiinteä satelliittiliikenne	17
8.2 Siirtyvä satelliittiliikenne.....	17
8.3 Radionavigointisatelliittiliikenne	17
8.4 Satelliittijärjestelmät, jotka käyttävät maanpäällisiä asemia	17
8.5 Taajuustarpeen kehitys	17

9 YKSITYISET RADIOVERKOT (PMR), RADIOMODEEMIVERKOT JA RADIO-OHJAIMET	17
9.1 PMR-verkot	17
9.2 Radiomodeemiverkot	18
9.3 Radio-ohjaimet	18
9.4 Taajuudet	18
9.5 Ennuste taajuustarpeen ja laitemäärän kehityksestä	19
9.6 Yksityisten radiopuhelinverkkojen, kauko-ohjaus- ja datasiirtoverkkojen sekä radio-ohjausverkkojen luvanvaraisuus	20
10 MERENKULUN RADIOLIIKENNE	20
10.1 Meri-VHF	20
10.2 Merenkulun LF-, MF- ja HF-alueiden käyttö	20
10.3 Ennuste laitemäärän kehityksestä	21
10.4 Merenkulun radioliikenteen luvanvaraisuus	21
11 ILMAILUN RADIOLIIKENNE	21
11.1 Ilmailun LF-, MF- ja HF-alueiden käyttö	21
11.2 Ilmailun VHF-alueen käyttö	21
11.3 Taajuustarpeen kehitys ja ennuste laitemäärän kehityksestä	22
11.4 Ilmailun radionavigointiliikenne	22
12 RADIOAMATÖÖRILIIKENNE	22
13 YMPÄRISTÖN KAUKOKARTOITUS JA -VALVONTA	22
13.1 Automaattiset havaintoasemaverkot	22
13.2 Radiosondit ja säätutkat	22
13.3 Sää- ja ympäristösatelliitit	23
13.4 Tuuli- ja radioakustiset keilaimet	23
13.5 Aallonmittauspoijut	23
13.6 Taajuustarve ja laitemäärät	23
14 MUUT RADIOLAITTEET	23
14.1 Muut radiolähettimet	23
14.2 Vastaanottimet	23
15 LUVASTA VAPAUTETUT RADIOLÄHETTIMET	23
15.1 Luvasta vapaat radiolähettimet	23
15.2 Uudet luvasta vapaat radiolähettimet	24
15.3 Yhteenveto	24
16 LUVANVARAISTEN RADIOLÄHETTIMIEN LUKUMÄÄRÄN KEHITYS	24
17 TAAJUUSMAKSU	24
LIITTEET	
LIITE 1: Radiotaajuuksien käyttö	26
LIITE 2: Taajuuksien käyttö eri sovelluksille ja liikennelajeille	27
LIITE 3: Luvasta vapautettujen radiolähettimien taajuuksien määrä	30
LIITE 4: Radiotaajuuksien käytön suunnittelu	31
LIITE 5: Taajuuksien käyttötarpeita koskeva sidosryhmien konsultointi Viestintävirastossa	33
LIITE 6: Lyhenneluettelo	34

YHTEENVETO

Raportissa arvioidaan, miten radiolaitteiden lukumäärät ja taajuustarpeet kehittyvät seuraavan kymmenen vuoden aikana. Tavoitteena on varautua siihen, että radiotaajuuksia on saatavilla mahdollisimman hyvin vastaamaan kulloistakin kysyntää. Raporttiin koottua aineistoa käytetään lisäksi radiotaajuudet-tulosalueen toiminnan ja maksujen suunnittelussa.

0.1 Matkaviestin- ja viranomaisradioverkot

Taajuustarve

GSM-, UMTS- ja seuraavien sukupolvien verkot

– Nyt käytössä olevat ja matkaviestinkäyttöön varatut taajuuskaistat riittävät vuoteen 2015. Edellytyksenä on kuitenkin, että reservissä oleva 2,6 GHz:n niin sanottu IMT-2000/UMTS-laajennuskaista on tarvittaessa käytettävissä matkaviestinkäyttöön.

– Matkaviestinverkkojen käytössä olevia ja matkaviestinverkkojen käyttöön varattuja taajuuksia on yhteensä 565 MHz mukaan lukien 2,6 GHz:n IMT-2000/UMTS-laajennuskaista (190 MHz); kaikkiaan noin 18 prosenttia alle 3 GHz:n taajuuksista. Ensi vuosikymmenen jälkipuoliskolla taajuuksia arvioidaan tarvittavan lisää vähintään 700 MHz. Niistä on päätettävä vuoden 2007 radiokonferenssissa, jotta niiden tyhjentämiselle nykyisestä käytöstä jää riittävästi aikaa.

450 MHz:n digitaalinen matkaviestinverkko

– Verkon käyttöön on varattu taajuuksia $2 * 3,2$ MHz:n levyiset taajuuskaistat eli yhteensä 6,4 MHz.

– Tämänhetkisen tilanteen mukaan verkon taajuuksien määrää ei voida lisätä.

Viranomaisradioverkot

– Viranomaisradioverkoille varatusta 380–400 MHz:n kaistasta 60 prosenttia on osoitettu VIRVEN käyttöön. Vuoteen 2015 mennessä koko kaista on viranomaisradioverkkojen käytössä.

– Käytettävissä olevat taajuudet riittävät vuoteen 2015.

– Suurta tiedonsiirtokapasiteettia vaativien langattomien datasiirtosovelluksien määrän odotetaan kasvavan, joten myös ylemmiltä taajuusalueilta voi olla tarpeen osoittaa taajuuksia viranomaisradioverkkojen käyttöön.

Rautateiden GSM-R-verkko

– Käytettävissä olevat taajuudet riittänevät rautateiden radioverkkojen tarpeeseen vuoteen 2015 asti.

Luvanvaraisuus

– Kaikkien matkaviestinverkkojen ja muiden uusien vastaavanlaisten radioverkkojen päätelaitteet vapautetaan tulevaisuudessakin luvista.

– Tukiasemalähettimet on syytä pitää luvanvaraisina edelleenkin. Radiolupa on työkalu, jonka avulla hallinnoidaan verkkojen käytettävissä olevia taajuuksia.

– Lupa tehdään yhteisesti verkon kaikille yksilöimättömille tukiasemalähettimille. Lähettimet yksilöidään luvassa vain, jos se on häiriöihin liittyvien syiden vuoksi tarpeen.

0.2 Laajakaistaiset langattomat liityntäverkot

Taajuustarve

– 3,5 GHz:n taajuusalue täyttyy vuoteen 2010 mennessä niillä maantieteellisillä alueilla, joilla on liiketoimintamahdollisuuksia. Taajuuksia on tällä alueella käytettävissä 180 MHz. Vuonna 2015 taajuusalueet 10,5 GHz ja 25 GHz ovat laajassa käytössä.

– Kokonaisuutena laajakaistaisten langattomien liityntäverkkojen taajuudet riittävät, mutta käytettävissä olevat 3,5 GHz:n taajuudet eivät riitä tyydyttämään alhaisten, alle 5 GHz:n, taajuuksien kysyntää. Tämä lisää paineita 2,6 GHz:n ns. IMT-2000/UMTS-laajennuskaistan tai sen osan saamiselle laajakaistaisten langattomien liityntäverkkojen käyttöön.

Luvanvaraisuus

– Kiinteän liityntäverkkojen päätelaitteet vapautetaan tulevaisuudessakin radioluvista.

– Kiinteille keskusasemille tehdään verkkokohtaista taajuussuunnittelua ja ne ovat luvanvaraisia.

– On selvitettävä, missä määrin ja millä taajuusalueilla voidaan mahdollisesti luopua keskusasemien yksilöimisestä luvassa.

– Lupa kannattaa säilyttää työkaluna, jolla hallinnoidaan laajakaistaisten langattomien liityntäverkkojen taajuuksien käyttöä.

0.3 Langattomat lähiverkot (WLAN)

Taajuustarve

– Käytettävissä olevat taajuudet riittävät vuoteen 2015 asti.

Luvanvaraisuus

– Kaikki (2,4 ja 5 GHz:n) laitteet on jo tällä hetkellä vapautettu radioluvasta eikä lähettimien käytöstä peritä taajuusmaksua.

0.4 Joukkoviestintäverkot

Taajuustarve

– Ääniyleisradion taajuustarpeessa ei tapahdu merkittäviä muutoksia vuoteen 2015 mennessä.

– Tv-jakelutoiminnan käytössä olevia ja käyttöön varattuja taajuuksia on yhteensä 448 MHz, kaikkiaan noin 15 prosenttia alle 3 GHz:n taajuuksista.

- Digitaaliseen jakeluun siirtymisen jälkeen tv-taajuuksia vapautuu käytettäväksi myös muuhun kuin joukkoviestintään, mutta tällä hetkellä ei ole mahdollista arvioida vapautuvien taajuuksien määrää.
- Tulevaisuudessa joukkoviestintäpalveluja välitetään langallisissa ja langattomissa laajakaistaisissa IP-verkoissa. Tämä tulee mahdollisesti vähentämään varsinaisten joukkoviestintäverkkojen taajuustarvetta jo ensi vuosikymmenen loppupuolella.

Luvanvaraisuus

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

0.5 Radiolinkit

Taajuustarve

- Radiolinkkien siirtokapasiteetti ja taajuustarve kasvavat merkittävästi vuoteen 2015 mennessä. Nyt käytössä olevien alle 25 GHz:n radiolinkkikaistojen lisäksi käyttöön otetaan nykyistä enemmän radiolinkkikaistoja ylemmiltä taajuusalueilta.
- Vuoteen 2010 mennessä radiolinkkilähettimien määrä kasvaa nykyisestä runsaasta 16 000 linkkilähetimestä 18 000:een, mutta ensi vuosikymmenen alussa kasvu pysähtyy.
- Radiolinkkien käyttöön varatut taajuudet riittävät vastaamaan arvioidun kasvutarpeen vuoteen 2015 asti.

Luvanvaraisuus

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

0.6 Satelliittiliikenne

Taajuustarve

- Satelliittikäyttöön varatut taajuudet riittävät vuoteen 2015 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 ja radio-ohjaimet

Taajuustarve

- Radio-ohjaimien ja radiomodeemiverkkojen laitemäärä kasvaa nykyisestä noin 13 000:sta noin 17 000:een vuoteen 2010 mennessä ja 18 000:een vuoteen 2015 mennessä.
- PMR-verkkojen tukiasemien määrä alenee nykyisestä noin 6 000:sta siten, että vuonna 2010 niitä on noin 5 400 ja vuonna 2015 noin 5 000.
- PMR-verkkojen liikkuvien asemien määrä alenee nykyisestä noin 88 000:sta muutamalla prosentilla vuoteen 2015 mennessä.
- Kokonaisuudessaan tämän laiteryhmän laitteiden lukumäärä ja taajuuksien käyttö kasvavat. Näille laitteille varatut taajuudet riittävät vuoteen 2015 asti.

Luvanvaraisuus

- Lähes kaikkien tässä tarkoitettujen verkkojen taajuuksien käyttö suunnitellaan tapauskohtaisesti, joten lähettimien on oltava luvanvaraisia. Jos asiakas ei tarvitse häiriösuojaa, 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 televiestintäliiton 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.
- Maihin kiinteästi sijoitetuille meriradiolaitteille on määrättävä tapauskohtaisesti käytettävät taajuudet, joten niiden on oltava luvanvaraisia. Alusten radioasemien määrä pienenee vuoteen 2015 mennessä noin kymmenen prosenttia.

0.9 Ilmailun radioliikenne

Taajuustarve

- Ilmailulle haetaan maailmanlaajuisesti lisää taajuuksia. Taajuuspäätökset tehdään ITUn radiokonferensseissa.
- Ilma-alusten radioasemien lukumäärä on pysynyt hieman yli tuhtana asemana jo noin 20 vuotta.

Määrän arvioidaan säilyvän tällä tasolla tulevaisuudessaakin.

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.

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 radiolähtimet

Taajuustarve

– Luvanvaraisuudesta vapautettaville laitteille tarvitaan lisää taajuuksia.

– 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

1. Suomessa ei ole näkyvissä merkittävää taajuuspuutetta seuraavan kymmenen vuoden aikana.

Tämä koskee myös yleisen teletoiminnan taajuuksia. Verkko-operaattorit kokevat tilanteen kuitenkin sellaisena, että heillä ei ole käytettävissään riittävästi alhaisten taajuusalueiden taajuuksia, joilla verkon rakentaminen on halvempaa kuin korkeammilla taajuuksilla.

2. Kansainväliseen päätöksentekoon on vaikutettava siten, että yleisen teletoiminnan käytettävissä on riittävästi taajuuksia myös tulevaisuudessa ja että ilmailun ja merenkulun käyttöön turvataan niiden tarvitsemat taajuudet.

3. Merkittäviin kansallisista syistä johtuviin taajuuksien uudelleenjärjestelyihin ei ole tarvetta.

Vuonna 2008 on tehtävä suunnitelma niistä toimituksista, joilla ITUn radiaviestintäkonferenssin (WRC-07) matkaviestintäkäyttöön nimeämät taajuudet saadaan aikanaan uusien langattomien viestintäverkkojen käyttöön.

4. Alle 25 GHz:n taajuusalueen käyttö kasvaa huomattavasti vuoteen 2015 mennessä. Alle 25 GHz:lle voidaan sijoittaa vain sellaisia uusia radiojärjestelmiä, jotka voivat jakaa taajuuksien käytön jo tällä hetkellä taajuusaluetta käyttävien järjestelmien kanssa. Muiden radiojärjestelmien sijoittaminen alle 25 GHz:lle edellyttää, että osa nykyisestä käytöstä siirtyy ylemmille taajuuksille. Radiolaitteista yli 99 prosenttia on vielä vuonna 2015 alle 25 GHz:n taajuusalueella.

5. 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 ITU 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 SRD:n, RFID:n (Radio Frequency Identification) ja ennen kaikkea UWB-tekniikan 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 tulevaisuudessa vuoteen 2015 asti.

Raportin tavoitteena on tuottaa aineistoa, jonka avulla voidaan

- varautua osoittamaan oikea-aikaisesti sekä luvanvaraisia että luvasta vapautettuja radiotaajuuksia uusille sovelluksille
- suunnitella viraston toimintaa.

Tuleva EU-lainsäädäntö ja taajuuksien hallinnointimekanismit on jätetty tämän raportin ulkopuolelle.

2 RADIOTAAJUUKSET 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 vajaa 3 prosenttia koko säännellystä radiotaajuuspektristä.

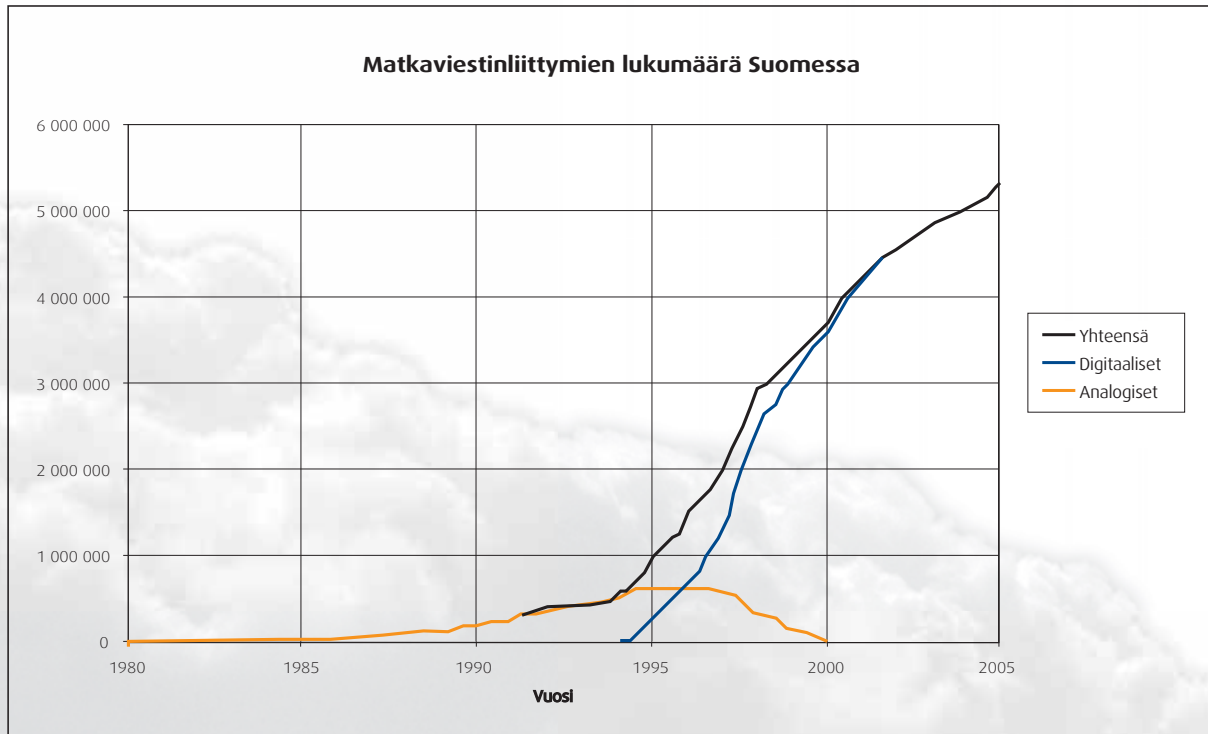
Valon nopeudella etenevät radiotaajuudet ovat luonnonvara, joka ei kulu eikä vähene käytössä. Radiotaajuuksien käyttökelpoisuuteen vaikuttavat monet seikat. Radiolähtin vaikuttaa muihin sen peittoalueella oleviin radiolaitteisiin. Vaikutus on sitä suurempi, mitä lähempänä laitteet ovat toisiinsa taajuudeltaan ja maantieteellisesti. 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 prosenttia luvanvaraisista radiolaitteista Suomessa toimii tällä hetkellä alle 10 GHz:n taajuuksilla ja 99 prosenttia alle 25 GHz:n taajuuksilla. Kun myös luvasta vapautetut radiolähtimet otetaan huomioon, arviolta yli 99 prosenttia 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 MATKAVIESTIN- JA VIRANOMAISVERKOT

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.



Kuva 1. Matkaviestintilaajamäärän kehitys (lähde: Tilastokeskus)

Syyskuun lopussa 2006 GSM-verkoissa oli 5,5 miljoonaa liittymää ja UMTS-verkoissa noin 250 000 liittymää.

Toisen sukupolven GSM-verkkojen käyttöön voidaan osoittaa taajuuksia kaikkiaan 220 MHz. Kolmannen sukupolven IMT-2000/UMTS-verkon käyttöön on taajuuksia osoitettu kaikkiaan 345 MHz: IMT-2000-peruskaistalta yhteensä 155 MHz ja 2,6 GHz:n matkaviestinverkkojen laajennuskaistalta 190 MHz vuoden 2007 jälkeen. Langattoman DECT-puhelimen käytössä on kaikkiaan 20 MHz 1800 MHz:llä; DECT-standardi on yksi IMT-2000-standardeista.

Yhteensä matkaviestinverkoille (GSM-900 ja -1800, IMT-2000/UMTS, DECT, 2,6 GHz:n matkaviestinverkkojen laajennuskaista) on osoitettavissa taajuuksia 585 MHz. Lisäksi laajakaistaisen digitaalisen 450 MHz:n matkaviestiverkon käyttöön on osoitettu taajuuksia 6,4 MHz.

3.1 GSM-verkot

GSM-taajuuksialueita käyttävät matkaviestinoperaattorit ja näiden asiakkaat. Operaattorien erilaiset strategiat lähinnä GSM-1800- ja E-GSM-taajuuksien (eli GSM-900-taajuuksien alaosa 880–890 MHz/925–935 MHz) käytössä aiheuttavat eroja taajuuksialueen käyttöasteessa. GSM-taajuuksia on käytettävissä yhteensä 220 MHz, näistä 2×35 MHz:n taajuuskaisat 900 MHz:n alueella ja 2×75 MHz:n taajuuskaisat 1 800 MHz:n alueella. GSM-1800-taajuuksialueen ja DECTin väliin tarvitaan 3 MHz:n suojakaista. Lan-

gattoman puhelinjärjestelmän (CT-1) käytön vuoksi viisi GSM-kanavaa (2×1 MHz) 900 MHz:llä on vielä ollut avaamatta verkoille. Päätös niiden osoittamisesta matkaviestinkäyttöön tehdään kevään 2007 aikana.

GSM-taajuuksikaistojen taloudellinen merkitys on matkaviestintoinnalle keskeinen. Kapasiteetin lisäämiseksi radioverkkojen taajuustehokkuutta pyritään nostamaan, mikä edellyttää radioverkkojen suunnittelukriteerien kehittämistä ja parantamista. Tämän vuoksi otetaan käyttöön uusia laitevalmistajien kehittämää järjestelmäominaisuuksia, kehitetään entisestään radioverkon suunnittelun työkaluja sekä lisätään olemassa olevien verkkojen tukiasemia. Tällä hetkellä 900 MHz:n GSM-taajuuksialuetta hyödynnetään ehkä tehokkaimmin kaikista taajuuksialueista.

Osa IMT-2000/UMTS-tukiasemista ja päätelaitteista tukee vuodesta 2007 alkaen myös 900 ja 1800 MHz:n taajuuksikaistoja, jotka tällä hetkellä ovat GSM-käytössä. Tällöin näille kaistoille voidaan rakentaa myös UMTS-verkkoja.

Matkaviestintaajuuksien kysyntä ja käyttö 900 ja 1 800 MHz:n alueilla jatkuvat suurina vuoden 2015 jälkeen. Alemmilla taajuuksilla peittoalueen rakentaminen on edullisempaa kuin korkeammilla taajuuksilla. Taajuuksien saatavuus ylemmillä taajuuksialueilla ei siis poista tai vähennä alempien taajuuksien kysyntää.

3.2 IMT-2000/UMTS

IMT-2000/UMTS-taajuusalueiden käyttäjiä ovat matkaviestinoperaattorit ja näiden asiakkaat. IMT-2000/UMTS-verkoille ja niiden jatkokehityshankkeille (HSPA/LTE) on varattu taajuuksia yhteensä 155 MHz IMT-2000:n 2 GHz:n peruskaistalta ja 190 MHz 2,6 GHz:n laajennuskaistalta (2 500–2 690 MHz) eli yhteensä 345 MHz. Lisäksi 900 MHz:n ja myöhemmin myös 1 800 MHz:n GSM-taajuusalueilta voidaan osoittaa IMT-2000/UMTS-järjestelmille lisää taajuuksia.

Keskeinen taloudellinen merkitys säilynee parillisilla IMT-2000/UMTS-taajuuksilla. Kolmannen sukupolven matkaviestinpalveluja tarjotaan alkuvaiheessa erityisesti kaupungeissa. UMTS900 auttaa IMT-2000/UMTS-palvelujen saatavuuteen haja-asutusalueilla. Jos arviot kolmannen sukupolven matkaviestinverkkojen palveluiden vaatimasta kapasiteetista osoittautuvat oikeiksi, IMT-2000-palveluille ja vastaaville suuren datasiirtokapasiteetin tarjoaville järjestelmille tarvitaan lisätaajuuksia ensi vuosikymmenen jälkipuoliskolla. Lisätaajuuksien on oltava käytettävissä niin, ettei taajuuksien puute estä palvelujen kehittymistä.

Parittomien IMT-2000/UMTS-taajuuksien (aikajakoinen duplekointi, TDD) 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 UMTS-palveluista ja niiden kysynnästä riippuu, millaiseksi TDD-taajuusalueen taloudellinen merkitys muodostuu. Yksi syy TDD-taajuuksien vähäiseen käyttöön on riittävän kehittyneen TDD-tekniikan puute. IMT-2000/UMTS-taajuuksia koskeva ECC:n päätös sallii TDD-taajuusalueen käytön myös nousevalle FDD-liikenteelle. Tarvittavat laskevan liikenteen taajuudet otettaisiin esim. 2,6 GHz:n laajennuskaistan keskikohdasta.

Matkaviestimien tiedonsiirtonopeus kasvaa merkittävästi vuoteen 2015 mennessä. Myös päätelaitteiden lukumäärä kasvaa, koska niitä tullaan nykyistä laajemmin käyttämään myös muihin kuin matkaviestintarkoituksiin. Palvelujen kehittäjät ja tarjoajat hyödyntävät tätä kehitystä, mikä osaltaan kasvattaa taajuustarvetta. IMT-2000/UMTS-järjestelmien ja niiden jatkokehityshankkeiden (HSPA/LTE) taajuustarpeiden kasvuun pystytään vastaamaan osoittamalla taajuuksia 2,6 GHz:n laajennuskaistalta.

Langattoman DECT-puhelimen käyttö 1 880–1 900 MHz:llä on vähenemässä; taajuudet voitaneen osoittaa IMT-2000/UMTS-verkoille seuraavan kymmenen vuoden aikana.

Käytettävissä olevien taajuuskaistojen arvioidaan riittävän IMT-2000/UMTS-verkoille ja niiden jatkokehityshankkeille (HSPA/LTE) vuoteen 2015 asti.

3.3 Digitaalinen matkaviestinverkko 450 MHz:llä

Valtioneuvoston kesäkuussa 2005 myöntämän digitaalisen laajakaistaisen matkaviestinverkkotoimiluvan tavoitteena on edistää nopeiden datayhteyksien tarjontaa erityisesti harvaan asutuilla alueilla, syrjäseuduilla, saaristossa, vapaa-ajan asunnoissa ja muilla vastaavilla alueilla, joihin kiinteän verkon laajakaistatarjonta ei ulotu. Tavoitteena on myös lisätä käyttäjän sijaintipaikasta riippumattomien nopeiden datasiirtoyhteyksien tarjontaa koko maassa. Digitaalisen laajakaistaisen matkaviestinverkon käyttöön on osoitettu taajuuksia kaikkiaan 2 * 3,2 MHz.

Toimiluvan saaja on valinnut radiotekniikakseen Flash OFDM -tekniikan, jota ei ole vielä muualla laajamittaisesti kaupallisessa käytössä. Verkon tilaajamäärän kehitys riippuu oleellisesti saatavien päätelaitteiden toiminnallisista ominaisuuksista, saatavuudesta sekä päätelaitteiden ja palvelujen hinnasta.

Tämänhetkisen tilanteen mukaan verkon taajuuksien määrää ei ole mahdollista lisätä.

3.4 Matkaviestinverkkojen taajuustarpeen kehitys

GSM-verkon asema säilyy vahvana kilpailevista tekniikoista huolimatta todennäköisesti pitkälle ensi vuosikymmenelle. Toisaalta GSM-UMTS900/1800-evoluutio mahdollistaa verkkojen kehityksen käyttäjän kannalta siten, ettei GSM:n lopettaminen näy käyttäjille. Matkaviestinpalveluita voidaan edellä mainittujen matkaviestinverkkojen lisäksi tarjota myös muiden langattomien liityntäverkkojen kautta UMAN (Unlicensed Mobile Access) ja WLAN-yhteistoiminnan takaavien tekniikoiden avulla.

Kaikki 450 MHz:n, 900 MHz:n, 1 800 MHz:n sekä 2 GHz:n taajuusalueella olevat matkaviestintaajuudet ovat matkaviestinverkkojen käytössä vuonna 2010.

Matkaviestinverkkojen taajuuksien kysyntää ohjaavat siirtonopeuden ja uusien palvelujen kysynnän kasvu sekä päätelaitteiden ja palvelujen hinnat. Kuluvan vuosikymmenen lopulla matkaviestintointi on todennäköisesti aloitettu 2,6 GHz:n laajennuskaistalla. Kaista tarjotaan tarvittavaa lisäkapasiteettia matkaviestinverkkotyypisille nopean datasiirron palveluille vuoteen 2015 asti.

IMT-2000/UMTS- ja WiMAX-laitteiden kehitys sekä verkkojen tarjoamat palvelut ja niiden kysyntä ratkaisevat, miten 2,6 GHz:n matkaviestinverkkojen laajennuskaistan käyttötarve kehittyy matkaviestinverkoille tai liikkuville langattomille liityntäverkoille.

Tulevaisuuden matkaviestinverkkojen taajuusratkaisut tehdään vuonna 2007 pidettävässä ITUn radioviestintäkonferenssissa, jotta uudet kaistat ehditään tyhjentää muusta käytöstä ennen niiden arvioitua käyttöönottoa vuoden 2015 tienoilla. ITUn työryhmien tekemä analyysi osoittaa tulevaisuuden matkaviestinverkkojen lisätaajuustarpeen olevan vähintään 700 MHz vuoden 2015 jälkeen. Tämä analyysi (ITUn raportti M.2078) perustuu ITUn, EU FMS:n (Future Mobile Service) ja teollisten järjestöjen tekemiin markkinaennusteisiin ja ITUssa sovittuun taajuusarviolaskentamenetelmään. Markkina-alueesta ja -tilanteesta riippuen matkaviestintaajuuksien kokonaistarve vuonna 2020 on vähintään 1 280 MHz ja enintään 1 720 MHz. Uusia matkaviestintaajuuksia suuren datasiirtokapasiteetin järjestelmille etsitään pääasiassa 3–5 GHz:n alueelta. Tämä taajuusalue soveltuu huonosti haja-asutusalueiden peiton rakentamiseen.

Vuoteen 2015 mennessä kaikki 450 MHz:n, 900 MHz:n, 1 800 MHz:n, 2 GHz:n sekä 2,6 GHz:n taajuusalueilla olevat matkaviestintaajuudet ovat operaattoreiden verkkojen käytössä. GSM-verkot eivät liene enää laajassa käytössä, vaan operaattorit ovat siirtyneet kolmannen sukupolven tekniikkaan sekä niiden jatkokehitelmiin (HSPA/LTE). Näiden verkkojen siirtonopeuksien odotetaan kasvavan merkittävästi nykyisestä 1–3 Mbit/s jopa yli 50 Mbit/s vuoteen 2010 mennessä.

Selvitystyö alle 1 GHz:n alueelta nykyisin analogisten tv-verkkojen käytössä olevien taajuuksien vapautumisesta matkaviestintoimintaan on aloitettu sekä Suomessa että Euroopan-laajuisesti.

Kaikkien matkaviestinverkkojen päätelaitteet on vapautettu laitekohtaisista luvista. Matkaviestinverkkojen tekniikka saattaa kehittyä siten, että ensi vuosikymmenellä osa matkaviestinverkkojen tukiasemalähettimistä voidaan vapauttaa radioluvista.

3.5 Viranomaisradioverkot

Yhtenäinen viranomaisten radioverkko on otettu käyttöön koko Suomessa. VIRVEN ensisijaisia käyttäjiä ovat valtion ja kuntien turvallisuudesta vastaavat viranomaiset, kuten poliisi, tullit, rajavartiolaitos, palo- ja pelastustoimi sekä puolustusvoimat. Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnon alalta käyttäjiin kuuluvat Viestintävirasto, Ilmailulaitos, Ilmatieteen laitos, Merenkululaitos, Tielaitos 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. ERC:n taajuuspäätöksen mukaisesti VIRVE toimii taajuuksivälillä 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 datasiirtosovelluksien määrän odotetaan myös kasvavan, joten myös ylemmiltä taajuusalueilta voi olla tarpeen osoittaa lisätaajuuksia viranomaisradioverkkojen käyttöön.

3.6 Rautateiden GSM-R-verkko

Taajuuskaistat 876,200–880,000 MHz/921,200–925,000 MHz on Suomessa osoitettu GSM-R-verkolle. GSM-R-verkko on rautateiden liikenteenohjauksen viestintäjärjestelmä, jota tullaan myöhemmin käyttämään uusien liikenteenohjauksen ja turvalaitteiden järjestelmien (ETCS) tiedonsiirtoon. GSM-R-verkko korvaa rautateiden vanhat analogiset radiojärjestelmät, mutta osa rautatietoimintaan liittyvästä viestinnästä hoidetaan edelleen PMR-radiopuhelimilla. Tekniikan kehityksestä riippuen lisätaajuuksia voidaan tarvita yhteiseurooppalaisen junien kulunvalvontajärjestelmän käyttöön.

GSM-R-verkko peittää pääosin koko rataverkon vuoteen 2009 mennessä, minkä jälkeen verkon operatiiviseen käyttöön siirrytään asteittain.

4 LAAJAKAISTAISET LANGATTOMAT LIITYNTÄVERKOT

4.1 Verkkoratkaisut

Laajakaistaisilla langattomilla liityntäverkoilla voidaan toteuttaa asiakkaalle tiedonsiirtoketjun viimeinen osa radioyhteydellä kuidun tai kaapelin asemesta. Langattomien laajakaistaisten liityntäverkkojen tukiasemayhteydet voidaan toteuttaa tiheän 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. Toisaalta myös siirtyminen ATM-pohjaisista (Asynchronous Transfer Mode) laitteista IP-pohjaisiin (Internet Protocol) laitteisiin on viivästyttänyt operaattoreiden verkkojen rakentamissuunnitelmia.

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 digitaalinen matkaviestinverkko 450 MHz:n alueella (Flash OFDM). Myös UMTS-evoluutiot (HSPA/LTE) ovat mahdollisia tekniikoita laajakaistaverkkopalvelujen tarjoamiseen.

4.2 Verkkojen tekniikan kehitys

Kiinteän liityntäverkon radiojärjestelmien käyttö runkoyhteyksinä langattomilla lähiverkkotekniikoilla toteutetuille radioverkoille kasvaa, mikäli WiMAX-tekniikka (Worldwide Interoperability for Microwave Access) täyttää sille asetetut odotukset. Yhtenäinen laitetekniikka alentaa verkkojen investointikustannuksia ja mahdollistaa päätelaitteiden massamarkkinoiden kehittymisen.

WiMAX on sertifiointi, joka pohjautuu IEEE802.16- ja ETSI HiperMAN -standardeihin. WiMAX Forum on laatinut laitteiden määrittelyt ja testausmenettelyt, ja sertifikaatti takaa eri valmistajien laitteiden välisen yhteensopivuuden ja toimivuuden. Laitteita suunnitellaan käytettäväksi 3,5 GHz:n ja 5,8 GHz:n taajuusalueilla. Näiden taajuusalueiden käytön Euroopan-laajuinen sääntelytyö on valmisteilla CEPT/ECC:ssä. Ensimmäiset sertifioitavat tuotteet ovat IEEE802.16-2004-standardin mukaisia, ja ne toimivat 3,5 GHz:n taajuusalueella. Tämä standardi korvaa ja yhdistää aikaisempien IEEE802.16-standardien ominaisuudet. WiMAX-sertifiointi tulee takaamaan eri valmistajien tuotteiden toimivuuden

samassa verkossa sekä päätelaitteiden siirrettävyyden verkosta toiseen.

Yhteydet ovat IP-pohjaisia (pakettikytkentäisiä), ja niillä voidaan tarjota kiinteää langatonta laajakaistayhteyttä tukiasemalta päätelaitteelle sekä erilaisia runkoyhteyksiä esimerkiksi WLAN Hot-Spoteille, joissain maissa mahdollisesti myös matkaviestinverkkojen tukiasemille. Verkot ovat rakenteeltaan point-to-multipoint-tyyppisiä, mahdollisesti myös tilapäiseen käyttöön tarkoitettuja, nopeasti pystytettäviä adhoc-verkkoja.

Tuotteet vastaavat lähinnä nykyisiä 3,5 GHz:n taajuusalueella toimivia kiinteän liityntäverkon radiojärjestelmiä. Standardit tukevat aika- ja taajuusjakoista dupleksointia (TDD ja FDD), yksikantoaalto- ja OFDM-modulaatioita. Yhteysetäisyydet ovat noin 10–20 km. Käytännössä suurimman kapasiteetin saavuttaminen vaatii alle 10 km:n yhteysväliä. IEEE802.16-2004-standardi ei tue päätelaitteiden liikkuvuutta, jolloin liikkuvuus on mahdollista vain tukiaseman sektorin sisällä.

Standardiin IEEE802.16e on lisätty liikkuvan tiedonsiirron vaatimia ominaisuuksia, kuten käyttäjän päätelaitteen tunnistaminen ja verkkovierailu. Liikkuvuus vaatii päätelaitteiden tunnistamiseksi ja niiden hallinnoimiseksi runkoverkolta keskitetyt toiminnot. Kaupallisia IEEE802.16e-tuotteita saataneen nykyisten suunnitelmien mukaan vuosien 2007–2008 aikana. Standardointi on alkanut IEEE802.20:n osalta. Tämä radioteknologia pystyy täyteen liikkuvuuteen ja noin 10 Mbit/s tiedonsiirtonopeuteen.

4.3 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.

Eurooppalaisen harmonisointityön tuloksena WiMAX-sovelluksille varaudutaan lähiaikoina osoittamaan taajuuksia 3,5 GHz:n alueen lisäksi myös 5,8 GHz:n alueelta. Lisäksi järjestelmien taajuustehokkuutta pyritään parantamaan. WiMAX-laitevalmistajat ja muutamat verkko-operaattorit pyrkivät saamaan 2,6 GHz:n taajuusalueen IMT-2000/UMTS-laajennuskaistan WiMAX-mobiililaitteiden käyttöön. Taajuusalue on matalampi kuin Euroopassa WiMAXin käytössä oleva 3,5 GHz:n alue, jolloin peittoalueen rakentaminen on taloudellisesti kannattavampaa.

Vuoteen 2010 mennessä 3,5 GHz:n taajuusalue täyttyy niillä maantieteellisillä alueilla, joilla on liiketoimintamahdollisuuksia; taajuuksia on tällä alueella käytettävissä kaikkiaan 180 MHz. Myös 10,5 GHz:n ja 25 GHz:n taajuusalueet ovat vuonna 2015 laajassa käytössä suurimmissa kunnissa ja kasvukeskusten ympäristöissä. Liityntäverkkojen käytössä olevien taajuuksien oletetaan riittävän pitkälle ensi vuosikymmenelle. Pulaa on kuitenkin halutuimmista alhaisimpien kaistojen taajuuksista.

Kiinteän liityntäverkkojen päätelaitteet on vapautettu radioluvista, koska niille ei tarvita tapauskohtaista taajuussuunnittelua. Kiinteille keskusasemille tehdään verkkokohtaista taajuussuunnittelua ja ne ovat luvanvaraisia. Verkkoteknologian kehitys saattaa johtaa siihen, että tulevaisuudessa osa tukiasemalähettämisestä voidaan vapauttaa radioluvista.

5 LANGATTOMAT LÄHIVERKOT (WLAN)

5.1 Verkkoratkaisut

Langattomat lähiverkot (WLAN) yleistyvät liityntäverkkoina useisiin käyttötarkoituksiin. Verkkojen pääasiallisina käyttökohteina ovat kodit, toimistot ja ulkokäytössä taajamat (hot-spot-palvelualueet). Langattomien lähiverkkojen peruskäyttötapana on muodostaa tukiaseman ja langattomien verkkokorttien avulla rajatulle suppealle alueelle langaton yhteys joko tietokoneiden välille tai tietokoneista ulkomaailmaan. 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. WLAN-verkot eivät kuitenkaan pysty tarjoamaan taloudellisesti suurille käyttäjämäärille esimerkiksi tilausvideopalvelun vaatimia tiedonsiirtonopeuksia, joten langattomat lähiverkot yleistyvät pääasiallisena internet-yhteytenä vain harvaan asutuilla alueilla. Koska verkkokohtaista 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 mahdollisiksi vuosien 2010–2015 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. Asiakkailta 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 rakentaneet tämäläyppisiä verkkoja tarjotakseen vaihtoehtoja lähinnä kotitalouksien perinteisille modeemiyhteyksille.

WLAN-standardien mukaisilla laitteilla on mahdollista toteuttaa myös ns. Mesh-tyyppinen verkko, jossa syöttöpisteen ympärille muodostetaan laajempi verkko ketjuttamalla yhteyksiä automaattisesti tukiasemasta toiseen.

5.2 Luvasta vapautetuille langattomille lähiverkoille osoitetut taajuudet ja taajuustarpeen kehitys

Langattomien lähiverkkojen käyttö kasvaa voimakkaasti vuoteen 2015 mennessä. Laitteiden määrä kasvaa voimakkaasti etenkin kotitalouksissa, koska erilaiset mediapäätteet ovat muuttumassa langattomiksi ja niissä käytettävät tekniset ratkaisut pohjautuvat langattomien lähiverkkojen käyttämiin tekniikoihin (IEEE 802.11a/b/g). Myös julkisten verkkojen määrän odotetaan kasvavan voimakkaasti. Taajuuksien käyttö tulee siirtymään ruuhkautuvalta 2,4 GHz:n taajuusalueelta 5 GHz:n taajuusalueelle.

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

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

Uudella WLAN-käyttöön maailmanlaajuisesti varatulla 5 GHz:n taajuusalueella on taajuuskaistaa moninkertaisesti enemmän kuin 2,4 GHz:llä. Tämä takaa kapasiteetin riittävyyden pitkälle ensi vuosikymmenelle. 5 GHz:n taajuuskaistan hyödyntämisen edellytys on, että sille saadaan hinnaltaan riittävän edullisia laitteita.

Lyhyen etäisyyden langattomien lähiverkkojen (WLAN-verkkojen) taajuusarve kasvaa, mutta käyttöön otettu 5 GHz:n taajuusalue riittää kattamaan kasvutarpeet seuraavan kymmenen vuoden aikana.

6 JOUKKOViestintäVERKOT

6.1 Ääniradioverkot

6.1.1 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.

Tällä hetkellä amplitudimodulaatiota käyttävät lähetykset siirtyvät digitaalitekniikkaan. Siirtyminen saattaa ainakin joissakin maissa olla nopeampaa kuin ULA/FM-alueella (87,5–108 MHz). Mikäli halutaan tehdä mahdolliseksi lähetyksen vastaanotto myös niissä maissa, joilla ei ole taloudellisia mahdollisuuksia hankkia DRM-vastaanottimia, joudutaan myös AM-jakelutekniikka säilyttämään käytössä.

ITU on päättänyt, että kaksisivukaista-AM-lähetykset on lopetettava vuoteen 2015 mennessä. Päätöksen tarkoitus oli, että taajuuksienkäytöltään tehokkaammat SSB-lähetykset (Single Sideband) korvaavat DSB:n (Double Sideband). SSB-tekniikasta ei kuitenkaan tullut menestystä eikä sitä oteta laajamittaiseen käyttöön. Mikäli ITU pitää kiinni aiemmasta päätöksestään, DRM jää ilmeisesti ainoksi sallituksi modulaatiotavaksi vuoden 2015 jälkeen. Oletettavaa on, että perinteiset AM-lähetykset jatkuvat vielä vuoden 2015 jälkeenkin.

AM-lähetyksen jatko on Suomessa tällä hetkellä avoin YLE:n lopetettua Porin lähetykset. Näiden taajuuksien kiinnostavuus saattaa kasvaa uudelleen DRM-tekniikan yleistyessä, sillä laadun paraneminen kasvattanee kysyntää toiminnan tullessa kaupallisesti kiinnostavaksi.

6.1.2 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 analogisen television käytössä. Kaupallisille FM-radioille on myönnetty uudet toimiluvat, jotka 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 tehon lähdekoodaus. Vaikka uusi tehokkaampi koodaustekniikka on julkistettu, se ei ole nopeuttanut DAB-järjestelmän yleistymistä. Kuuntelijat eivät myöskään ole kokeneet DAB:n tuovan olennaista lisäarvoa FM-lähetyksiin verrattuna.

Uusien tai uusittujen standardien myötä kiinnostus ääniyleisradion digitalisointiin on herännyt uudelleen. Kilpailevina ja jo olemassakin olevina tekniikoina nähdään mm. DRM (Digital Radio Mondiale) alle 30 MHz:llä ja DVB-H (Digital Video Broadcasting – Handheld) yli 30 MHz:llä sekä kiinteässä vastaanotossa myös DVB-T. Lisäksi on tarjolla DAB-tekniikkaa hyödyntävä sekä multimedialla että IP-datan lähettämiseen soveltuva DMB-järjestelmä (Digital Multimedia Broadcasting), jonka käytön arvioidaan lisääntyvän Euroopassa. DRM-järjestelmästä ollaan kehittämässä laajennettua versiota, joka kattaa myös nykyisen FM-alueen 87,5–108 MHz.

ITUn alueellisessa radioviestintäkonferenssissa (RRC-06) osoitettiin taajuuksia paitsi televisiolle myös digitaaliselle ääniradiolle. Suomi ei erotellut televisio- ja radiotaajuuksia, vaan kaikki RRC-06-taajuussuunnitelmassa Suomelle osoitetut taajuudet soveltuvat useaan käyttötarkoitukseen. Suomessa radion digitalisoitumisessa lasketaan verrattain paljon DVB-H:n varaan, joten 174–230 MHz:n taajuuksia voitaisiin osoittaa myös esimerkiksi HDTV-lähetyksille. Tämä edellyttäisi, että muuallakin Euroopassa kiinnostuttaisiin VHF-HDTV-jakelusta, koska pelkästään Suomen tai muutaman muun pienen maan markkinoille ei vastaanottimia kannata valmistaa.

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

6.1.3 Taajuustarpeen ja ääniyleisradio-lähettimien määrän kehitys

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

Analogisia lähetyksiä jatketaan lähes 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. Taajuuksien tarve pysyy toistaiseksi entisellään. DVB-H ja DMB-T sijoittuvat tv-taajuuksille, joten ne eivät käytä ääniradiolle varattuja taajuuksia.

Taajuusalueita 87,5–108 MHz käytetään vielä pitkään FM-lähetyksiin. Vuoteen 2015 mennessä ei lähettimien määrä nykyisestä laske.

6.2 Televisio

6.2.1 Nykytilanne

Tv-jakeluverkkojen käytössä on taajuuksia kaikkiaan 448 MHz eli lähes puolet alle 1 GHz:n taajuuksista. Osaa tämän taajuusalueen käytettävyydestä rajoittaa muun muassa Venäjän vastaavan kaistan käyttö muuhun kuin televisiojakeleluun.

Digitaalinen DVB-T-lähetyksverkko kattaa käytännöllisesti katsoen koko manner-Suomen¹⁾ (99,9 prosenttia väestöstä) kahdella kanavanipulla ja sen lisäksi noin 80 prosenttia väestöstä yhdellä nipulla. Analogiset tv-lähetykset lopetetaan 31. elokuuta 2007. Tällä hetkellä television käyttöilmoituksen tehneitä television käyttäjiä on yli kaksi miljoonaa. Tämän hetkisten tietojen²⁾ mukaan 99,8 prosentilla kotitalouksista on vähintään yksi televisiovastaanotin ja 44 prosentilla kaksi tai useampia. Tv-talouksista 61 prosentilla on käytössään digitaalinen vastaanotin.

6.2.2 Lähetysjakeleluun tekniikan siirtyminen digitaalisiin televisiolähetysiin

Analogiseen siirtotekniikkaan perustuva Tukholman 1961 (ST61) taajuussuunnitelma uusittiin DVB-T:n kannalta nykyistä optimaalisemmaksi alkukesästä 2006 pidetyssä ITUn alueellisen radiokonferenssin toisessa osassa (RRC-06). Suomelle osoitettiin konferenssissa tavoitteiden mukaisesti seitsemän koko maan kattavaa verkkoa UHF-alueella ja kaksi VHF-alueella. Verkkojen tekniset ominaisuudet on määritelty siten, että niiden käyttö myös muuhun kuin

perinteiseen televisiotoimintaan on mahdollisimman joustavaa.

RRC-06-suunnitelman mukaiset taajuudet ovat Euroopassa otettavissa käyttöön viimeistään vuonna 2015. Naapurimaiden kanssa on mahdollista sopia nopeammastakin käyttöönottoaikataulusta, ja Suomessa suurin osa sovitusta taajuuksista saataneen otettua käyttöön vuonna 2007 analogisten lähetyksien päättyessä.

Koska digitaalinen jakeluverkko käyttää taajuuksia olennaisesti analogista tehokkaammin, vapautuu taajuuksia joko muun kuin perinteisen televisiotoiminnan tai muun radioliikenteen käyttöön (ns. Digital Dividend, taajuusylijäämä). Käytettävissä on kaikkiaan yhdeksää kanavanippua vastaavat taajuudet. Yhteen kanavanippuun mahtuu 5–7 tv-ohjelmistoa. Osa vapautuvasta kapasiteetista käytetään perinteisen televisiotoiminnan laajentamiseen (toimiluvat on jo jaettu tai toimilupapäätös tehty kaikkiaan neljälle digitaaliselle televisioverkolle), mutta osa voidaan osoittaa muille joko olemassa oleville tai uusille palveluille. Nämä voivat olla paitsi muuta radioliikennettä myös jotakin uudentyyppistä televisio- ja radiotoimintaa, esimerkiksi liikkuvaan vastaanottoon tarkoitettua televisiojakelelu (DVB-T suunniteltuna siten, että vastaanotto esimerkiksi liikkuvassa ajoneuvossa on mahdollista), matkaviesintyyppisiin vastaanottimiin tarkoitettua televisiolähetystä (DVB-H) tai HDTV-lähetysiä. Yhdelle DVB-H-verkolle on myönnetty toimilupa.

Liikkuvaan vastaanottoon optimoitu DVB-lähetys kuluttaa taajuuksia kiinteää vastaanottoa enemmän, koska tehostettu virheenkorjaus vie kapasiteettia. Yksi HDTV-kanava puolestaan vie nykytekniikalla koko kanavanipun kapasiteetin, mutta tulevaisuudessa pystytään sen koodausta tehostamaan olennaisesti (MPEG2 korvataan MPEG4-prosessoinnilla³⁾, jolloin myös taajuuksien käytön tehokkuus kasvaa. DVB-T2-standardilla ja MPEG-4-pakkauksella saadaan yhdessä kanavanipussa pystyä lähettämään jopa yhtä monta HDTV-laatuista kanavaa kuin MPEG-2-pakkauksella kyetään lähettämään peruslaatuista sisältöä. Mikäli HDTV yleistyy ennen kuin DVB-T2 on käytettävissä, viivästyy tehokkaamman jakelutekniikan käyttöönotto, koska se edellyttäisi jälleen uudenlaisia vastaanottimia.

Televisiojakelelu perustuu tulevaisuudessaakin pääosin suuritehoisten lähetyksasemien käyttöön. Tämä vaikeuttaa muun tyyppisen radioliikenteen, etenkin viereisillä taajuuksilla toimivien, pienitehoisia lähetimiä tarvitsevien järjestelmien sijoittamista televisiotoiminnan joukkoon. Nyt televisiokäytössä ole-

¹⁾ Ahvenanmaalla digitaalisen television käytössä on tällä hetkellä (helmikuu 2007) käytössä kaksi kanavanippua. Analogiset tv-lähetykset maakunnassa on lopetettu.

²⁾ Finnpanel joulukuu 2006

³⁾ H.264/AVC-lähdekoodauksella

vien taajuuksien osoittaminen harmonisoidusti muulle liikenteelle on sekin ongelmallista, koska jo EU-maiden keskinäiset tarpeet vaihtelevat voimakkaasti. Suomessa tilannetta vaikeuttaa lisäksi Venäjän muun Euroopan näkemyksistä ilmeisesti tulevaisuudessakin poikkeava taajuuksienkäyttöpolitiikka.

Perinteinen televisiotoiminta laajenee jossakin määrin, koska digitaalinen jakelu tekee toiminnasta kaupallisesti nykyistä kannattavampaa jo pienehköillekin kohderyhmille. Lisäksi katsojien kiinnostus antenniverkon kautta välitettäviin maksutelevisio-ohjelmiin on kasvamassa. Liikkuvaan vastaanottoon tarkoitettu jakelu ja HDTV-jakelu kasvattavat taajuustarvetta, mikäli niistä tulee kaupallisia menestyksiä.

6.2.3 Taajuustarpeen ja radiolähettimien määrän kehitys

Osa digitalisoinnin myötä vapautuneesta kapasiteetista halutaan käyttää perinteisen televisiotoiminnan laajentamiseen, mahdollisesti osa vapautuneesta taajuuskapasiteetista voidaan osoittaa muille palveluille. Näitä voivat olla ääniyleisradio-toiminta, matkaviestintä, televisiojakelu liikkuvaan vastaanottoon, teräväpiirto- ja mobiili-tv:n (DVB-H) jakelu. Vapautuvan taajuuskapasiteetin riittävyttä kokonaan uusille verkoille ei voida vielä tällä hetkellä arvioida. Valtioneuvosto on tehnyt toimilupapäätökset neljälle DVB-T-verkolle ja yhdelle DVB-H-verkolle. UHF-alueen verkoista kahden ja molempien VHF-alueen verkkojen käytöstä ei ole päätetty. Teknisesti VHF-alue soveltuisi esimerkiksi HDTV-jakeluun, mikäli VHF-kelpoisia HDTV-vastaanottimia tulee markkinoille.

Analogisten verkkojen sulkemisen jälkeen käytävissä ovat taajuudet seitsemää UHF-verkkoa ja kahta VHF-verkkoa varten. Kaikki nämä taajuudet eivät välttämättä ole käytettävissä heti syksyllä 2007, vaan niiden käyttöönotto saattaa edellyttää tarkentavia koordinoituneuvotteluita tai naapurimaiden taajuusjärjestelyiden toteutumista.

DVB-H-multimediaverkkojen tarvitsemien lähettimien määrä on olennaisesti suurempi kuin DVB-T-verkkojen, mutta lähetystehot pienempiä DVB-lähettimien yhteyteen rakennettuja päälähettimiä lukuunottamatta. Suuritehoisten lähettimien määrä ei kasva, koska uudet lähettimet korvaavat analogiselta televisiolta vapautuvat lähettimet.

DVB-T-verkot voidaan toteuttaa analogisia verkkoja pienemmällä lähetinmäärällä, mutta DVB-H-verkot on sisäpeittovaatimuksesta johtuen toteutettava ti-

heämmällä lähetyverkolla. Kaikkiaan televisioverkkojen lähetinten kokonaismäärä laskenee hieman. DVB-H-jakelulle osoitettavaa kapasiteettia määriteltäessä on otettava huomioon myös sitä käyttävän digitaalisen radiojakelun mahdollinen lisääntyminen.

Pakkausmenetelmien kehittyminen ja nykyistä tehokkaampi DVB-T2-standardi johtanevat siihen, että televisiopalveluita voidaan tulevaisuudessa jakaa taajuuksien käytön kannalta nykyistä tehokkaammin. Uudet modulaatio- ja pakkausmenetelmät vaativat useimmiten myös uuden vastaanottimen, eikä olemassa olevan vastaanotinkannan uusiminen ole mielekäästä aivan lähivuosina, joten uuden tekniikan käyttöön saaminen ei ainakaan lyhyellä aikavälillä tehosta jo käytössä olevien taajuuksien käyttöä. Pidemmällä tulevaisuudessa televisiotoiminnan siirtyminen laajakaistaisiin sekä kiinteisiin että radioverkkoihin saattaa jopa vähentää ilmeisesti tapahtuvan televisiojakelun taajuustarvetta.

Joukkoviestintäverkkojen lähettimet tarvitsevat taajuussuunnittelua ja ne säilyvät luvanvaraisina tulevaisuudessakin.

7 RADIOLINKIT

7.1 Radiolinkkien käyttö

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

Yleisissä televerkoissa radiolinkkien pääasiallisia käyttösovelluksia ovat paikallisverkko-yhteydet 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 taloudelliselta kannalta toteuttamiskelpoinen yhteyden rakentamismuutosto. Alle 10 GHz:n taajuusalueella on mahdollista rakentaa kustannustehokkaasti jopa yli 50 kilometrin yhteyksiä.

7.2 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 radiolinkkikalustoa on vielä 340–380 MHz:n taajuusalueella. Tälle taajuusalueelle ollaan valmistelemaan uutta käyttösuunnitelmaa.

Taajuusalueella 1–3 GHz radiolinkeille on osoitettu taajuuksia yhteensä noin 400 MHz. Kun matkaviestinverkkojen laajennuskaistaksi varattua 2,6 GHz:n aluetta tarvitaan vuoden 2007 jälkeen matkaviestinverkoille, joudutaan linkkikäyttöä siirtämään yli 3 GHz:n alueelle. 1–3 GHz:n alueella jää radiolinkeille taajuuskaistaa tämän jälkeen hieman yli 200 MHz.

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 radiolinkkikäyttäjiä. Kokonaisuudessaan 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 hyvin paljon radiolinkkejä käytössä 13 GHz:n, 15 GHz:n, 18 GHz:n ja 23 GHz:n taajuusalueilla.

Taajuusalueella 25–60 GHz radiolinkeille on osoitettu taajuuksia yhteensä noin 18 GHz. Tällä taajuusalueella ei kuitenkaan juuri ole käyttäjiä tällä hetkellä. 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.

7.3 Taajuustarpeen kehitys ja ennuste laitemäärän kehityksestä

Alle 1 GHz:n taajuusalueella toimivien 1- ja 4-kanavaisten linkkien käyttöä voidaan laajentaa taajuuksien saatavuuden osalta lähes koko Suomen alueella. 1- ja 4-kanavaisten radiolinkkien käyttö ja laitemäärät pysyvät ennallaan tai vähenevät hieman vuoteen 2010 mennessä, mutta sen jälkeen laitemäärä

pudonnee uusien edullisten (esim. radiomodeemit) järjestelmien käytön lisääntyessä. Linkkikäyttö tällä alueella on melko vakiintunutta ja merkittävää kasvuuntauusta ei 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-teknologia voi osin korvata normaalia radiolinkkitekniikkaa, 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 2015 mennessä radiolinkkien siirtokapasiteetti kasvaa oleellisesti nykyisestä. Siirtokapasiteetin kasvaessa myös taajuustarpeet lisääntyvät ja vuoteen 2015 mennessä alle 25 GHz:n taajuuskaisiat täyttyvät. Ruuhka-alueilla otetaan käyttöön uusia linkkitaajuusalueita yli 25 GHz:n taajuuksilla. Käytettävissä olevat kaistat riittävät radiolinkkikäyttöön.

Vuoteen 2010 mennessä radiolinkkilähettimien määrän arvioidaan kasvavan nykyisestä runsaasta 16 000 linkkilähetimestä 18 000:een. Tämän jälkeen laitemäärän kasvu pysähtyy.

7.4 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.

8 SATELLIITILIIKENNE

8.1 Kiinteä satelliittiliikenne

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

8.2 Siirtyvä satelliittiliikenne

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

8.3 Radionavigointisatelliittiliikenne

Alun perin sotilaskäyttöön on rakennettu kaksi radionavigointisatelliittijärjestelmää: amerikkalainen GPS ja venäläinen Glonass. Paikannustiedon käyttäjiä ovat pääasiassa olleet ilmaito ja merenkulku. Eurooppa on rakentamassa omaa Galileo-radionavigointisatelliittipaikannusjärjestelmäänsä. Näihin radionavigointisatelliitteihin perustuvien uusien paikannussovellusten ja palveluiden tarjonta tulee lisääntymään voimakkaasti ja palvelujen käyttäjiä tulevat olemaan maantieliikenne ja yksityiset kansalaiset. WRC-2000 ja WRC-2003 osoittivat lisätaajuudet näille sovelluksille, eikä lisätaajuustarpeita ole.

8.4 Satelliittijärjestelmät, jotka käyttävät maanpäällisiä asemia

Euroopassa on suunnitteilla satelliittijärjestelmiä, jotka käyttäisivät myös maanpäällisiä toistimia tai tukiasemia osana verkkoaan. Maanpäällisillä asemilla voidaan tarjota rajoitetulla maantieteellisellä alueella (esim. kaupungeissa) parempaa sisätila-keittoa ja suurempaa kapasiteettia. Lisäksi verkon käyttäjien lukumäärää voidaan kasvattaa selkeästi suuremmaksi kuin pelkän satelliitin varassa olevan järjestelmän. Näiden satelliittijärjestelmien on suunniteltu käyttävän jo olemassa olevia satelliittiliikenteille osoitettuja taajuusalueita, joten järjestelmien käyttöönotto ei lisää satelliittitaajuuksien taajuustarvetta.

8.5 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. Luvanvaraisten satelliittiasemien määrä pysyy Suomessa pienenä.

9 YKSITYISET RADIOVERKOT (PMR), RADIOMODEEMIVERKOT JA RADIO-OHJAIMET

9.1 PMR-verkot

Yksityiset radioverkot (PMR) ovat rajoitettujen käyttäjäryhmien verkkoja. Niiden keskeisiä käyttäjiä ovat:

- siviiliviranomaiset, kuten alueelliset, kaupunkien ja kuntien eri organisaatiot, palo- ja pelastustoimi
- radio- ja televerkko-operaattorit sekä voimahuolto- ja sähkönjakeluyhtiöt
- kuljetustoiminta (rautatiet, maantiekuljetus, taksit)
- teollisuuslaitokset, kuten konepaja-, paperi- ja metalliteollisuus (puheensiirto sekä kauko-ohjaus ja digitaalinen tiedonsiirto)
- muu elinkeinoelämä sekä vapaa-ajan harrastustoiminta (metsästys, autourheilu, vapaaehtoinen pelastuspalvelu).

Yksityisiä PMR-verkkoja tarvitaan moniin nopeisiin ja käyttövarmoin 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 ratkaisuinä 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 käyttötärpeeseen.

Kun nopea datasiirto on yhä tärkeämpi ominaisuus, siirrytään myös PMR-verkoissa vähitellen analogisella tekniikalla toteutetuista verkoista digitaalisiin verkkoihin. Digitalisoiminen alkaa suurista PMR-verkoista, mutta tekniikan kehittyessä ja halventuessa myös pienempiä verkkoja digitalisoidaan.

TETRA-standardin seuraava kehitysversio TETRA TEDS mahdollistaa entistä nopeamman datasiirron. Jo olemassa olevien TETRA-standardien lisäksi ETSI:ssä ollaan valmistelemaan uutta generistä digitaalisen PMR:n standardia, ns. DMR (Digital Mobile Radio). DMR-laitteet voivat alustavien tietojen mukaan 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.

9.2 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 pumppuasemien kaukovalvontaan ja ohjaukseen. Sähkölaitosautomaatio käyttää radiomodeemiverkkoja sähkö-, muunto- ja erotinasemien kaukovalvontaan ja -ohjaukseen sekä muun muassa sähkökatkosten syiden paikallistamiseen. Laitteita käytetään myös useissa sovelluksissa mittaustietojen siirtoon (mm. sääpalvelu).

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.

Teollisuusautomaatiossa radiomodeemiverkkoja tarvitaan tuotantotoimintaan, mittaustietojen keruu-

seen, prosessien hallintaan ja kenttäväylien toteuttamiseen. Kenttäväylillä nk. vihivaunut kulkevat tehdashalleissa itsenäisesti ennalta määrättyjä reittejä pitkin automaattisen ohjausjärjestelmän radioteitse lähettämien ohjaukomentojen mukaisesti.

Radiomodeemien käyttö tulee lisääntymään muun muassa uusien käyttösovellusten myötä. Toimintoja hoidetaan yhä useammin radioteitse ja kiinteitä langakäyntejä korvataan radiomodeemeilla. Esimerkiksi pääkaupunkiseudulla kasvu on ollut niin suurta, että vapaista datasiirtotaajuuksista alkaa olla puutetta. Taajuustarpeisiin vastaamiseksi uusia taajuuskaistoja pyritään avaamaan 440–450 MHz:ltä ja 160 MHz:ltä. Verkkojen häiriötön toiminta edellyttää tapauskohtaista (verkkokohtaista) taajuussuunnittelua, minkä takia verkkojen lähettimet ovat luvanvaraisia.

9.3 Radio-ohjaimet

Satamien lastausnosturien ja suurten teollisuus- ja rakennusnostureiden ohjauksessa on siirrytty liikkuvuutta rajoittavista kaapeli-ohjaimista 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 dataradiolähettämiä telemetriasovelluksissa, kuten EKG-tietojen siirtämiseen potilaspaikalta valvomoon.

Rautateillä radio-ohjaimia käytetään nosturinojauksen 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-ohjauskäyttöä 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 luvanvaraisien laitteiden taajuustarve myös kasvaa.

9.4 Taajuudet

Verkoille on varattu taajuuksia 68–87,5 MHz:n, 146–174 MHz:n ja 406,1–470 MHz:n alueilta. Lisäksi NMT-450-verkolta 450 MHz:n kaistalta vapautu-

neesta 2*4,5 MHz:n taajuuskaistasta varataan PMR-käyttöön 2*1,3 MHz. 160 MHz:n alueelta on osa kaistoista osoitettu meri-VHF:n käyttöön ja 410–430 MHz:llä on lisäksi radiolinkkikäyttöä.

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 ylemmille taajuuksille ja 80 MHz:n alueelle jää pääasiassa sotilaskäyttö ja harrastuskäyttö. Suurehkot taksivälitysjärjestelmät 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 ylemmällä puoliskolla) eurooppalaisen suosituksen T/R 25-08 mukaisesti. Viranomaisradioverkon (VIRVE) käyttöönoton jälkeen vanhoista viranomaisten taajuuksista suuren 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-verkojen välille.

Eurooppalaisesti harmonisoitu 169,4–169,8125 MHz:n kaistan uusi käyttösuunnitelma avaa uusia kaistoja luvanvaraisille jäljitysjärjestelmille sekä luvasta vapaille huonokuuloisten apuvälineille, turvapuhelimille, mittarinluentajärjestelmille ja jäljitysjärjestelmille.

Digitaalisille PMR/PAMR-verkoille, kuten TETRALle, 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 riittävyteen siirtymäaikana. NMT-450-verkolta vapautuneesta kaistasta noin 2* 3,2 MHz:n taajuuskaista on osoitettu digitaalisen laajakaistaisen matkaviestinverkon käyttöön. Loppuosa kaistasta on osoitettu PMR-verkoille, joiden taajuuksista on ruuhka-alueilla ollut pulaa.

Taajuusalue 870–876/915–921 MHz on varattu digitaalisille PMR-verkoille, mutta tällä hetkellä alue on sotilaskäytössä. Kaistan käyttöä PMR:lle tutkitaan edelleen, tarvitaanko kaistaa PMR:lle ja voiko kaista olla yhteiskäytössä sotilaskäytön kanssa. Mikäli kaista otetaan PMR-käyttöön, taajuuksien käyttöä voivat rajoittaa mahdolliset yhteensopivuusongelmat GSM:n kanssa.

Euroopassa vuonna 1998 harmonisoitu 446–446,1 MHz:n taajuuskaista on osoitettu analogisille PMR446-puhelimille, jotka ovat Suomessakin luvasta vapautettuja. Laitteissa on kahdeksan simplexkanavaa (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 pitempiä (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 erittäin nopeasti. Ensimmäisiä laitteita odotetaan markkinoille vuonna 2007. 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.

9.5 Ennuste taajuustarpeen ja laitemäärän kehityksestä

Perinteisiltä yksityisten radioverkkojen taajuusalueilta 160 MHz ja 450 MHz on joko siirtynyt tai siirtymässä käyttöä uusiin verkkoihin, kuten viran-

omaisradioverkko 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 poikkeaa 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 2015 asti.

Kokonaisuudessaan PMR-verkkojen sekä tukiasemien että liikkuvien asemien lukumäärä pienenee nykyisestä, koska esimerkiksi rautateiden GSM-R-verkko korvaa lähivuosina pääosan nykyisistä rautateiden erillisverkoista. Tukiasemien lukumäärä pudonaa vuoteen 2010 mennessä noin 5 500:aan ja edelleen 5 200:aan vuoteen 2015 mennessä. Liikkuvien asemien määrä pudonaa noin 86 000:een vuoteen 2015 mennessä. Radio- ja kauko-ohjaus- ja datasiirtolaitteiden määrä kasvaa nykyisestä noin 17 000:een vuoteen 2010 ja 18 000:een vuoteen 2015 mennessä.

Osa PMR-käyttäjistä siirtynee digitaalisen PMR446:n käyttäjiksi. GSM:n tuleva push-to-talk-toiminto voi houkutella matkaviestinverkkojen käyttäjiksi sellaisia PMR-käyttäjiiä, jotka tarvitsevat laajempaa peittoaluetta. Varmaankin osa datasiirron tarvitsijoista luopuu omista verkoistaan ja siirtyy (tai menee jo alunperin suoraan) GSM/3G-datasiirtoon – etenkin, kun datasiirronkin hinta tulee laskemaan.

9.6 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, lähetimet on voitu vapauttaa luvanvaraisuudesta, esim. PMR446.

10 MERENKULUN RADIOLIIKENNE

10.1 Meri-VHF

Meri-VHF-puhelimella varustettujen alusten lukumäärä kasvoi vuoteen 1994 asti, jolloin määrä oli 13 200. Sen jälkeen määrä alkoi hitaasti laskea, ja oli huhtikuussa 2005 noin 11 000. Meri-VHF-puhelimella varustettujen alusten lukumäärän laskun arvioidaan jatkuvan noin kymmeneen tuhanteen ja vakiintuvan siihen. Laitteiden määrä on alusten määrää suurempi, koska kauppa-aluksissa on yleensä useita meri-VHF-puhelimia.

Alusten määrän vähenemisestä huolimatta meri-VHF-taajuuksien käyttöaste ja merkitys kasvavat, koska väylävalvonta- ja muut turvallisuusjärjestelmät ja satamat tarvitsevat enenevässä määrin taajuuksia. Samalla häiriötilanteista tulee kriittisempiä kuin nykyisin. Myös kansainvälinen koordinointi aiheuttaa enemmän ongelmia.

Maissa olevien meri-VHF-asemien (rannikkoradio-asemien) 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 samakanavahäiriötä esiintyy ja sopeutettava toimintansa sen mukaisesti. Vain tärkeimmät käytöt (turvallisuusviestintä ja VTS/VTMIS-liikenne) pyritään suojaamaan.

Suomi on tehnyt useita aloitteita meri-VHF-kanavajärjestelmän muuttamiseksi toimimaan 12,5 kHz:n kanavajaolla. Toteutuessaan muutos helpottaisi taajuuspulaa. Vaikuttaa siltä, että muutos on mahdollista saada hyväksytyksi ITUn vuoden 2007 radio-konferenssissa (WRC-2007). Siirtymäkaudesta tulee pitkä, koska 12,5 kHz:n kanavajaolla toimivia rannikkoradioasemia ei voi ottaa käyttöön, ennen kuin maailman kauppalaivasto on varustettu vastaavilla laitteilla.

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

Merenkulun MF-taajuuksilla toimiva kauko-ohjattu keskitetty rannikkoradioverkko on Suomen Eril-

lisverkkojen ylläpitämä, mutta sitä käyttävät Rajavartiolaitos ja Merenkululaitos. Verkko on hätä- ja turvallisuuskäytössä (turvallisuusvaroitukset, hätäliikenne). Keskitetyn rannikoradioverkon lisäksi Merenkululaitoksella ja Rajavartiolaitoksella on joitakin yksittäisiä MF/HF-taajuuksilla toimivia asemia.

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

Ulkomaanliikenteen kauppa-aluksissa säilyy MF/HF-asema tulevaisuudessakin. Kansainvälinen merenkulujärjestö IMO suunnittelee MF/HF-taajuuksilla toimivaa sähköpostijärjestelmää merenkulun hätäjärjestelmän osaksi. Sen toteutuminen lisäisi näiden taajuuksialueiden käyttöä. Järjestelmän kansainväliset standardit ja taajuusratkaisut on tarkoitus lyödä lukkoon vuoden 2007 kuluessa.

10.3 Ennuste laitemäärän kehityksestä

Aluksen radioasemien määrä jatkaa hidasta laskua. Lukumäärän lasku johtuu siitä, että huviveneiden meri-VHF-puhelimen rikkoutuessa tilalle ei kaikissa tapauksissa hankita uutta, vaan radioviestintän tarve hoituu matkapuhelimella. Jos lukumäärän lasku jatkuu viimeisten vuosien kaltaisena, suomalaisissa aluksissa on vuonna 2015 käytössä noin 10 000–10 500 radioasemaa.

Rannikoradioasemien (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. Rannikoradioasemia on noin 300–400. Rannikoradioasemien määrä kasvaa hieman.

10.4 Merenkulun radioliikenteen luvanvaraisuus

Alusten radioasemat tarvitsevat yksilöllisiä tunnisteita, erityisesti tunnuskirjaimia (kutsumerkkejä) ja meriradionumeroita. Viestintävirasto varaa nämä tunnistet 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, sen kansallisuus voidaan todeta meriradionumerosta ja tunnuskirjaimista. Pelastustoimia hoitava viranomainen saa numeron tai tunnuskirjainten perusteella aluksen tiedot selville joko Turun meripelastuskeskuksesta tai kauppa-aluksen ollessa kyseessä 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 taajuussuunnittelua. Tästä seuraa, että käyttäjiltä vaaditaan radioliikenteen menettelyjen ja meriradiotaajuuksien käyttöä koskevien sääntöjen tuntemista. Aluksen radioluvan myöntämisen yhteydessä samalla tarkastetaan, että luvanhaltijalla on laitteiden käyttämiseen tarkoitettu pätevyystodistus. Luvanvaraisuudesta luopuminen edellyttäisi, että pätevyysien valvontaan kehitettäisiin toinen menettely.

Aluksen radioluvan muodosta ja ulkoasusta on ohje kansainvälisessä radio-ohjesäännössä. Ulkomaanliikenteessä olevien alusten asiakirjoja tarkastetaan ulkomaiden satamissa, joten kauppa-alusten osalta luvanvaraisuudesta luopuminen edellyttäisi muutoksia kansainvälisiin sopimuksiin.

11 ILMAILUN RADIOLIIKENNE

11.1 Ilmailun LF-, MF- ja HF-alueiden käyttö

ICAO on suunnitellut HF-taajuuksien käyttöön perustuvaa viestintäjärjestelmää. Jos se toteutuu, reittilentoliikenteen HF-taajuustarve voi lisääntyä. ICAOn suunnitelmien toteutumista on tällä hetkellä vaikea arvioida.

11.2 Ilmailun VHF-alueen käyttö

ICAO hyväksyi maaliskuussa 1995 Eurocontrolin aloitteen perusteella kanavavälin pienentämisen 25 kHz:stä 8,33 kHz:iin. Muutoksella arvioidaan saatavan käyttöön vuoden 2009 loppuun mennessä 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 taajuvälillä 118–137 MHz.

Suomessa ei toistaiseksi ole otettu käyttöön alue-lennonjohdon 8,33 kHz:n levyisiä kanavia, koska Suomessa ei ole taajuuspulaa taajuusalueella 118–137 MHz. Suomen alue-lennonjohtosektoreita ei ole toistaiseksi jaettu pystysuunnassa eri tasoihin, mikä on edellytys 8,33 kHz:n kanavavälillä käyttöön otolle. Suomi edellyttää ilmatilassaan liikenne- ja lento-koneisiin 8,33 kHz:n kanavavälillä toimivat radiot edellä mainitun aikataulun mukaisesti.

Taajuusalue 118–137 MHz on täyttymässä Euroopassa, ja mahdollisista lisätaajuuksista päätetään vuoden 2007 radiokonferenssissa. MLS:n laajennuskaista 5 091–5 150 MHz on yksi mahdollinen ratkaisu.

11.3 Taajuustarpeen kehitys ja ennuste laitemäärän kehityksestä

Nopeasti kasvaneen ilmailuliikenteen ja lentokone-teollisuuden kehityksen turvaamiseen on löydettyä lisätaajuuksia vuoden 2007 radiokonferenssissa. Uutena sovelluksena on esillä myös taajuuksien varaaminen miehittämättömille ilma-aluksille (UAV, Unmanned Air Vehicle). UAV:tä käytettäisiin aluksi pääosin sotilasilmailun sovelluksiin, mutta tarkoituksena on tulevaisuudessa laajentaa UAV:tä myös siviilikäyttöön.

VHF-taajuuksia käyttävien ilma-alusten määrä pysyy nykyisellä tasollaan. Ilmailutaajuuksia käyttävien harrastajien (riippuliitäjät, ilmapalloilijat jne.) määrä kasvaa hitaasti. Kokonaisuudessaan laitemäärän ja käyttöön osoitettujen taajuuksien määrän ei kuitenkaan arvioida kasvavan seuraavan kymmenen vuoden aikana.

11.4 Ilmailun radionavigointiliikenne

Ilmailun radionavigoinnilla tarkoitetaan ilma-aluksen paikan, nopeuden, etäisyyden ja suunnan jatkuvaa määrittämistä radioaaltojen avulla. Ilma-aluksen paikka voidaan määrittää mittaamalla asemien etäisyys, etäisyyksien ero tai suunta.

Ilmailun radionavigointiin käytetään Suomessa useita järjestelmiä, joiden taajuudet ovat noin 300 kHz (LF/MF-lähestymismajakka), 75 MHz (ILS-merkki-lähetin), 108,1–111,950 MHz (ILS-suuntasädelähetin), 111,975–117,975 MHz (VOR-monisuuntamajakka), 328,600–335,400 MHz (ILS-liukusädelähetin) ja 962–1 213 MHz (DME-etäisyydenmittauslaite).

Ilmailun radionavigoinnissa käytettyjen taajuuksien käyttö ei kasva oleellisesti nykyisestä tasosta tulevaisuudessa, sillä taajuuksien käyttö on hyvin vakiintunutta edellä mainituilla taajuusalueilla. Keski-

Euroopassa DME-järjestelmät kärsivät taajuuspulasta jo tällä hetkellä DME- ja MLS-järjestelmien yhteistoiminnasta johtuen. Suomessa DME-kanavien saatavuus parani, koska MLS-taajuuksia ei oteta käyttöön, jolloin yhteistoimintaan varatut DME-taajuudet vapautuivat.

Joissakin Euroopan maissa käytetään myös taajuusväliä 5 030–5 150 MHz MLS-järjestelmälle, mutta Suomessa järjestelmää ei oteta käyttöön tulevaisuudessa. Ilmailun radionavigoinnissa käytetään myös satelliittipohjaisia järjestelmiä.

12 RADIOAMATÖÖRILIIKENNE

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

13 YMPÄRISTÖN KAUKOKARTOITUS JA -VALVONTA

13.1 Automaattiset havainto-asetukset

Sää- ja ympäristöhavaintojen määrä ja monipuolisuus lisääntyvät vuoteen 2015 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.

13.2 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 taajuusalue ei enää tarvittane radiosondien käyttöön tulevaisuudessa. Lisäksi liikenne voidaan radioteknisesti tiivistää 3 MHz:n levyiselle taajuuskaistalle ainakin Suomessa. ITU:n 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.

13.3 Sää- ja ympäristösatelliitit

Sää- ja ympäristösatelliitit ottavat vastaan passiivisesti maanpinnan ja ilmakehän eri kerrosten lähettämää radio- ja mikroaaltosäteilyä 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, 1 670–1 710 MHz, 7 450–7 550 MHz ja 7 750–7 850 MHz.

Sää- ja ympäristösatelliiteissa toimii myös synteettisen apertuurin tutka- (SAR), 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.

13.4 Tuuli- ja radioakustiset keilaimet

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

13.5 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-lähettimiä voidaan ajoittain käyttää myös muissa meritieteellisissä poijuissa. Argos-taajuus on käytössä maailmanlaajuisesti.

Rannikon lähistöllä sijaitsevat aallonmittauspoijut käyttävät 29–30 MHz:n taajuusalueita. Näiden aaltopojujen käyttö jatkuu tulevaisuudessa nykyisessä laajuudessaan. Vanhemmat, käytöstä poistumassa olevat analogiset mittauspoijut toimivat taajuusalueella 27–28 MHz.

13.6 Taajuustarve ja laitemäärät

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

14 MUUT RADIOLAITTEET

14.1 Muut radiolähettimet

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

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

14.2 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.

15 LUVASTA VAPAUTETUT RADIOLÄHETTIMET

15.1 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.

Kaiken kaikkiaan luvasta vapautettuja taajuuksia on lähes 13 prosenttia alle 3 GHz:n, runsaat 16 prosenttia alle 10 GHz:n ja 17 prosenttia alle 80 GHz:n taajuusalueella. Jos taajuusmäärään ei lasketa mukaan yleisten verkkojen päätelaitteiden ja satelliittiterminaalien käyttämiä taajuuksia, vastaavat osuudet ovat 4 prosenttia, 12 prosenttia ja 15 prosenttia. Suurin osa luvasta vapautetuista taajuuksista yli 10 GHz:llä on osoitettu laajakaististen autotutkien käyttöön. Näiden laitteiden käyttämät taajuudet ovat yhteiskäytössä luvanvaraisten laitteiden kanssa.

15.2 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 itseorganisoi-tuva 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 vuoteen 2010 mennessä. RFID:n käyttö perustuu lähietäisyydeltä luettaviin tunnisteesiin.

UWB (Ultra Wide Band) on laajakaistainen teknologia, joka mahdollistaa nopean yli 100 Mbit/s tiedon-siirtokapasiteetin 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, kuten infrapunaa käytettäessä. 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.

15.3 Yhteenveto

Luvasta vapautetuista laitteista ei peritä taajuusmaksua. Luvasta vapautettujen laitteiden taajuus-tarpeet ja laitteiden lukumäärä kasvavat nopeasti aiheuttaen lisääntyvää resurssien ja taajuussuunnitelun tarvetta. Luvasta vapautettujen taajuusalueiden määrä kasvaa vuoteen 2015 mennessä. Uudet taajuusalueet otetaan nopeasti käyttöön. Suomessa luvista vapautetaan pääsääntöisesti vain sellaisia taajuusalueita, joiden käyttö on harmonisoitu vähintään EU:n laajuisesti.

Kaupanpidonvalvonnan radiolaitteiden maahantuojaan ja radiolaitteita myyviin liikkeisiin kohdistuvilla tarkastuksilla huolehditaan, että markkinoilla on ainoastaan vaatimukset täyttäviä luvasta vapautet-tuja radiolaitteita. Valvonnan yhteydessä voidaan mitata radiolaitteita, jotta saadaan selville, täyttävätkö ne asetetut vaatimukset. Radiohäiriöiden sel-vityksessä luvasta vapaiden laitteiden aiheuttamat häiriöt aiheuttavat enenevässä määrin työtä ja sitovat radiotarkastuksen resursseja.

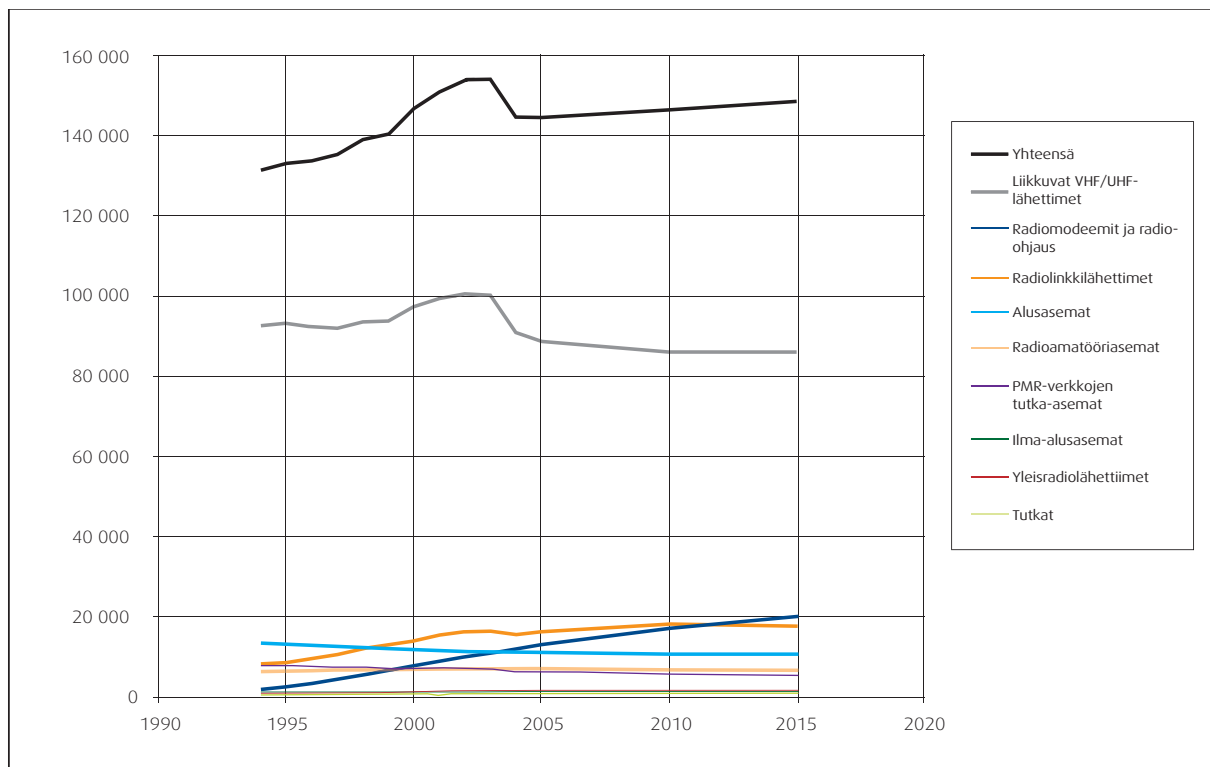
16 LUVANVARAISTEN RADIO-LÄHETTIMIEN LUKUMÄÄRÄN KEHITYS

Kuvissa 16.1 ja 16.2 on esitetty arvio radiolähettimien lukumäärän kehityksestä seuraavan kymmenen vuoden aikana. 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, radiomo-deemiverkkojen ja radiolinkkien) laitemäärän kasvun seurauksena kokonaislaitemäärä on kasvanut vuodesta 2005 alkaen.

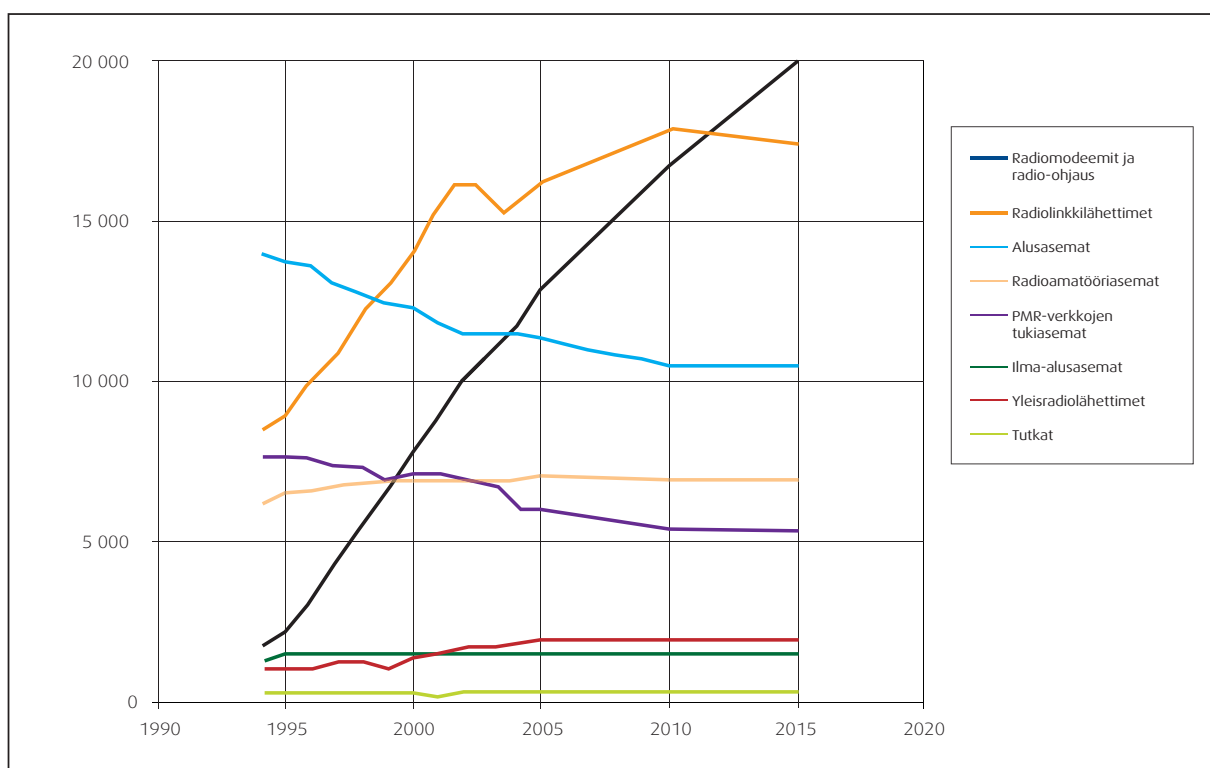
Radiolaitteiden määrän ennusteessa on otettu huomioon rautateiden siirtyminen GSM-R-verkon käyttäjiksi vuoteen 2010 mennessä. Rautateiden radioverkosta poistuu tällöin yli 3 000 lähetintä. Muiden radioverkkojen lähettimien määrän kasvun korvaa rautateiden verkosta poistuvien laitteiden määrän laskun ja kokonaisuus nousee vuoteen 2015 mennessä vajaat 3 prosenttia verrattuna vuoteen 2006.

17 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.



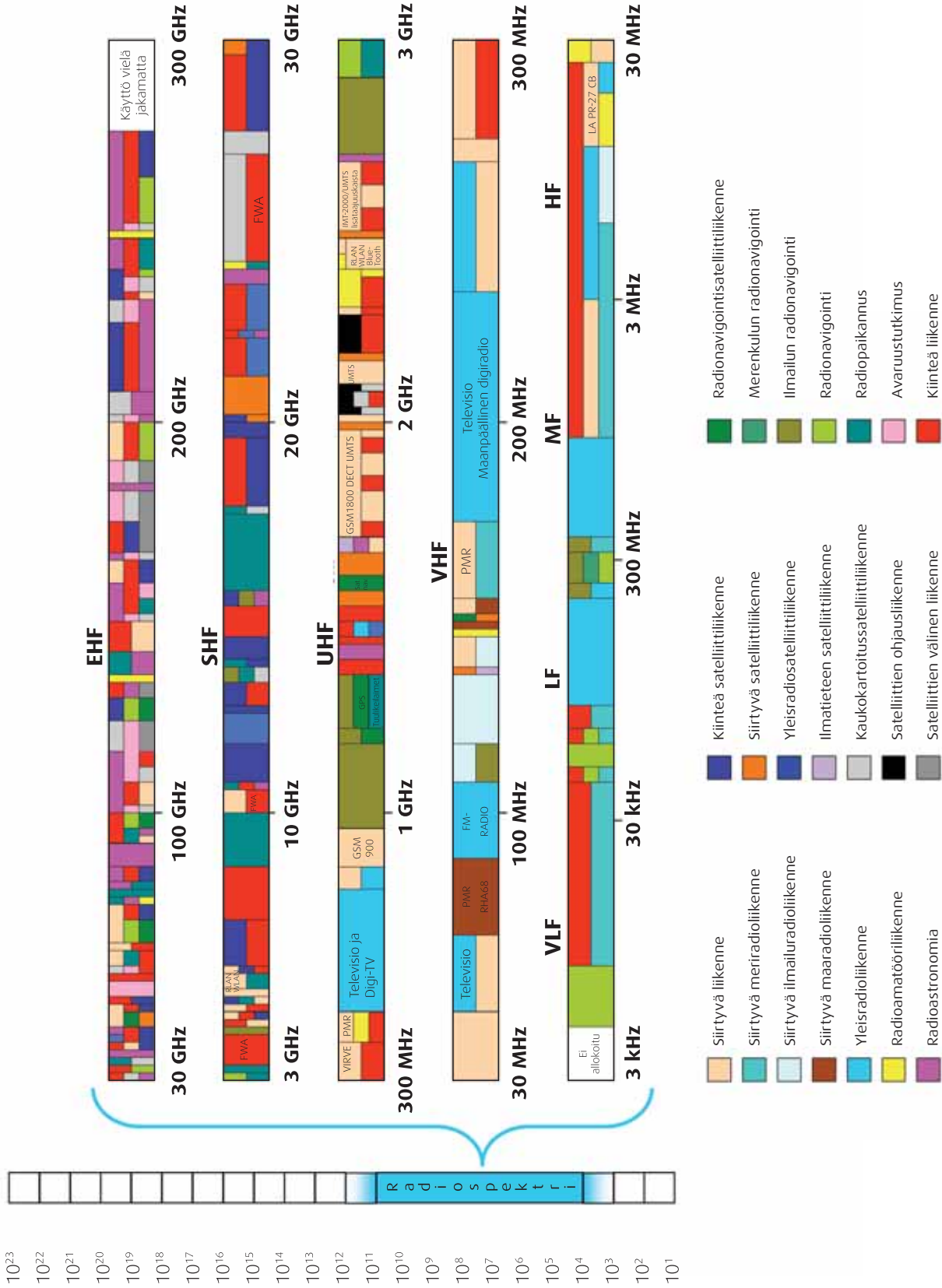
Kuva 16.1 Yhteenveto luvanvaraisten lähettimien lukumäärän kehityksestä. Siirtyvän maaradioliikenteen VHF/UHF-lähettimien lukumäärissä ei ole mukana matkaviestinverkkojen eikä VIRVEN tukiasemien määrää. Vuosina 2002–2004 purettiin mm. poliisin, palo- ja pelastustoimen radioverkot, minkä seurauksena lähettimien kokonaismäärä putosi jonkin verran.



Kuva 16.2 Yhteenveto luvanvaraisten lähettimien lukumäärän kehityksestä ilman siirtyvän maaradioliikenteen liikkuvia VHF/UHF-lähettimä.

Radiotaajuuksien käyttö

Sähkömagneettinen spektri (Hz)



Huomautus: Kuvassa esitetty taajuuksien jako eri liikennelajeille ja käyttötavat antavat ainoastaan yleiskuvan taajuuksien käytöstä. Tarkemmat tiedot selviävät Viestintäviraston määräyksestä 4 ja sen liitteenä olevasta taajuusjakotaulukosta.

VLF (Very Low Frequency)
 LF (Low Frequency)
 MF (Medium Frequency)
 HF (High Frequency)
 VHF (Very High Frequency)
 UHF (Ultra High Frequency)
 SHF (Super High Frequency)
 EHF (Extremely High Frequency)

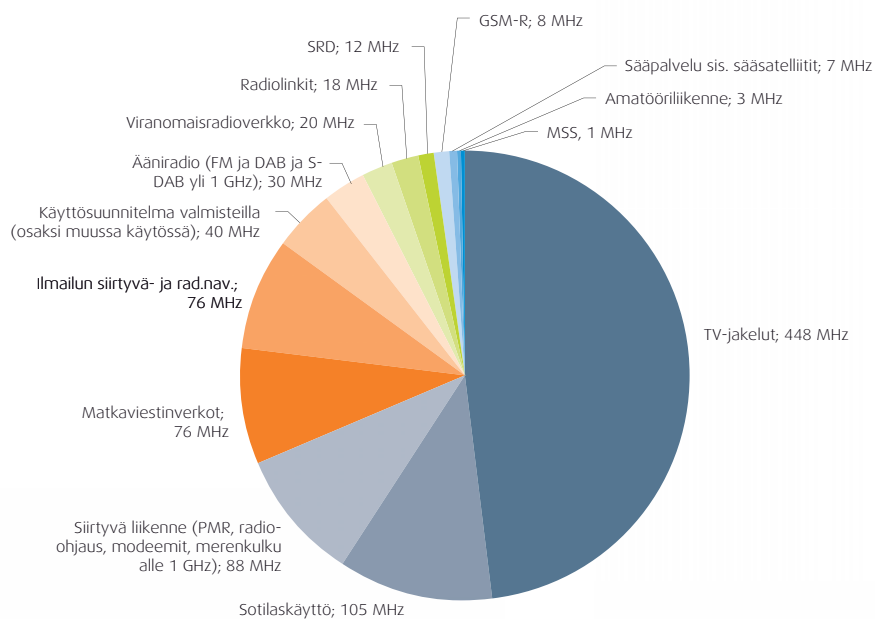
LIITE 2: Taajuuksien käyttö eri sovelluksille ja liikennelajeille

Alla olevissa taulukossa ja kuvissa on esitetty taajuuksien määrän jakautumista eri sovelluksille ja liikennelajeille. Esitystapaa on yksinkertaistettu todelliseen käyttöön verrattuna. Esimerkiksi jollakin

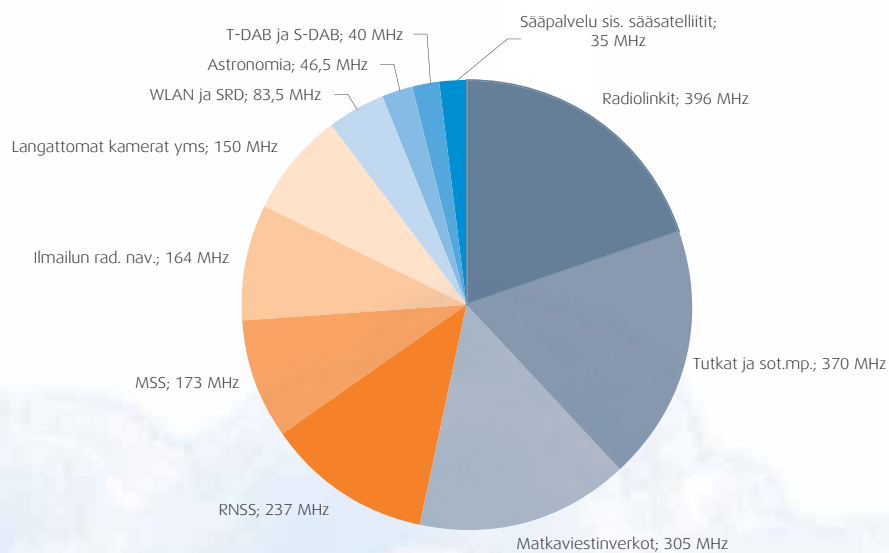
kaistalla olevaa ensisijaisen käytön kanssa jaettua muuta käyttöä tai kaistalla olevaa muiden liikennelajien kanssa toissijaista käyttöä ei pääsääntöisesti ole erikseen esitetty.

	68 MHz–1 GHz	1–3 GHz	1–3 GHz v. 2008 jälk.	3–6 GHz	6–10 GHz
TV-jakelu	448 MHz				
Sotilaskäyttö	105 MHz				
Siirtyvä liikenne (PMR, radio-ohjaus, modeemit, merenkulku)	88 MHz				
Matkaviestinverkot	76 MHz	305 MHz	495 MHz		
Ilmailun siirtyvä- ja radionavigointiliikenne	76 MHz				
Käyttösuunnitelma valmisteilla (osaksi muussa käytössä)	40 MHz				
Ääniradio (FM ja DAB)	30 MHz				
Viranomaisradioverkko	20 MHz				
Radiolinkit	18 MHz	396 MHz	206 MHz	735 MHz	2 500 MHz
SRD (lyhyen kantaman laitteet)	12 MHz				
GSM-R	8 MHz				
Sääpalvelu sis. sääsatelliitit	7 MHz	35 MHz	35 MHz		
Amatööri liikenne	3 MHz			10 MHz	
MSS	1 MHz	173 MHz	173 MHz		
BWA				180 MHz	
WLAN ja SRD		83,5 MHz	83,5 MHz		
RNSS		237 MHz	237 MHz	30 MHz	
Langattomat kamerat yms.		150 MHz	150 MHz		
Astronomia		46,5 MHz	46,5 MHz	10 MHz	
WLAN ja tutkat				455 MHz	
Kiinteä satelliittiliikenne				260 MHz	
Tutkat ja sotilaallinen maanpuolustus		370 MHz	370 MHz	880 MHz	1 500 MHz
Ilmailun radiokorkeusmittarit				200 MHz	
Siirtyvä liikenne				120 MHz	
Ilmailun radionavigointiliikenne		164 MHz	164 MHz	120 MHz	
Ääniradio (T-DAB ja S-DAB)		40 MHz	40 MHz		
YHTEENSÄ	932 MHz	2 000 MHz	2 000 MHz	3 000 MHz	4 000 MHz

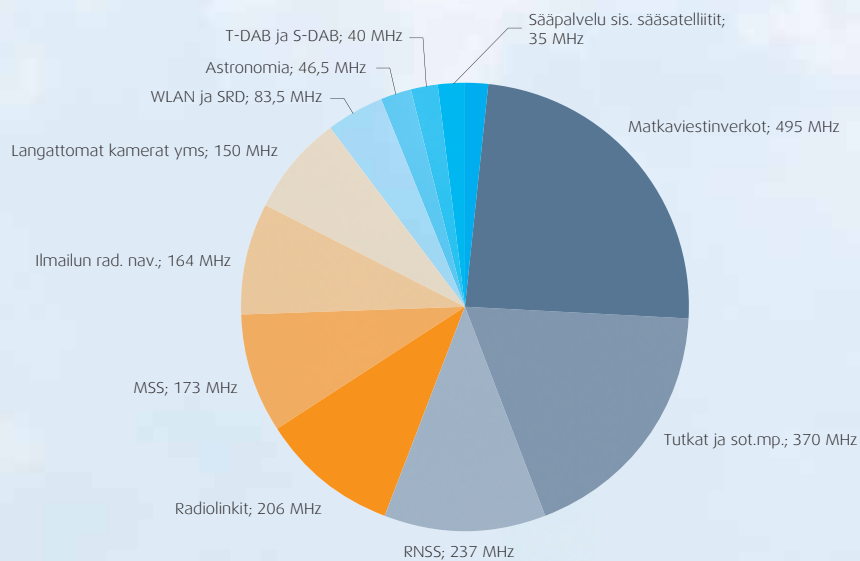
Taajuuksien määrä (MHz) välillä 68–1 000 MHz



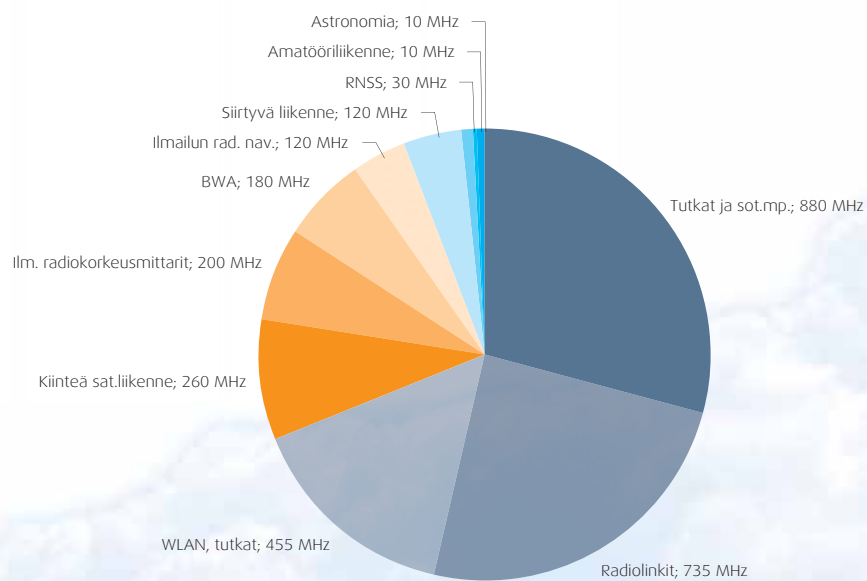
Taajuuksien määrä (MHz) välillä 1–3 GHz



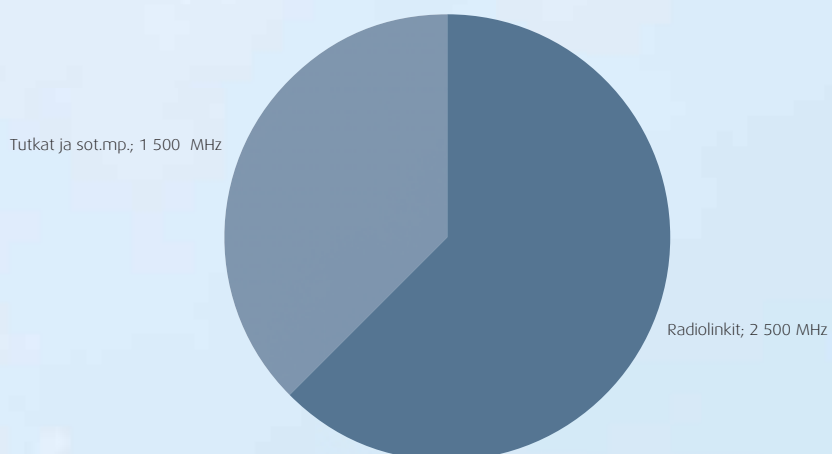
Taajuuksien määrä (MHz) välillä 1–3 GHz v. 2008 jälkeen



Taajuuksien määrä (MHz) välillä 3–6 GHz

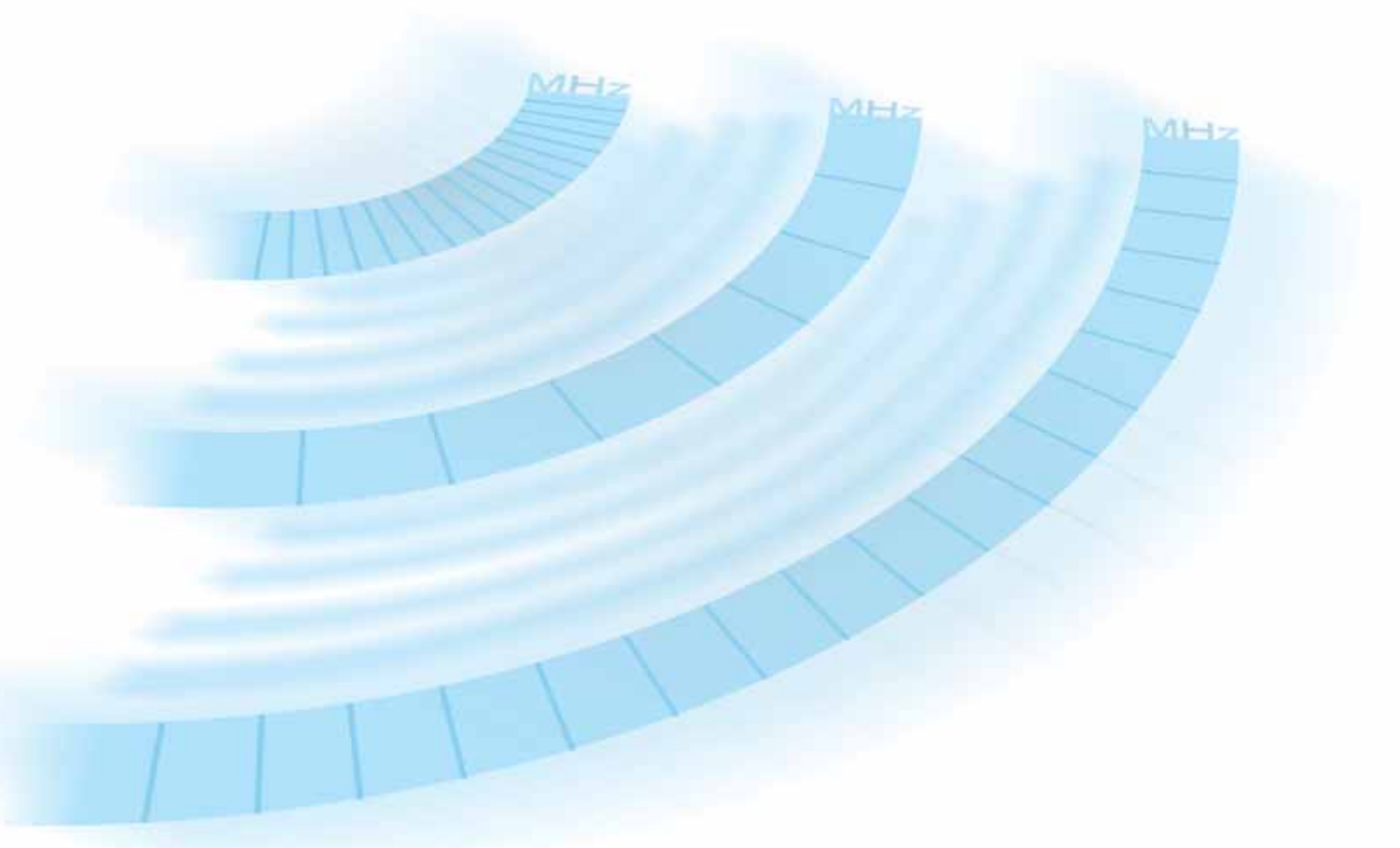


Taajuuksien määrä (MHz) välillä 6–10 GHz



LIITE 3: Luvasta vapautettujen radiolähettimien taajuuksien määrä

	Kaikki luvasta vapautetut laitteet		Luvasta vapautetut laitteet, kun mukaan ei ole otettu yleisten verkkojen (esim. GSM, VIRVE, UMTS, MSS) päätelaitteita	
	Luvasta vapautettujen laitteiden taajuusmäärä	Osuus taajuus-alueesta	Luvasta vapautettujen laitteiden taajuusmäärä	Osuus taajuus-alueesta
Taajuusalue				
0-1 GHz	76,243 MHz	7,6 %	25,380 MHz	2,5 %
0-3 GHz	386,323 MHz	12,9 %	126,160 MHz	4,2 %
0-6 GHz	1 181,323 MHz	19,7 %	731,160 MHz	12,2 %
0-10 GHz	1 656,323 MHz	16,6 %	1 206,160 MHz	12,1 %
0-81 GHz	13 732,323 MHz	17,0 %	12 356,160 MHz	15,3 %
68 MHz-1 GHz	66,603 MHz	7,1 %	15,740 MHz	1,7 %
68 MHz-3 GHz	376,683 MHz	12,8 %	116,520 MHz	4,0 %
68 MHz-6 GHz	1 171,683 MHz	19,8 %	721,520 MHz	12,2 %
68 MHz-10 GHz	1 646,683 MHz	16,6 %	1 196,520 MHz	12,0 %
68 MHz-81 GHz	13 722,683 MHz	17,0 %	12 346,520 MHz	15,3 %



LIITE 4: Radiotaajuuksien käytön suunnittelu

1.1 Radiotaajuuksien käytön suunnittelun tavoitteet

Radiotaajuuksien käytön suunnittelun tavoitteena on edistää langattoman tietoyhteiskunnan kehittämistä ja antaa radiolaitteiden käyttäjille mahdollisimman suuri hyöty käytettävissä olevista radiotaajuuksista. Radiotaajuuskaistojen käyttötarkoituksen muuttaminen on hidas ja kallis prosessi. Tehokkaiseen 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 kustannustehokkaasti uusinta tekniikkaa käyttäviä laitteita. Taajuuskaistojen suhteen joustavat suurtaajuusosat eivät pysty vielä moniin vuosiin 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 radioviesintäkonferensseja 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 radio-liikenteille (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-ohjesääntönsä 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) valmistelelee 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 valmistelelee 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 kohutuottomasti 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 asiakkailta ja radiotarkkailulta. Häiriötilanteiden selvittelyssä saatu kokemus hyödynnetään suunnittelumenetelmien kehittämisessä ja tarkentamisessa. Suunnittelumenetelmiä kehitetään jatkuvasti niin, että kyetään tekemään entistä vaativampia teknisiä laskenta-tehtäviä ja siten vastaamaan taajuusalueiden kuormituksen kasvuun ja radiojärjestelmien tekniseen kehitykseen.

LIITE 5: Taajuuksien käyttötarpeita koskeva sidosryhmien konsultointi Viestintävirastossa

Lausuntopyynnöt ja niiden käsittely

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

Lausuntopyynnöt koskevat:

- Viestintäviraston antamia määräyksiä sekä kansallisia, Euroopan-laajuisia 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 lupamenettelyä koskevia päätöksiä, suosituksia ja raportteja.

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

Radiotaajuuksien neuvottelukunta konsultoi

Viestintäviraston avuksi sen tehtävien hoitamisessa on nimetty radiotaajuuksien neuvottelukunta. Sen avulla Viestintävirasto huolehtii osaltaan siitä, että suomalaisten radioalan intressiryhmien tarpeet ja mielipiteet ovat tiedossa muun muassa Viestintäviraston osallistuessa radioalan kansainväliseen yhteistyöhön sekä sen tehdessä toimialaansa kuuluvia suunnitelmia ja ratkaisuja.

Radiotaajuuksien neuvottelukunnan yhteydessä toimii useita kaikille kiinnostuneille organisaatioille avoimia eri asiakokonaisuuksiin keskittyviä työryhmiä. Näitä ovat mm:

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.

Suomen kansallinen kanta komiteassa ja politiikka-ryhmässä käsiteltäviin asioihin määritellään EU-taajuusasioiden kansallisessa työryhmässä, jonka radiotaajuuksien neuvottelukunta on perustanut. Ryhmä on avoin kaikille suomalaisille organisaatioille.

WRC-2007:n kansallinen valmistelu

Seuraava ITUn, International Telecommunication Union, radiokonferenssi (WRC) järjestetään vuonna 2007. WRC-2007-työryhmän tehtävänä on:

- kartoittaa Suomen kansallinen suhtautuminen WRC-2007:ssä käsiteltäviin asioihin
- seurata ITUssa ja CEPTissä tehtävää valmistelutyötä ja vaikuttaa siihen siten, että Suomen kansallinen kanta toteutuu mahdollisimman hyvin
- laatia tarvittaessa Suomen kansalliset ehdotukset radiokonferenssille
- tehdä ehdotus Suomen liittymisestä CEPTissä valmisteltaviin yhteiseurooppalaisiin konferenssiesityksiin
- suunnitella radiokonferenssin valmisteluihin liittyvien asioiden tiedottamista sekä tehdä ehdotus Suomen WRC-2007-valtuuskunnan kokoonpanosta.

WRC-2007-työryhmä on avoin kaikille.

LIITE 6: Lyhenneluettelo

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



Viestintävirasto

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