

**Raspberry-korttitietokoneeseen pohjautuvan tuotteen
saattaminen markkinoille Suomessa –
radiolaitedirektiivin vaatimukset**

**Standards and legislation derived from the Radio
Equipment Directive affecting the commercialization of
Raspberry Pi -based system on chip devices in Finland**

Lauri Tuimala

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT
School of Energy Systems
Sähkötekniikka

Lauri Tuimala

Raspberry-korttitietokoneeseen pohjautuvan tuotteen saattaminen markkinoille Suomessa – radiolaitedirektiivin vaatimukset

2021

Kandidaatintyö.

28 s.

Tarkastaja: Mikko Kuisma

Raspberry Pi on viimeisten viiden vuoden aikana yleistynyt osana kaupallisia tuotteita, jotka sisältävät radiolaitteen. Suomessa EU:n yhteismarkkinoille asetettavien kaupallisten radiolaitteiden täytyy täyttää EU:n asettamat vaatimukset. Tässä kandidaatintyössä esitellään Raspberry Pi:hin pohjautuvien radiolaitteiden kaupallistamisessa huomioonotettavia EU:n ja Suomen viranomaisten asettamia säädöksiä sekä lainsäädäntöä. Työn tutkimuskysymykset ovat: 1) Mitkä direktiivit, standardit ja lainsäädäntö koskevat kaupallistettavaa Raspberry Pi -pohjaista radiolaitetta, ja 2) mitä erityisvaatimuksia nämä direktiivit, standardit ja lainsäädäntö asettavat kaupallistettavalle Raspberry Pi -pohjaiselle radiolaitteelle.

Työn tavoitteena on selkeyttää Raspberry-korttitietokoneeseen pohjautuvien radiolaitteen sisältävien tuotteiden Suomessa markkinoille saattamisen vaatimuksia radiolaitedirektiivin osalta. Työssä kuvaillaan markkinoillesaattamisprosessia ja tarkastellaan radiolaitteiden markkinavalvontaa Suomessa. Tutkimus suoritettiin kirjallisuustutkimuksena.

EU:n tasolla ei ole ennakkotarkistusta radiolaitteille. Valmistajat voivat tuoda radiolaitteita markkinoille vakuuttamalla laitteidensa täyttävän radiolaitedirektiivissä kuvatut olennaiset vaatimukset laitekohtaisella vaatimustenmukaisuusvakuutus-dokumentilla. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa valmistaja kertoo kaikki harmonisoidut standardit, joita on käytetty radiolaitteen vaatimustenmukaisuuden varmistamiseen. Harmonisoidut standardit määräytyvät radiolaitteen käyttämien taajuuksien ja käytettävän myötä. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksen lisäksi laitteelle täytyy löytyä käyttömaan kielillä laaditut käyttö- ja turvallisuusohjeet, CE-merkintä ja tekniset asiakirjat. Valmistajan tulee säilyttää tekniset asiakirjat 10 vuotta markkinavalvontaviranomaisten saatavilla.

Helpoin tapa varmistaa radiolaitteen vaatimustenmukaisuus on hyödyntää harmonisoitujen standardien vaatimustenmukaisuusolettamaa. Tämän voi tehdä valmistaja itse, tai vaaatimustenmukaisuuden arviointiprosessin voi ulkoistaa ilmoitetulle laitokselle joko teknisten asiakirjojen, radiolaitteen tai valmistusprosessin arvioinnin kautta. Jos vaatimustenmukaisen radiolaitteen toimintaa muutetaan esimerkiksi osana uutta tuotetta, täytyy vaatimustenmukaisuuden arviointiprosessi tehdä uudestaan.

ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT
School of Energy Systems
Electrical Engineering

Lauri Tuimala

Standards and legislation derived from the Radio Equipment Directive affecting the commercialization of Raspberry Pi single-board computer-based products in Finland

2021

Bachelor's Thesis.

28 p.

Examiner: Mikko Kuisma

During the previous five years Raspberry Pi has seen increased use as a part of commercial products which contain a radio device. Radio devices which are placed into the European Single Market in Finland must fulfil the EU requirements. This bachelor's thesis presents the laws and regulations of the Finnish Government and the EU, which must be taken into consideration during the commercialization process of a Raspberry Pi-based radio device. The research questions of this thesis are: 1) Which Directives, standards and legislation are applied to a Raspberry Pi-based radio device during the commercialization process? and 2) What special requirements do they place on such a device?

The aim of this thesis is to clarify the requirements imposed by the Radio Equipment Directive on a product based on the Raspberry-single board computer in Finland in the process of placing on the market. The work describes the process of placing on the market and contains a brief overview of the market surveillance activities in Finland. The thesis was done as a literature study.

There are no preliminary inspections for radio equipment in the EU. Manufacturers may place products containing radio equipment on the market by declaring that the product fulfils the essential requirements of the Radio Equipment Directive with a Declaration of Conformity-document. In this Declaration, the manufacturer declares all the Harmonized Standards that have been applied to the product to ensure conformity with the essential requirements. The Harmonized Standards are applied based on the operational frequency and purpose of the radio equipment. In addition to the DoC, the product must have user- and safety instructions in the official languages of the country in which it is sold, a CE-marking and technical documents. These technical documents must be kept available to the market surveillance authorities for 10 years.

The easiest way of ensuring the conformity of a product is using the assumption of conformity granted by the application of Harmonized Standards during the conformity assessment procedure. This can be done by the manufacturer, or a notified body based on technical documents, product assessment or quality assessment of the manufacturing process. If the functioning of extant, conformity assessed radio equipment is modified e.g., as part of a new product, the conformity assessment process must be done again.

KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET

CE	Conformité Européenne,
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardisation
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations, Euroopan Posti- ja Telehallintokonferenssi
EC	European Commission, Euroopan Komissio
ECC	Electronic Communications Committee
ECO	European Communications Office
EFIS	ECO Frequency Information System
EMC	ElectroMagnetic Compatibility
eLSA	Evolved Licensed Shared Access
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
HAT	Hardware Attached on Top
IoT	Internet of Things, Esineiden Internet
ISM	Industrial, Scientific and Medical
ITU	International Telecommunication Union, kansainvälinen televiestintäliitto
ITU-R	ITU Radiocommunication Sector, ITU- radioviestintäsektori
LSA	Licensed Shared Access
RFID	Radio Frequency Identification, radiotaajuinen etätunnistus

Termit

Radiolaite	EU:n radiolaitedirektiivin 2014/53/EU mukaan radiolaite on ”sähkö- tai elektroniikkalaite, joka tarkoituksella lähettää ja/tai vastaanottaa radioaaltoja radioviestinnän tai radiomäärityksen tarkoituksiin tai sähkö- tai elektroniikkalaitetta joka tarvitsee täydennykseen lisälaitteen, kuten antennin, voidakseen tarkoituksella lähettää ja/tai vastaanottaa radioaaltoja radioviestinnän tai radiomäärityksen tarkoituksiin.”
Radioaalto	Sähkömagneettiset aallot, joiden aallonpituus on alle 3000 GHz ja jotka etenevät vapaassa tilassa ilman johdinta
Radioviestintä	Viestintää radioaaltojen avulla
Radiomäärittely	Esineen sijainnin, nopeuden ja/tai muun luonteenomaisen piirteen määrittämistä tai näihin parametreihin liittyvien tietojen hankkimista radioaaltojen etenemisominaisuuksien avulla
Markkinoille saattaminen	Laitteen asettaminen ensimmäistä kertaa saataville EU:n sisämarkkinoille.
Ilmoitettu laitos	EU:n jäsenvaltion tai joissakin tapauksissa EU:n kansainvälisten sopimuskumppanien nimeämä laitos, joka saa arvioida tiettyjen laitteiden tai prosessien vaatimustenmukaisuutta
Direktiivi	EU:n lainsäädäntöohje, joka velvoittaa EU:n jäsenvaltioita saavuttamaan direktiivissä annetut tavoitteet, jättäen keinot jäsenvaltioiden päätettäväksi
Harmonisoitu standardi	EU:n mandaatilla tehty, johonkin direktiiviin yhdistetty standardi, jonka teknisten vaatimusten noudattaminen antaa tuotteelle vaatimustenmukaisuusolettaman direktiivin vaatimuksille

SISÄLLYSLUETTELO

Käytetyt merkinnät ja lyhenteet

1.	Johdanto.....	7
1.1	Raspberry Pi.....	8
2.	Radiotaajuudet	9
3.	EU:n radiolaitedirektiivi.....	11
3.1	Harmonisoidut standardit.....	13
4.	Suomen lainsäädännön asettamat rajoitukset	16
4.1	Radiolaitteiden saattaminen markkinoille Suomessa	16
4.2	Markkinavalvonta Suomessa ja EU:ssa.....	19
5.	Raspberry Pi radiolaitedirektiivin vaatimusten toteutumisen näkökulmasta	22
6.	Yhteenveto.....	23
	Lähteet.....	25

Liitteet

1. JOHDANTO

Raspberry Pi on vuonna 2012 julkaistu yhden kortin tietokone, joka oli alunperin tarkoitettu vähävaraisille ja tietojenkäsittelytieteen opetuksen apuvälineeksi kehittyviin maihin. Laitteen tehon, halpuuden, avoimen lisensoinnin, useiden yhteysväylien, IO-pinnien ja muiden ominaisuuksiensa vuoksi se saavutti nopeasti suuren suosion myös elektroniikka- ja mekatroniikkaharrastajien keskuudessa (Johnston, 2017).

Raspberry Pi 3B+ -pohjaisia radiolaitteen sisältäviä uusia tuotteita tulee markkinoille edelleen ja kehitys- sekä kaupallistamistyö on jatkuvaa. Kaupallistamisessa on kuitenkin huomioitava alueellinen lainsäädäntö ja rajoitukset, jotta laitteen voi tuoda markkinoille ja pitää sen siellä. EU:n asettamat rajoitukset ovat julkista tietoa mutta sen etsiminen saattaa olla esimerkiksi pienikokoiselle yritykselle hankalaa tiedon hajautetun luonteen ja kentällä käytetyn erityissanaston takia.

Työn tutkimuskysymykset ovat: 1) Mitkä direktiivit, standardit ja lainsäädäntö koskevat kaupallistettavaa Raspberry Pi -pohjaista radiolaitetta? 2) Mitä erityisvaatimuksia nämä direktiivit, standardit ja lainsäädäntö asettavat kaupallistettavalle Raspberry Pi -pohjaiselle radiolaitteelle?

Työn tavoitteena on selkeyttää Raspberry-korttitietokoneeseen pohjautuvien radiolaitteen sisältävien tuotteiden markkinoille saattamisen vaatimuksia radiolaitedirektiivin osalta. Työssä muodostetaan selkeä kuva kaupallistamiseen vaikuttavista säädöksistä sekä näiden asettamista vaatimuksista laitteille.

Työ on suoritettu kirjallisuustutkimuksena EU:n direktiivien, asetusten, harmonisoitujen standardien, Suomen lainsäädännön sekä tieteellisten julkaisujen pohjalta. Suomessa markkinoille asetettaville radiolaitteille on asetettu rajoituksia kahden eri päätoimijan (Suomen valtion ja EU:n) toimesta. Lisäksi rajoitteita syntyy kansainvälisten, radiotaajuusalueita koskevien sopimusten vaikutuksesta.

Koska radiolaitteille rajoituksia asettavat päätoimijat ovat Suomen valtio ja EU, tässä kandidaatintyössä keskitytään esittelemään EU:n ja Suomen radiolaitteita koskevaa lainsäädäntöä sekä asetuksia. Työn pohjautuessa suureksi osaksi EU:n dokumentteihin sekä lakiteksteihin ja viranomaismääräyksiin, lukemisen helpottamiseksi tärkeimmät termit ja niiden määritelmät on koostettu listaan lyhenteiden jälkeen.

Ensin työssä esitellään Raspberry Pi:ta. Sen jälkeen tarkastellaan taajuuksien hallinnointia Euroopassa. EU:n asettamia rajoituksia esitellään aloittaen radiolaitedirektiivistä ja edeten harmonisoitujen standardien kautta siihen, miten Suomi on toteuttanut EU:n vaatimukset lainsäädännössään. Lisäksi raportissa esitetään lyhyesti, kuinka markkinavalvonta radiolaitteiden osalta toimii. Lopuksi kandidaatintyössä tarkastellaan Raspberry Pi:n laitekohtaisia rajoitteita. Kandidaatintyöhön on myös liitetty radiotaajuustaulukko johon on koottu kullekin radiotaajuusalueita, niiden käyttötarkoituksia sekä taajuusalueelle kohdistetut harmonisoidut standardit.

1.1 Raspberry Pi

Ensimmäinen Raspberry Pi perustui Broadcomin BCM2835-piirisarjalle, joka sisälsi 256 Mb keskusmuistia, integroidun näytönohjaimen sekä 700 MHz:in kellotaajuudella toimivan ARM1176JZF-S prosessorin (Raspberry Pi Foundation, 2012). Lisäksi tietokoneessa oli kaksi USB-liitäntää, 24 GPIO-pinniä, Ethernet-liitäntä sekä 3,5 mm liitäntä. Koko pakkaus oli noin luottokortin kokoinen, 85,6mm x 56,6mm (Raspberry Pi Foundation, 2012).

Aikaisimmissa Raspberry Pi-malleissa ei ollut minkäänlaista langatonta tiedonsiirtomahdollisuutta, eivätkä ne siten täyttäneet EU:n radiolaitteen määritelmää. Kuitenkin mallista 3B lähtien Raspberry Pi-laitteisiin on sisällytetty Broadcom BCM43438-siru joka antoi Raspberry Pi 3B-laitteelle 2,4 GHz taajuudella toimivan lähtin/vastaanottimen. Laitteella voidaan käyttää esimerkiksi IEEE 802.11 b/g/n- ja Bluetooth-protokollia. Raspberry Pi-laitteet, joissa on langaton tiedonsiirtomahdollisuus, kuuluvat radiolaitedirektiivin alaisuuteen. Nämä mallit ovat, julkaisujärjestyksessä: 3B, Zero W, 3B+, 3A+, 4B sekä Pi 400. Raspberry Pi -mallista 3B+ lähtien laitteet ovat toimineet myös 5 GHz taajuusalueella.

Raspberry Pi:n ominaisuuksia voi helposti laajentaa eri valmistajien tarjoamien HAT-lisäosien, Hardware Attached on Top, avulla. Näin voi lisätä laitteeseen esimerkiksi kameroita, erilaisia sensoripaketteja tai esimerkiksi äänentallennukseen tarkoitettun laajennuskortin.

Raspberry Pi:n matala käyttökynnys ja helppo muunneltavuus on tehnyt siitä käytännöllisen alustan myös tieteellisten kokeiden kenttäkäytössä, esimerkiksi biologian saralla (Jolles, 2021). Useat kaupalliset toimijat ovat käyttäneet Raspberry Pi:tä laitteidensa perustana tai tehneet sille lisäosia helpon muunneltavuuden, halpuuden ja laajan käyttäjäjoukon takia (Johnston, 2017). Raspberry Pi mahdollistaa ominaisuuksiensa puolesta myös IoT -sovelluksien leviämistä laajasti (Calvo, 2016). IoT -laitteita on arvioitu olevan tällä hetkellä maailmassa noin kymmenen miljardia, ja määrä kasvaa (Statista, 2020). Raspberry Pi:tä on myyty yli 37 miljoonaa kappaletta, eri versiot yhteenlaskettuna.

2. RADIOTAAJUUKSET

Maailmanlaajuisesti radiotaajuuksien käyttöä koordinoidaan Kansainvälisen televiestintäliiton ITU radioviestintäsektorin ITU-R järjestämissä radiokonferensseissa.

Euroopassa radiotaajuuksien jakoa ja teknistä harmonisointia hallinnoi radio-, tele- ja postihallintojen yhteistyökonferenssi, CEPT, EU:n päätöksen 676/2002/EY, radiotaajuuspäätös nojalla. CEPT:n tuottaman, EU:n mandaatilla valmistellun radiotaajuuskaistojen käytön suunnitelman toimeenpanosta on vastuussa jokainen jäsenvaltio. Niinikään CEPT:n tuottaman radiotaajuustaulukon pohjalta EU pyrkii harmonisoimaan kaistojen käyttöä alueellaan (ECC/CEPT, 2020).

Suomessa radiotaajuusalueita hallinnoi Liikenne- ja viestintävirasto (tunnetaan myös nimellä Traficom). Suomen radiotaajuuksia hallinnoidaan Liikenne- ja viestintäviraston Radiotaajuusmääräyksellä 4 AB/2021M. Määräyksen liitteenä on Suomen taajuusjakotaulukko (100 Hz-400 GHz). Taajuusjakotaulukko on jaettu taajuuskaistoihin, joille on yleisellä tasolla määritelty kaistalle sallittu radioliikenne, lähetysteho, lähetteen leveydet sekä muut kaistalla tapahtuvan liikenteen radio-ominaisuudet (Viestintävirasto, 2021(1)).

Määräys 15, Luvasta vapaiden radiolähettimien yhteistaajuudet ja käyttö, keskittyy laitteisiin, jotka eivät vaadi erillistä lupaa käyttöön. Tällaisia laitteita ovat pääosa kaupallisista normaalikuluttajille suunnatuista radiolaitteista, kuten Raspberry Pi:n radiolaitteiksi luokiteltavat versiot sekä niihin liitettävät radiolaitteet (Viestintävirasto, 2021(2)).

Kaikilla tasoilla radiotaajuuksien hallinnoinnissa pyritään taajuuksien tehokkaaseen käyttöön sekä jakamaan taajuuksien lisenssejä suurille toimijoille kuten teleoperaattoreille tasapuolisesti esimerkiksi huutokauppojen myötä (Matinmikko-Blue, 2020). Huutokaupassa nähdään, kuinka paljon eri kaupalliset toimijat arvostavat kaupan olevaa kaistaa.

Osa kaistoista on käytettävissä ilman valtiollisten toimijoiden myöntämiä lisenssejä. Tällaisia ovat esimerkiksi ISM-taajuusalueet (Industrial, Scientific and Medical), joista varsinkin kaistaa 2400-2483,5 MHz hyödyntävät muun muassa erinäiset laajakaistaiset tiedonsiirtoprotokollat kuten Wi-Fi ja Bluetooth. ISM-taajuusalueilla esiintyy erityisen paljon liikennettä, joten ISM-taajuuksilla toimivien radiolaitteiden häiriösietokyvyn on oltava erityisen korkea.

Liitteenä olevaan taulukkoon (Liite 1) on koottu taajuuksien 13 MHz-300 GHz muodostaman alueen sisällä olevien kaupalliseen käyttöön tarkoitettujen kaistojen käyttötarkoituksia ja niiden käyttöä koskevia harmonisoituja standardeja. Taulukon alaraja on valittu ensimmäisen yleiskäyttöisten lyhyen kantaman laitteiden vapaan taajuusalueen perusteella. Yläraja on asetettu 300 GHz:iin, koska tästä ylöspäin taajuuskaistojen käyttöä ei ole vielä määritelty.

Radiolaitteiden siirtämä data lisääntyy koko ajan, eivätkä vapaana olevat suuremmat taajuudet ole ominaisuuksiltaan ideaalisia kaikkiin käyttötarkoituksiin esimerkiksi kantamansa puolesta. Tämän vuoksi samaan aikaan kun EU:n alueella on valmisteltu korkeiden (>25 GHz) taajuusalueiden hyödyntämistä, kahta taajuusaluetta (2300-2400 MHz

ja 3700-3800 MHz) on valmisteltu yhteiskäyttöalueiksi LSA (licensed shared access)- ja eLSA (evolved LSA)-protokollien alla (Mueck et al, 2020).

Valmistelluilla yhteiskäyttöprotokollilla on tarkoitus lievittää tulevia taajuuskaistojen ruuhkia. Taajuuskaistojen haltijat voisivat halutessaan lisensoida yhteiskäyttöalueilla olevaa kaistaansa eteenpäin halukkaille käyttäjille, jos heidän oma liikenteensä tämän sallii.

Eurooppalaisten maiden taajuuskaistojen käyttötarkoituksia voi etsiä ja tutkia EFIS-tietokannassa (ECO Frequency Information System) (ECO, 2021).

3. EU:N RADIOLAITEDIREKTIIVI

Radiolaitteet EU:n sisällä kuuluvat ensisijaisesti radiolaitedirektiivin 2014/53/EU alaisuuteen (EU, 2014). Direktiivi on yksi EU:n New Approach-direktiiveistä, jotka pyrkivät sääntelemään tuotteita ennen yhteismarkkinoille pääsyä, ja antavat jäsenvaltioiden toimia yhteismarkkinoiden sisäpuolisina valvojina (Purnhagen, 2017).

Radiolaitedirektiivin määritelmien mukaisesti direktiivi ei koske induktiolla toimivia lämmittäjiä ja langatonta tehonsiirtoa ilman kommunikaatiota. Direktiivistä on poissuljettu myös radioamatöörien käyttämät laitteet, joita ei aseteta saataville markkinoille; direktiivin 2014/90/EU mukaiset laivavarusteet; asetuksen 2018/1139/EU soveltamisalan mukaisten siviili-ilmailualuksiin liittyvät tuotteet, osat ja tarvikkeet; valtion turvallisuuselinten käyttämät laitteet ja lisäksi ainoastaan tutkimus- ja kehityskäytössä käytettävät radiolaitteet (EU, 2014(2); EU, 2018).

Direktiivi korvasi vanhan radio- ja telepätelaitedirektiivin 1999/5/EY ja samalla mm. poisti direktiivin alaisuudesta langalliseen tiedonsiirtoon käytetyt laitteet, asetti rajoituksia radiovastaanottimille sekä paransi mahdollisuuksia markkinavalvontaan esimerkiksi mahdollistamalla heikosti vaatimustenmukaisten laitteiden rekisterin ylläpidon (Mueck et al, 2017; EY, 1999).

Radiolaitedirektiivi velvoittaa kaikki muut yhtenäismarkkinoille myytäväksi asetettavat radiolaitteet täyttämään direktiivin *olennaiset vaatimukset*, jotka ovat määriteltäviä direktiivin 2014/53/EU kolmannessa artiklassa:

1. *Radiolaitteet on rakennettava siten, että taataan*
 - a) *ihmisten ja kotieläinten terveyden ja turvallisuuden suojeleminen sekä omaisuuden suojeleminen, mukaan luettuina direktiivissä 2014/35/EU säädetyt tavoitteet turvallisuusvaatimusten osalta, soveltamatta kuitenkaan jännitealueen alarajaa;*
 - b) *riittävä sähkömagneettisen yhteensopivuuden taso direktiivin 2014/30/EU mukaisesti.*
2. *Radiolaitteet on rakennettava siten, että ne käyttävät radiotaajuuksia tehokkaasti ja tukevat radiotaajuuksien tehokasta käyttöä haitallisten häiriöiden välttämiseksi.*
3. *Tiettyyn luokkaan kuuluvat radiolaitteet on rakennettava siten, että ne täyttävät seuraavat olennaiset vaatimukset:*
 - a) *radiolaitteet toimivat yhteen lisälaitteiden kanssa, erityisesti yleislaturien kanssa;*
 - b) *radiolaitteet toimivat verkkojen välityksellä yhteen muiden radiolaitteiden kanssa;*
 - c) *radiolaitteet voidaan liittää tarkoituksenmukaisesti rajapintoihin koko unionin alueella;*
 - d) *radiolaitteet eivät vahingoita verkkoa tai sen toimintaa eivätkä käytä väärin verkkoresursseja ja aiheuta näin kohtuutonta palvelun heikentymistä;*

- e) radiolaitteisiin sisältyy turvalaitteita, jotka takaavat käyttäjän ja tilaajan henkilötietojen ja yksityisyyden suojan;*
- f) radiolaitteet tukevat tiettyjä petoksilta suojaavia ominaisuuksia;*
- g) radiolaitteet tukevat tiettyjä hätäpalveluihin pääsyn takaavia ominaisuuksia;*
- h) radiolaitteet tukevat tiettyjä ominaisuuksia, joilla niiden käyttö tehdään helpommaksi vammaisille;*
- i) radiolaitteet tukevat tiettyjä ominaisuuksia, joilla taataan, että radiolaitteeseen voidaan ladata ohjelmistoja ainoastaan siinä tapauksessa, että radiolaitteen ja ohjelmiston yhdistelmän vaatimustenmukaisuus on osoitettu.*

Ensimmäinen kohta velvoittaa valmistajat ottamaan huomioon yleisen sähköturvallisuuden pienjännite- ja EMC-direktiivien osalta. Huomio jännitealarajasta on olennaisessa vaatimuksessa siksi, että radiolaitteisiin sovelletaan tiukempia turvallisuuskäytäntöjä kuin muihin pienisjännitteellisiin (<50 VAC tai <75 VDC) laitteisiin, jotka eivät kuulu pienjännitedirektiivin alaisuuteen. Toinen kohta velvoittaa valmistajat tehokkaaseen taajuuskaistan käyttöön. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että laitteiden pitää pyrkiä käyttämään taajuuskaistaansa mahdollisimman vähän, jottei muu kaistalla kulkeva radioliikenne häiriinny.

Kolmannen kohdan alakohdat pätevät vain tietyille radiolaitteille, jotka Euroopan komissio on erikseen ilmoittanut. Tällä hetkellä vain 3. artiklan 3. kohdan alakohdasta g) on tehty tällainen delegoitu asetus, 2019/320/EU, joka koskee langattomista älypuhelimista soitetujen hätäpuheluiden paikannuksen varmistamista. Tämän lisäksi vanhan direktiivin pohjalta on vielä voimassa viisi delegoitua asetusta 2013/638/EU, 2005/53/EY, 2001/48/EY, 2000/637/EY ja 2005/61/EY, jotka liittyvät merenkäynnin paikannus- ja tunnistusjärjestelmiin, lumivyörymajakoihin, sisävesien radioliikenteeseen ja Cospar-Sarsat -satelliittipaikannusmajakoihin (mainitussa järjestyksessä).

Tulevaisuudessa kolmannen artiklan 3. kohdan alakohtia saatetaan ottaa käyttöön, mutta niiden valmistajille tai muille markkinaosapuolille tuomat velvollisuudet eivät ole vielä tiedossa (Mueck et al, 2019). EU on toteuttanut radiolaitedirektiivin artiklan 3 alakohdan e) ja f) osalta vaikutusten arviointiprosessin. Sen loppusuositukseen sisältyi alakohtien e) ja f) aktivoiminen koskemaan kaikkia mukana kannettavia radiolaitteita, jotka ovat yhteydessä internetiin (EC, 2020).

Lisäksi EU:lla on käynnissä markkinaosapuolten kuuleminen direktiivin artiklan 3 alakohdan i) sekä artiklan 4 aktivoimisen osalta tiettyjen laitteiden sekä erityisesti radiolaitteiden osana toimivien ohjelmistojen suhteen (EC, 2020(2)). Direktiivin 4. artiklassa valmistajat veloitetaan toimittamaan EU:lle tiedot olennaisten vaatimusten täyttymisestä kaikissa suunnitelluissa radiolaitteen ja ohjelmiston yhdistelmissä, ja nämä tiedot on pidettävä ajan tasalla.

Tarkastelu kohdistuu ohjelmistoihin vain niiltä osin, jotka vaikuttavat laitteen vaatimustenmukaisuuteen (Mueck et al, 2019). Valmistajan tai sen valtuutetun edustajan

täytyy antaa vaatimustenmukaisuusvakuutus koko laitteiston ja ohjelmiston yhdistelmälle, eikä näille voida enää antaa vaatimustenmukaisuusvakuutuksia erikseen (Mueck et al, 2019).

Valmistajat siis veloitettaisiin testaamaan sulautettu järjestelmä ja varmistamaan, ettei radiolaitteena toimimiseen vaikuttavaa koodia voi enää muuttaa siten, että laitteesta voi tulla vaatimusten vastainen. Tätä pidetään tällä hetkellä ongelmallisena, sillä käytännössä tämä tarkoittaisi sitä, että käyttäjät eivät voisi vapaasti ajaa esimerkiksi avoimen lähdekoodin koodia laitteissaan. Myös yleiset avoimen lähdekoodin toteutukset kuten GNU/Linux ja muut GNU General Public Licensen alla julkaistut ohjelmat olisivat ristiriidassa tämän olennaisen vaatimuksen kanssa, jos se toteutettaisiin laajimmillaan (Jaeger, 2019).

Olellaiset vaatimukset pitää ottaa huomioon laitteen suunnittelussa. Lisäksi laitteen pitää toimia sellaisella taajuusalueella, että se voidaan laillisesti tuoda markkinoille vähintään yhdessä jäsenmaassa. Laite ei siis voi toimia taajuusalueella, joka on esimerkiksi varattu puolustusvoimien käyttöön koko EU:n alueella.

Valmistajan vastuulla on selvittää myös kaikki muut direktiivit, jotka laitetta ja sen valmistusta koskevat. Tällä hetkellä tulee huomioida ainakin RoHS-direktiivi 2011/65/EU, ekosuunnitteludirektiivi 2009/65/EY, WEEE-direktiivi 2012/19/EU sekä mahdollisesti paristo- ja akkudirektiivi 2006/66/EY, mikäli radiolaitte käyttää paristoja tai akkuja. Lisäksi yleisille kuluttajille suunnatun laitteen tulee täyttää yleisen tuoteturvallisuusedirektiivin 2001/95/EY vaatimukset.

RoHS-direktiivi asettaa tiettyjä rajoitteita laitteissa käytettyjen materiaalien suhteen, ja ekosuunnitteludirektiivi pyrkii vähentämään laitteiden tuottamaa ympäristökuormaa niiden elinkaaren aikana. WEEE-direktiivi pyrkii myös vähentämään ympäristökuormaa, mutta kohdentuu erityisesti elektroniikka- ja sähkölaitteisiin sekä niiden tuotantoon. Paristo- ja akkudirektiivi pyrkii parantamaan paristojen kierrätettävyyttä ja kestoja sekä vähentämään ympäristöhaittoja paristojen koko elinkaaren osalta, alkaen raaka-aineiden tuotannosta ja jatkuen paristojätteen loppusijoitukseen asti. Direktiivin uusi versio on Euroopan Komission harkinnassa.

Vuodesta 2018 eteenpäin Euroopan komissio on varannut itselleen mahdollisuuden luokitella tiettyjä radiolaitetyyppejä siten, että niistä on toimitettava tietyt, vielä määrittelemättömät asiakirjat keskusrekisteriin, minkä jälkeen laitteille myönnetään rekisteröintinumero. Tämä prosessi pohjautuu radiolaittedirektiivin artiklaan 5. Artiklaa ei ole vielä otettu käyttöön. Prosessi on tarkoitettu laitteille, joiden vaatimustenmukaisuus tiedetään heikoksi.

3.1 Harmonisoidut standardit

Harmonisoidut standardit ovat EU:n komission pyynnöstä laadittuja EU:n laajuisia standardeja, jotka kytkeytyvät aina johonkin tiettyyn direktiiviin (EC, 1985). EU:n lainsäädännön mukaan harmonisointi voi vaihdella sekä laajuudessaan että intensiteetissään.

Laajasti harmonisoitu säännöstö (esimerkiksi tietyn direktiivin sisällä) on erittäin pitävästi säädely, eikä direktiivin toimivallan sisällä ole aukkoja. Vastaavasti intensiteetissä löyhästi

harmonisoitu säännöstö tarjoaa ainoastaan minimisääntelyn, antaen jäsenvaltioiden tehdä omaa lainsäädäntöään EU:n säädösten päälle. Intensiivisimmillään EU voi määrittää tuotteen tai palvelun myös niin, etteivät jäsenvaltiot pysty EU:n määrittelemistä ehdoista poikkeamaan (Klamert, 2015).

Radiolaitedirektiivin harmonisointi jää näiden kahden ääripään väliin. Radiolaitteiden harmonisoituja standardeja EU:ssa tekevät eurooppalaiset standardoimisjärjestöt ETSI ja CENELEC, EU:n mandaatin pohjalta (EC, 2015). Radiolaitedirektiiviin yhdistetyistä standardeista sekä niiden käyttöönotosta ilmoitetaan EU:n virallisessa lehdessä (engl. The Official Journal of the European Union). CENELEC:in standardeista poiketen ETSI:n radiolaitestandardit ovat ilmaiseksi löydettävissä heidän verkkosivuiltaan.

Yksityisten toimijoiden, eli eurooppalaisten standardoimisjärjestöjen tekemien harmonisoitujen standardien laillinen asema oli pitkään harmaalla alueella (Schapel, 2013). Nykyään (Purnhagen, 2017) ne kuitenkin rinnastetaan EU:n asettamiin asetuksiin, ja ainoastaan harmonisoitujen standardien maakohtaisista tulkinnoista voidaan kiistellä oikeusasteissa (Schapel, 2013). Suomessa ei ole radiolaitteille maakohtaisia standardeja, eikä ETSI:n standardeja ole myöskään suomennettu.

Harmonisoiduissa standardeissa ilmoitetaan mitattavat suureet, hyväksytyt mittaustavat, sekä raja-arvot, joiden avulla voidaan näyttää toteen, että standardin mukaiset laitteet täyttävät harmonisoituun standardiin liittyvän direktiivin olennaiset vaatimukset. Esimerkiksi standardisarjassa EN 300 220 määritellään, mitkä parametrit liittyvät olennaisiin vaatimuksiin lyhyen kantaman radiolaissa, jotka toimivat taajuusalueella 25 MHz-1 GHz. Vastaavasti 1 GHz-40 GHz alueella toimiville lyhyen kantaman laitteille nämä parametrit määritellään standardisarjassa EN 300 440 (ETSI, 2017).

Radiolaitedirektiivin alaisten harmonisoitujen standardien käyttö on vapaaehtoista. Muita tapoja osoittaa laitteen olevan radiolaitedirektiivin olennaisten vaatimusten mukainen ei kuitenkaan ole EU:ssa käytännön tasolla määritelty (Colombo, 2017). Radiolaitedirektiiviin pohjautuu tällä hetkellä 146 harmonisoitua standardia. Pienjännitedirektiiviin ja EMC-direktiiviin, jotka radiolaitedirektiivin 3. artiklan ensimmäinen kohta velvoittaa valmistajat ottamaan huomioon, pohjautuu yhteensä 779 harmonisoitua standardia, joista 139 ovat EMC-direktiivin alaisia. Näistä sarja EN 301 489 käsittelee nimenomaan radiolaitteiden EMC-vaatimuksia.

Radiolaitteiden tapauksessa EMC-standardit käsittelevät ainoastaan ei-tarkoituksellisesti aiheutettua sähkömagneettista säteilyä. Laitteen tarkoituksenmukaisesta toiminnasta aiheutunutta säteilyä koskevat aina ensisijaisesti radiolaitedirektiivin alaisten harmonisoitujen standardien vaatimukset (ETSI, 2019).

Radiolaitedirektiiviin pohjautuvat harmonisoidut standardit koskevat aina tiettyä taajuusaluetta, ja tämän lisäksi ne on voitu vielä luokitella radiolaitteen käyttöalueen perusteella.

Pienjännitedirektiivin alaiset standardit määrittelevät tyypillisesti yleisiä suojaustapoja kuten eristemateriaaleja, hyväksyttäviä eristepaksuuksia ja maadoitustapoja. Tässä työssä ei tarkastella tarkemmin pienjännitedirektiivin alle kuuluvien standardien määrittelemiä vaatimuksia.

Jos radiolaite operoi taajuusalueella, jolle ei ole vielä tehty harmonisoitua standardia, täytyy vaatimustenmukaisuuden arviointiprosessi suorittaa jossakin ilmoitetussa laitoksessa joko laitteen teknisten asiakirjojen tai laitteen testauksen perusteella.

Harmonisoituja standardeja tutkiessa voidaankin havaita taajuuden olevan tärkein tekijä, josta muut vaatimukset määräytyvät. Liitteessä 1 olevaan taulukkoon on koottu eri taajuusalueita vastaavat radiolaitedirektiivin alaiset harmonisoidut standardit, joita Raspberry Pi- korttitietokoneeseen pohjautuvat radiolaitteen sisältävät tuotteet saattavat käyttää.

4. SUOMEN LAINSÄÄDÄNNÖN ASETTAMAT RAJOITUKSET

Suomessa radiolaitteiden markkinoita ja radiotaajuusalueiden käyttöä valvoo Liikenne- ja viestintävirasto. Radiolaitedirektiiviin nojautuen Suomen lainsäädäntöön on tehty säädös Laki sähköisen viestinnän palveluista (917/2014) (Valtioneuvosto, 2014). Lain teksti vastaa käytännössä täysin direktiivin suomennosta, poislukien Suomea koskevat erityistermit kuten Suomen markkinavalvontaviranomaiset sekä näille jaetut valvontatehtävät.

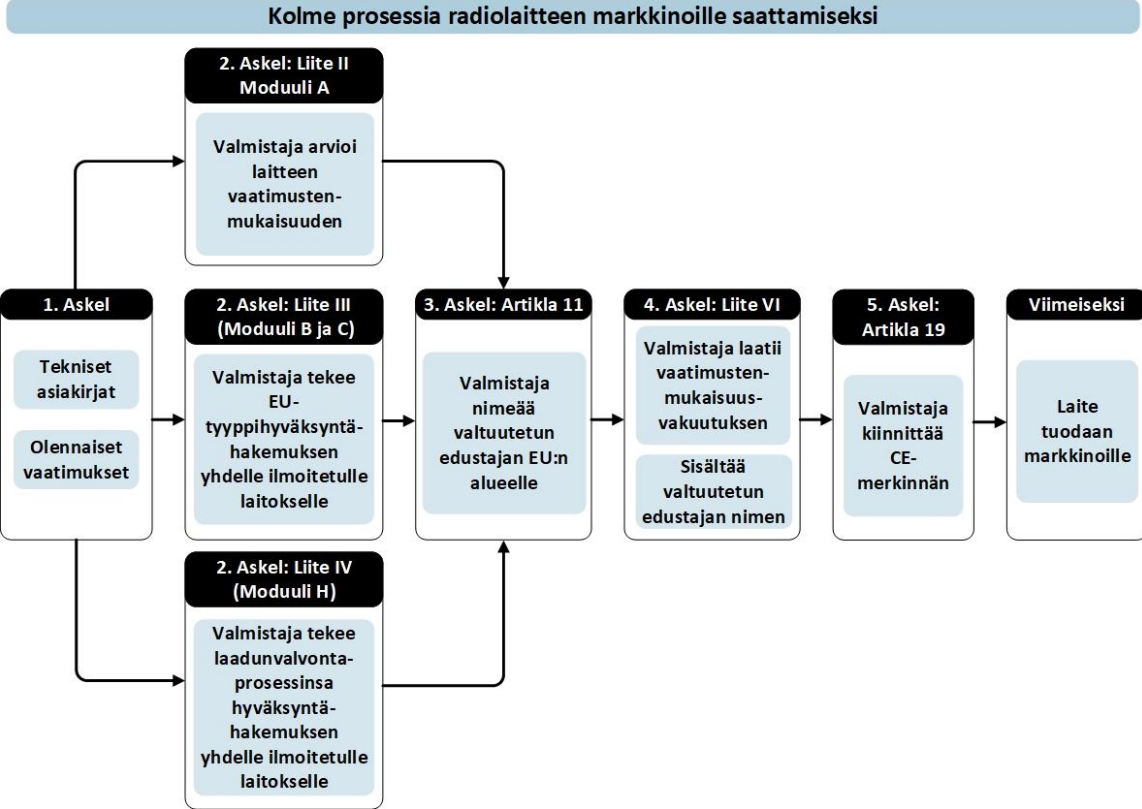
Lakiin on kirjattu radiotaajuuksien ja -laitteiden valvonnan tavoitteet (1§), radiolaitteiden olennaiset vaatimukset (251§), radiolaitteen mukana toimitettavat asiakirjat (256§, 257§, 258§) sekä kaupallisten toimijoiden tehtävät (253§ sekä alakohdat *a,b,c,d* ja *e*). Lakiteksti poikkeaa näissä radiolaitedirektiivistä ainoastaan pykälissä 302§-309§, joihin on kirjattu muiden laajasti tietoyhteiskuntaa koskettavien viestintämenetelmien lainsäädäntö ja valvovien viranomaisten tehtävät (302§-309§).

Lisäksi laissa kerrotaan rikkomuksien aiheuttamat pakkotoimet (330§, 331§, 332§, 348§). Radiolaitteiden maahantuontia valvova viranomainen Suomessa on Tulli (Tulli, 2020).

Koska Suomi on lähes täysin vapaa maakohtaisista radiolaitteille asetetuista rajoitteista (ts. Suomen rajoitteet vastaavat EU:n yhteisiä rajoitteita), Suomi voisi olla kiinnostava ankkurimaa kansainvälisten toimijoiden tuontiporttina EU:hun, jos se maantieteellisesti ja logistisesti olisi kannattavaa. Muiden maiden rajoitteita ei tämän tutkimuksen rajoissa ole kartoitettu, mutta EU-maiden maakohtaisten rajoitteiden kartoitus ja vertailu saattaisi olla hyödyllinen myöhempi tutkimuskohde.

4.1 Radiolaitteiden saattaminen markkinoille Suomessa

Valmistajan velvollisuudet radiolaitteiden saattamiseksi markkinoille Suomessa ovat samat kuin muuallakin EU:ssa. Velvollisuudet tuodaan ilmi radiolaitedirektiivissä. Direktiivissä kuvailtuja, valinnaisia markkinoillesaattamisprosesseja on esitettyä Kuvassa 1.



Kuva 1. Radiolaitedirektiivissä kuvailtuja prosesseja laitteiden markkinoille saattamiseksi

Valmistajan on luotava tuotteen tekniset asiakirjat joiden sisältö on kuvattu direktiivin liitteessä V, pohjautuen artiklaan 21.

Näihin kuuluvat muun muassa:

- laitteen yleinen kuvaus;
- piirroksia tai valokuvia, joista selviää
 - ulkoinen kokoonpano
 - sisäinen kokoonpano
- rakenne- ja valmistuspiirustukset;
- komponenttien ja osatekijöiden kaaviot
 - näiden mahdolliset kuvaukset ja selitykset;
- lista laitteessa käytetyistä ohjelmistoista
- tulokset suunnittelulaskelmista
- testitulokset ja -raportit
- käyttö- ja asennusohjeet.

Valmistajan on myös pidettävä kirjaa yrityksistä ja henkilöistä, joille laitteita on toimitettu, ja säilytettävä näitä tietoja saatavilla markkinavalvojille 10 vuoden ajan.

Laitteelle pitää suorittaa jokin direktiivin liitteessä II-IV kuvatuista vaatimustenmukaisuuden arviointiprosesseista joilla varmistetaan laitteen täyttävän EU:n asettamat olennaiset vaatimukset, prosessi on dokumentoitava ja laitteelle on sen pohjalta tehtävä vaatimustenmukaisuusvakuutus. Vaatimustenmukaisuuden arviointiprosessin voi tehdä joko itse tai jossakin EU:n ilmoitettujen laitosten tietokannasta New Approach Notified and Designated Organisations (NANDO) löytyvästä ilmoitetusta laitoksesta.

Vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa valmistaja ilmoittaa laitteen täyttävän sille asetetut olennaiset vaatimukset sekä kaikki standardit, joiden perusteella laitteen on todettu täyttävän olennaiset vaatimukset.

Jos valmistaja ei käytä omassa vaatimuksenmukaisuuden arviointiprosessissaan harmonisoituja standardeja sekä näiden antamaa vaatimustenmukaisuusolettamaa, valmistaja ei voi itse tarkistaa tuotettaan markkinoilletuontiprosessissa direktiivin liitteen II mukaisesti. Tällöin tarkastuksen pitää tapahtua jonkin ilmoitetun laitoksen toimesta, direktiivin liitteiden III tai IV mukaisesti.

Kun laite on todettu vaatimusten mukaiseksi ja valmistaja on nimennyt valtuutetun edustajan, valmistaja tai valtuutettu edustaja saa merkitä tuotteen CE-merkinnällä. Jos laite on tarkastettu jossain ilmoitetussa laitoksessa, laitoksen tunnistenumero pitää liittää CE-merkinnän viereen. Samalla valmistaja hyväksyy olevansa vastuussa mahdollisista vaatimustenvastaisuusrikkomuksista.

Laitteessa pitää olla CE-merkintä, jos se voidaan asettaa siten, että merkintä on selkeästi luettavissa, näkyvä ja pysyvä. Radiolaitedirektiivin artiklan 20, kohdan 1 mukaan tietyt radiolaitteet on kuitenkin vapautettu CE-merkintävaatimuksesta kokonsa tai muun syyn takia (EU, 2014). Tällaisia laitteita voivat olla esimerkiksi RFID-laitteet. Tällöinkin CE-merkinnän pitää löytyä laitteen pakkauksesta. Myös laitteen arvioineen ilmoitetun laitoksen tunnusnumeron pitää näkyä CE-merkinnän kokoisena aina CE-merkinnän ohessa, jos markkinoillesaattamisprosessissa on käytetty ilmoitettua laitosta.

Maahantuojien ja jakelijoiden pitää vielä varmistaa, että valmistaja on tehnyt tarvittavat tekniset asiakirjat tuotteesta, suorittanut vaatimustenmukaisuusarvioinnin, kirjoittanut vaatimustenmukaisuusvakuutuksen ja kiinnittänyt CE-merkinnän. Jos valmistaja ei ole tehnyt käyttö- ja turvallisuusohjeita suomeksi ja ruotsiksi, näiden tekeminen on maahantuojan tai jakelijoiden vastuulla (Viestintävirasto, 2021(3)).

Laitteessa on oltava tunnistetiedot sekä käyttöohjeet, joiden kieli on hyväksytty käyttömaassa. Suomen tapauksessa käyttöohjeiden täytyy olla suomeksi ja ruotsiksi. Laitteen mukana täytyy toimittaa loppukäyttäjälle käyttöohjeet, vaatimustenmukaisuusvakuutus ja valmistajan tai valmistajan edustajan yhteystiedot. Lisäksi mahdolliset aluerajoitteet laitteen käytössä pitää ilmoittaa.

Vaikka radiolaitte täyttäisi nämä kaikki ehdot, jos jossain vaiheessa havaitaan laitteen muodostavan riskin ihmisten terveydelle, turvallisuudelle tai yleisen edun vuoksi suojeltaviin direktiivin alaisiin asioihin, voidaan laitteen valmistaja tai hänen edustajansa velvoittaa korjaamaan riskien aiheuttajat mahdollisimman lyhyessä ajassa artiklan 45 perusteella. Tämä voi käytännössä tarkoittaa esimerkiksi tuotteen takaisinvetoa koko EU:n alueella.

Radiolaitteen ollessa markkinoilla tulee valmistajan tai hänen valtuutetun edustajansa muun muassa ylläpitää laitteen dokumentaatiota mahdollisista teknisistä muutoksista sekä poistaa mahdolliset vaatimustenvastaiset tuotteet markkinoilta tai saattaa ne vaatimustenmukaisiksi. Lisäksi valmistajan tulee seurata muuttuvia säädöksiä ja toteuttaa niiden vaatimat toimenpiteet vaatimustenmukaisuuden jatkumiseksi.

4.2 Markkinavalvonta Suomessa ja EU:ssa

Radiolaitteiden markkinavalvonta Suomessa pyrkii varmistamaan markkinoilla jo olevien laitteiden vaatimustenmukaisuuden sekä suojelemaan kuluttajia. Markkinavalvonta koskettaa aihepiiriä siltä osin, että markkinavalvonnan toimivuus vaikuttaa Suomen valtion kykyyn tarjota tasa-arvoiset markkinaolosuhteet talouden toimijoille, eli laitteiden valmistajille, maahantuojille sekä myyjille.

Vaatimustenvastaiset laitteet yleisellä tasolla aiheuttavat häiriöitä radiotaajuusalueille

- liian suurella teholla
- säteilemällä väärille taajuuskaistoille
- käyttämällä kaistojaan liikaa (Channel occupancy)

Tai jollain näiden yhdistelmällä. Lisäksi laite voi olla vaatimustenvastainen esimerkiksi taajuusaluettaan koskevan harmonisoidun standardin taajuushyppelytekniikan suhteen.

Vaatimustenvastaiset tuotteet voivat aiheuttaa toimintahäiriöitä vaatimustenmukaisissa tuotteissa vaikka ne itse toimivatkin valmistajan tarkoittamalla tavalla.

Markkinavalvonta Suomessa pyrkii ensisijaisesti toimimaan yhteistyössä taloudellisten toimijoiden kanssa, kehottaen heitä ensin vapaaehtoisesti korjaamaan vaatimustenvastaisuudet laitteissa ja jos tämä on ollut mahdotonta, vetämään laitteet markkinoilta. Toimijat ovat näin toimineet ainakin vuodesta 2016 eteenpäin, eikä sakkoja tai muita pakkotoimia ole ollut tarpeen toteuttaa (Rönö, 2021).

Radiolaitteiden markkinavalvonnasta Suomessa löytyy historiallista tietoa sekä EU:lle koostetuista raporteista vuosilta 2010-2020 (EC, 2014; EC, 2017) että vuodesta 2014 lähtien koostetuista National Market Surveillance Program -raporteista (EC, 2014(2); EC, 2015; EC, 2016; EC, 2017; EC, 2018; EC, 2019; EC, 2020; EC, 2021).

Raporteissa koostetaan lyhyesti markkinavalvontaviranomaisten strategia, budjetti ja henkilöstö kuluvalle vuodelle sekä edellisenä vuotena tapahtuneet valvontatoimet. Alla olevaan taulukkoon on koottu Suomea koskevat tiedot raporteista. Valitettavasti tiedot eivät ole täysin vertailukelpoisia eri raportointikäytäntöjen takia.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Tarkastuksia	216	247	127	69	64	58	38	113	86	68	60
<i>Reaktiivisia</i>					9	11	7	28	9	18	18
<i>Proaktiivisia</i>					55	47	31	85	77	50	42
Laitetarkastuksia					93	194	126				
<i>Reaktiivisia</i>					10	14	11				
<i>Proaktiivisia</i>					83	180	115				
Vaatimustenmukaisuuden vastaisia löydöksiä	14	30	3	1	35	73	57				
<i>Johti vapaaehtoisein toimenpiteisiin</i>					28	64	53	24	4	6	16
<i>Johti pakollisiin toimenpiteisiin</i>	14	30	3	1	4	5	4				
Muita toimenpiteitä					31	68	53				
<i>Rangaistuksia</i>					7	5	5				
Henkilöstö (hlötyövuosina)	4	4	3	1,5	1,5	1,5	2,8		3	3	3
Tarkastajat (hlötyövuosina)	3	3	2	1							
Budjetti (tuhatta euroa)	453	514	386	173	310	310	407		422	422	422

Taulukko 1. Radiolaitteiden markkinavalvontatietoja Suomesta, 2010-2020.

Tiedoista on nähtävissä, kuinka raportointitapa muuttui vuonna 2014. Esimerkiksi ainoastaan vapaaehtoisein toimiin päätyviä vaatimustenmukaisuuden vastaisia löydöksiä ei kirjattu ollenkaan ennen vuotta 2014. Myös tarkastus- ja valvontatoimintaan annetut resurssit ovat olleet erittäin vaihtelevia aikavälillä 2010-2016. Valvonta on annettujen tietojen valossa ollut varsin oma-aloitteista: tarkastuksista noin 90% on suoritettu proaktiivisesti.

Tarkastukset ovat luonteeltaan pistokoemaisia sekä riskiperusteisia. Tarkastukset kohdistetaan sektoreille, joiden aikaisemman kokemuksen perusteella tiedetään olevan huonosti vaatimusten mukaisia, sekä yksittäisiin toimijoihin, joiden laitteiden tiedetään olleen vaatimusten vastaisia (Rönö, 2021).

EU:lle koostetut raportit eivät tosin anna selkeää kokonaiskuvaa markkinavalvonnasta Suomessa, koska esimerkiksi yhteistyöstä yleistä sähköturvallisuutta valvovan Turvallisuus- ja kemikaaliviraston kanssa ei löydy raporteista minkäänlaista mainintaa. Myöskään Liikenne- ja viestintävirasto ei ylläpidä yleistä, julkista rekisteriä laitteista, jotka ovat vaatimustenmukaisuuden vastaisia.

EU:n tai Suomen tasolla markkinoille saapuvien tai niillä olevien radiolaitteiden määrästä ei ole tarkkaa tai edes likimääräistä tietoa (AdCo RED 2018; Rönö, 2021). EU:n kokonaismarkkinavalvontaa radiolaitteiden osalta koordinoi Administrative Coordination Group –

Radio Equipment Directive (AdCo RED). Kyseessä on asiantuntijaelin, johon EU:n jäsenvaltiot ovat nimenneet jäseniä. AdCo RED pyrkii parantamaan yhteistyötä sekä markkinavalvonnan tehokkuutta ja sen yhdenmukaisuutta EU:n alueella.

AdCo RED myös julkaisee markkinavalvontatoimien tilastoja sekä tekee tarkistuskampanjoita radiolaiteryhmiin, joiden vaatimustemukaisuudesta ja turvallisuudesta se on huolissaan, ja näillä toimilla luo parempaa kuvaa radiolaitteiden eri sektoreiden markkinoista (AdCo RED, 2018; AdCo RED, 2019).

Markkinavalvonnan tehokkuutta Suomessa on näiden tietojen pohjalta vaikeaa arvioida. On mahdotonta tämän työn puitteissa tehdä johtopäätöksiä siitä, onko markkinavalvonta onnistunut luomaan tasa-arvoisia kilpailuolosuhteita tai merkittävästi suitsemaan huonoilla aikomuksilla operoivia kaupallisia toimijoita. Tämä voisi olla kiinnostava tutkimuskohde.

5. RASPBERRY PI RADIOLAITEDIREKTIIVIN VAATIMUSTEN TOTEUTUMISEN NÄKÖKULMASTA

Raspberry Pi Foundation on julkaissut sivuillaan jokaiselle laitteelleen vaatimustenmukaisuusvakuutukset, joissa on ilmoitettu myös radiolaitedirektiivin alaisuuteen kuuluvien Raspberry Pi-alustojen noudattamat harmonisoidut standardit. Ne on koottu alla olevaan taulukkoon 2.

Raspberry Pi	ROHS/REACH	Radiolaitestandardit	EMC-standardit	Pienjännitstandardit
3B	Kyllä	EN 300 328 v2.1.1	EN 301 489-1, EN 301 489-17 Ver. 3.11	IEC 62368-1:2014, EN 62311:2008
3B+	Kyllä	EN 300 328 v2.1.1 EN 301 893 v2.1.1	EN 301 489-1, EN 301 489-17 Ver. 3.11	IEC 62368-1:2014, EN 62311:2008
3A+	Kyllä	EN 300 328 v2.1.1 EN 301 893 v2.1.1	EN 301 489-1, EN 301 489-17 Ver. 3.11	IEC 62368-1:2014, EN 62311:2008
4B	Kyllä	EN 300 328 v2.1.1 EN 301 893 v2.1.1	EN 301 489-1, EN 301 489-17 Ver. 3.11	IEC 62368-1:2014, EN 62311:2008
Pi 400	Kyllä	EN 300 328 v2.1.1 EN 301 893 v2.1.1	EN 301 489-1, EN 301 489-17 Ver. 3.11	IEC 60950-1:2005, EN 62311:2008
Zero W	Kyllä	EN 300 328 v2.1.1	EN 301 489-1, EN 301 489-17 Ver. 2.2.1	IEC 62368-1:2014, EN 62311:2008

Taulukko 2. Radiolaitedirektiivin alaisten Raspberry Pi-alustojen standardit (Raspberry Pi Foundation, 2021).

Raspberry Pi-laitteet ovat vaatimustenmukaisia vain radiolaitedirektiivin alaisten standardien EN 300 328 ja EN 301 983 taajuusalueilla (2400-2483,5 MHz; 5150-5350 MHz; 5470-5725 MHz).

Jos Raspberry Pi -alustaa käyttävä valmistaja haluaisi lisätä Raspberry Pi -laitteeseen muulla taajuudella toimivan lisäosan, esimerkiksi taajuudella 433 MHz toimivan lähettimen kotiautomaation hallintaan, pitäisi valmistettavalle laitteelle tehdä vaatimustenmukaisuuden varmistus sopivan taajuusalueen ja käyttötarkoituksen mukaisen ETSI:n standardin mukaan. Tämä tietysti pätee kaikkiin radiolaitteisiin, mutta koska eräs Raspberry Pi:n valteista on sen laajennettavuus ja muunneltavuus, tämä voi vähentää Raspberry Pi:n haluttavuutta uuden kaupallisen radiolaitteen alustana.

Samoin jos laitevalmistaja vain muuttaisi Raspberry Pi -pohjaisen laitteen toimintaa taajuusalueilla, joilla Raspberry Pi jo täyttää harmonisoitujen standardien tekniset velvoitteet ja täten vaatimustenmukaisuus on todettu, pitäisi laitteen vaatimustenmukaisuus todentaa uudestaan.

Jos uuden tuotteen valmistaja kuitenkin vain käyttää Raspberry Pi:n olemassaolevia radio-ominaisuuksia niitä muuttamatta, voidaan hyödyntää taulukossa 2 esitellyjen harmonisoitujen standardien antamaa vaatimustenmukaisuusolettamaa.

6. YHTEENVETO

Kaupallisille radiolaitteille kuten langattomalla tiedonsiirtomahdollisuudella varustetuille Raspberry Pi -laitteille asetettavat vaatimukset ja rajoitteet pohjautuvat suurimmaksi osaksi EU:n radiolaitedirektiiviin ja kansainvälisten radiotaajuuksien käyttöä hallinnoivien sopimusten asettamiin ehtoihin. Ennen markkinoille asettamista valmistajien täytyy tehdä teknillinen dokumentaatio laitteille, käydä läpi vaatimustenmukaisuuden arviointiprosessi sekä kiinnittää laitteeseen CE-merkintä, jos sellainen koon puolesta laitteeseen sopii. Lisäksi laitteille on tehtävä käyttöohjeet sellaisilla kielillä, jotka on käyttömaassa vaadittu. Suomessa nämä ovat suomi ja ruotsi.

Kun valmistajat sisällyttävät jonkin vaatimustenmukaisen radiolaitteen tuotteeseensa, radiolaitteen vaatimustenmukaisuus pitää arvioida uudestaan kaikilla taajuusalueilla, joilla radiolaitte toimii, jos radiolaitteen toimintaa muutetaan uudessa tuotteessa. Vaatimustenmukaisuuden osoittaminen tapahtuu myös tässä tapauksessa EU:n radiolaitedirektiivin mukaisesti. Jos uuden tuotteen sisältämän olemassaolevan radiolaitteen toiminta ei muutu uudessa kokoonpanossa, vaatimustenmukaisuuden arviointiprosessia ei tarvitse tehdä uudestaan.

EU:n edellyttämän vaatimustenmukaisuuden arviointiprosessin voi tehdä joko valmistaja itse tai sen voi ulkoistaa EU:n ylläpitämästä tietokannasta löytyvälle ilmoitetulle laitokselle. Arviointi suoritetaan joko teknisten asiakirjojen, laitteen itsensä tai laitteen valmistusprosessin arvioinnin kautta. Jos valmistaja ei käytä harmonisoituja standardeja vaatimustenmukaisuuden osoittamiseen, täytyy arviointiprosessi suorittaa ilmoitetun laitoksen toimesta.

Helpoin tapa varmistaa radiolaitteen vaatimustenmukaisuus on hyödyntää harmonisoitujen standardien antamaa vaatimustenmukaisuusosoitettamaa. Liitteeseen 1 on koottu harmonisoituja standardeja, jotka kattavat suurimman osan kaupallisessa käytössä olevista taajuusalueista.

Tällä hetkellä Raspberry Pi:n kaltaiset avoimiin lisensseihin ja lähdekoodeihin pohjautuvat korttitietokoneet ovat varteenotettava pohja kaupallisille tuotteille, jotka sisältävät radiolaitteen. Jos EU kuitenkin joskus aktivoi radiolaitedirektiivin artiklan 3 alakohdan (i) tai artiklan 4 Raspberry Pi:lle tai muille korttitietokoneille, niiden käyttö radiolaitteen sisältävän tuotteen pohjana tulisi varsin haasteelliseksi ellei jopa mahdottomaksi. Tällöin valmistajien pitäisi varmistaa se, etteivät ulkopuoliset voi ladata laitteisiin ohjelmia tai koodia, joka muuttaisi tuotteen sisältämän radiolaitteen toimintaa.

Radiolaitteen toimintaan kohdistuu teknisiä rajoitteita pääsääntöisesti sen taajuuden pohjalta. Harmonisoidut standardit määräytyvät taajuuden ja mahdollisesti käyttötarkoituksen mukaan. Osa taajuuskaistoista on vapaasti käytettävissä teolliseen, tieteelliseen ja lääketieteelliseen toimintaan. Näitä taajuuskaistoja kutsutaan ISM-kaistoiksi, ja suuri osa esimerkiksi nykyään käytetyistä tiedonsiirtoprotokollista on keskittynyt näille kaistoille. Mahdollisesti käytetyt standardisoidut tiedonsiirtoprotokollat kuten IEEE 802.11, Bluetooth ja Zigbee voivat myös tuoda lisärajoitteita, mutta EU:lla tai Suomella ei ole niiden aiheuttamiin rajoitteisiin osuutta.

Markkinavalvonnan tehtävänä on valvoa markkinoilla olevien radiolaitteiden vaatimustenmukaisuutta ja ryhtyä lainsäädännön määrittämiin toimenpiteisiin jos vaatimustenmukaisuuden vastaisia tuotteita löytyy. Valvontatoimeen liittyviä tarkastuksia suoritetaan oma-aloitteisesti mutta tarkastuksia voidaan tehdä myös ilmiantojen perusteella. Suomessa markkinavalvonta toimii ensisijaisesti yhteistyössä kaupallisten toimijoiden kanssa ja varsinaisia pakkotoimenpiteitä tai rangaistuksia ei ole vuoden 2016 jälkeen langetettu.

LÄHTEET

Raspberry Pi Foundation. (2012). BCM2711 ARM Peripherals. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 21.8.2021]. Saatavilla: www.raspberrypi.org/wp-content/uploads/2012/02/BCM2835-ARM-Peripherals.pdf

Johnston, S.J. & Cox, S.J. (2017). The Raspberry Pi: A Technology Disrupter, and the Enabler of Dreams, *Electronics*, vol. 6, no. 3, pp. 51.

Calvo, I.; Gil-García, J.M.; Recio, I.; López, A.; Quesada, J. (2016). Building IoT Applications with Raspberry Pi and Low Power IQRF Communication Modules. *Electronics* 2016, 5, 54, doi:10.3390/electronics5030054.

Jolles, J. W. (2021). Broad-scale applications of the Raspberry Pi: A review and guide for biologists. *Methods in Ecology and Evolution*, 12(9), 1562–1579, doi:10.1111/2041-210x.13652

Statista. (2020). Number of Internet of Things (IoT) connected devices worldwide from 2019 to 2030. Verkkodokumentti. [Viitattu 11.8.2021]. Saatavilla: <https://www.statista.com/statistics/1183457/iot-connected-devices-worldwide/>.

ECC/CEPT (2020). The European Table of Frequency Allocations And Applications in the Frequency Range 8.3 kHz to 3000 GHz (ECA Table). [Verkkodokumentti]. [Viitattu 22.2.2021]. Saatavissa <https://docdb.cept.org/document/593>

M. Matinmikko-Blue, S. Yrjölä and P. Ahokangas. (2020). Spectrum Management in the 6G Era: The Role of Regulation and Spectrum Sharing. 2020 2nd 6G Wireless Summit (6G SUMMIT), 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/6GSUMMIT49458.2020.9083851.

Viestintävirasto. (2021)(1). Radiotaajuusmääräys 4 AB/2021M. 20.4.2021. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.7.2021]. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/480001/46934>

Viestintävirasto. (2021)(2). Määräys 15. Luvasta vapaiden radiolähettimien yhteistaajuudet ja käyttö. 3.2.2021. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 24.2.2021]. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/480001/46615>

Mueck, M., Dolores (Lola) Pérez Guirao, M., Yallapragada, R. and Srikanteswara, S. (2020). Regulation and Standardization Activities Related to Spectrum Sharing. In *Spectrum Sharing* (eds C.B. Papadias, T. Ratnarajah and D.T. Slock). <https://doi.org/10.1002/9781119551539.ch2>

ECO. (2021). ECO Frequency Information System. [Verkkotietokanta]. [Viitattu 3.8.2021]. Saatavissa: <https://efis.cept.org/>

EU. (2014). Euroopan Parlamentin ja Neuvoston Direktiivi 2014/53/EU: radiolaitteiden asettamista saataville markkinoilla koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön yhdenmukaistamisesta ja direktiivin 1999/5/EY kumoamisesta. *Euroopan Unionin virallinen lehti* 153. Verkkodokumentti. [Viitattu 14.4.2021]. Saatavilla: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32014L0053>

M. Mueck *et al.* (2017). Radio Equipment Directive - A Novel Software Reconfiguration Framework. *2017 IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps)*. pp. 1-5, doi: 10.1109/GLOCOMW.2017.8269208.

M. D. Mueck, B. Badic, H. Ahn, P. Bender, S. Choi and V. Ivanov. (2019). Market Access for Radio Equipment in Europe Enabled by the Radio Equipment Directive: Status, Next Steps and Implications, in *IEEE Communications Magazine*, vol. 57, no. 12, pp. 20-24, December 2019, doi: 10.1109/MCOM.001.1900334.

EC. (2020). Impact Assessment on Increased Protection of Internet-Connected Radio Equipment and Wearable Radio Equipment. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 20.8.2021]. Saatavissa <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/40763>

EC. (2020)(2). Clarifications on the initiative of upload of software into radio equipment. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 20.8.2021]. Saatavissa https://ec.europa.eu/growth/sectors/electrical-engineering/red-directive_en

Jaeger, T. *et al.* (2019). Legal Study on the Radio Equipment Directive's Potential Ramifications for FOSS. Verkkodokumentti. [Viitattu 15.7.2021]. Saatavilla: https://download.fsfe.org/policy/radiodirective/RED_Legal_Study_Jaeger-2019.pdf

Schapel, H. (2013). The New Approach to the New Approach: The Juridification of Harmonized Standards in EU Law. *Maastricht Journal of European and Comparative Law*, 20(4), pp. 521–533. doi: 10.1177/1023263X1302000404.

EC. (2015). M/536: Commission implementing decision of 4.8.2015 on a standardisation request for Electrotechnical Standardisation and to the European Telecommunications Standards Institute as regards radiu equipment in support of Directive 2014/54/EU of the European Parliament and of the Council. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.9.2021]. Saatavissa: <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/mandates/index.cfm?fuseaction=search.detail&id=556#>

EC. (1985). Council Resolution of 7 May 1985 on a new approach to technical harmonization and standards, *OJ C 136, 4.6.1985, p. 1–9 (DA, DE, EL, EN, FR, IT, NL)*

Klamert, M. (2015). *What We Talk About When We Talk About Harmonisation*. Cambridge: Cambridge University Press.

Purnhagen, K. P. (2017). Voluntary 'New Approach' Technical Standards are Subject to Judicial Scrutiny by the CJEU! – The Remarkable CJEU judgment 'Elliott' On Private Standards. *European Journal of Risk Regulation*. Cambridge University Press, 8(3), pp. 586–598. doi: 10.1017/err.2017.36.

ETSI. (2017). Short range devices. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.9.2021]. Saatavissa <https://www.etsi.org/technologies/short-range-devices>

Colombo, C. and Eliantonio, M. (2017). Harmonized technical standards as part of EU law: Juridification with a number of unresolved legitimacy concerns?; Case C-613/14 James Elliot Construction Limited v. Irish Asphalt Limited, EU:C:2016:821 , Maastricht Journal of European and Comparative Law, 24(2), pp. 323–340. doi: 10.1177/1023263X17709753.

ETSI. (2019). ETSI EN 301 489-1 V2.2.3: ElectroMagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; Part 1: Common Technical Requirements; Harmonised Standard for ElectroMagnetic Compatibility. [Viitattu 15.9.2021]. Saatavissa: https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/301400_301499/30148901/02.02.03_60/en_30148901v020203p.pdf

Valtioneuvosto. (2014). Laki sähköisen viestinnän palveluista 917/2014. Annettu Helsingissä 2014. Viitattu versioon 486/2021. [Viitattu 27.6.2021]. Saatavissa sähköisesti <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140917>

Tulli. (2020). Rajoituskäsikirja: Radiolaitteet 10.6.2020. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.2.2021]. Saatavissa <https://tulli.fi/documents/2912305/3048504/Radiolaitteet/b007bf7e-6af3-40db-af1c-67c36cba0d9f/Radiolaitteet.pdf>

Viestintävirasto. (2021)(3). Valmistajien, maahantuojien ja jakelijoiden velvollisuudet. Verkkodokumentti. [Viitattu 3.10.2021]. Saatavilla: https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Velvollisuudet_taulukko_su.pdf

EC. (2014). Report on the Member States reviews and assessment of the functioning of market surveillance activities for the 2010-2013 period pursuant to Article 18(6) of Regulation (EC) No 765/2008 Sector 19 Radio and telecom equipment under RTTE. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 22.3.2021]. Saatavissa <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/13919>

EC. (2017). Finland - Review and assessment of market surveillance activities 2014-2016. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 22.3.2021]. Saatavissa <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/32855>

EC. (2014)(2). National Market Surveillance Program 2014 Finland. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 19.8.2021]. Saatavissa <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/161/attachments/1/translations>

EC. (2015). National Market Surveillance Program 2015 Finland. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 19.8.2021]. Saatavissa <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/8302/attachments/3/translations>

EC. (2016). National Market Surveillance Program 2016 Finland. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 19.8.2021]. Saatavissa <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/14827/attachments/1/translations>

EC. (2017). National Market Surveillance Program 2017 Finland. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 19.8.2021]. Saatavissa <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/20701>

EC. (2018). National Market Surveillance Program 2018 Finland. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 19.8.2021]. Saatavissa <http://ec.europa.eu/docsroom/documents/27041>

EC. (2019). National Market Surveillance Program 2019 Finland. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 19.8.2021]. Saatavissa <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/34084>

EC. (2020)(3). National Market Surveillance Program 2020 Finland. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 19.8.2021]. Saatavissa <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/40685>

EC. (2021). National Market Surveillance Program 2021 Finland. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 19.8.2021]. Saatavissa <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/45464>

Rönö. (2021). Sähköpostitse käyty keskustelu Viestintäviraston Radiotarkastusasiantuntijan Miko Rönön kanssa.

AdCo RED. (2018). AdCo RED Report on Market Surveillance Statistics for 2018. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 19.8.2021]. Saatavissa <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/36941/attachments/1/translations/en/renditions/native>

AdCo RED. (2019). Report on the 10th Joint Cross-Border RED Market Surveillance Campaign (2019) – Internet of Things in the Field of Household Appliances. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 19.8.2021]. Saatavissa <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/38101/attachments/1/translations/en/renditions/native>

Raspberry Pi Foundation. (2021). Product information portal. Verkkoportaali. [Viitattu 19.8.2021]. Saatavissa <https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/conformity.md>

LIITTEET

LIITE 1. Euroopassa käytettyjä taajuuskaistoja ja niihin liittyviä standardeja

^b ISM-Taajuuskaistoja

Standardi	ERC harmonisaatiomääräys	Taajuusalue	Käyttötarkoitus	Tarkennukset
EN 300 086 EN 300 113 EN 300 219 EN 300 296 EN 300 341 EN 300 390 EN 300 471 EN 301 166 EN 302 561 EN 303 039	T/R 25–08	30 MHz–1 GHz	FM/AM radio	
^b EN 300 330		13,553– 13,567 MHz	Lyhyen laitteet	kantaman
EN 300 422	ERC/REC 25–10, ERC/REC 70–03	29,7–47,0 MHz	langattomat mikrofonit, ääni	
^b EN 300 220	ERC/REC 70–03	26,995, 27,045, 27,095, 27,145, 27,195 MHz	radio-ohjattavat laitteet	
^b EN 300 220		26,957– 27,283 MHz	radio-ohjattavat laitteet	
^b EN 300 220		34,995– 35,225 MHz ainoastaan lentäville laitteille	radio-ohjattavat laitteet	
EN 302 510	ERC/REC 70–03	30,0–37,5 MHz	Lääketieteelliset implantit	
EN 301 357	ERC/REC 70–03	87,5–108,0 MHz	langaton ääni/multimedia	
EN 300 220	ERC/REC 70–03	138,20– 138,45 MHz	lyhyen kantaman laitteet	
EN 300 220	ERC/REC 70–03	169,400– 169,475 MHz	lyhyen kantaman laitteet; mittarien luenta	
EN 300 422	ERC/REC 70–03	169,400– 169,475 MHz ja 169,4875– 169,5875 MHz	kuuloapuvälineet	
EN 300 422	ERC/REC 70–03	169,8125 MHz– 174 MHz	mikrofonit, kuuloapuvälineet	
	ERC/REC 25–10	174–216 MHz	Tapahtumakohtaiset audiolinkit	

Standardi	ERC harmonisaatiomääräys	Taajuusalue	Käyttötarkoitus	Tarkennukset
EN 302 077	ECA 36	230–240 MHz	T–DAB jaettu mahd. Puolustusvoimien kanssa	
^b EN 300 220	ERC/REC 70–03	433,05–434,79 MHz	lyhyen kantaman laitteet	
EN 300 454	ERC/REC 25–10	470–694 MHz	audiolinkit	
EN 300 422	ERC/REC 25–10, ERC/REC 70–03	470–789 MHz	mikrofonit, kuuloapuvälineet	
EN 300 422	ERC/REC 25–10, ERC/REC 70–03	790–862 MHz	mikrofonit, kuuloapuvälineet	823–832 MHz
EN 300 220	ERC/REC 70–03	862–870 MHz	Hälyttimet	868,6–869,7 MHz
EN 302 208	ERC/REC 70–03	862–870 MHz	RFID	865–868 MHz
EN 300 220	ERC/REC 70–03	862–870 MHz	lyhyen kantaman laitteet	862–876 MHz
EN 300 422	ERC/REC 25–10, ERC/REC 70–03	862–870 MHz	mikrofonit, kuuloapuvälineet	863–865 MHz
	ERC/REC 70–03	862–870 MHz	Jäljitys, tiedonkeruu	865–868 MHz
	ERC/REC 70–03	862–870 MHz	Langaton laajakaistainen tiedonsiirto	863–868 MHz
EN 300 220	ERC/REC 70–03	870–876 MHz	lyhyen kantaman laitteet	862–876 MHz
EN 303 204	ERC/REC 70–03	870–876 MHz	Jäljitys, tiedonkeruu	
		902–928 MHz	ISM-taajuus 1	
^b EN 300 220	ERC/REC 70–03	915–921 MHz	lyhyen kantaman laitteet	
^b EN 302 208	ERC/REC 70–03	915–921 MHz	RFID	
EN 300 422	ERC/REC 25–10, ERC/REC 70–03	1350–1400 MHz	mikrofonit, kuuloapuvälineet	
EN 300 422	ERC/REC 25–10, ERC/REC 70–03	1492–1525 MHz	mikrofonit, kuuloapuvälineet	
	ECA36(?)	1215–1350 MHz	Radiopaikannus (siviili)	
EN 303 413		1215–1240 MHz, 1563,42–1587,42 MHz	GPS	
EN 300 422	ERC/REC 25–10, ERC/REC 70–03	1785–1805 MHz	mikrofonit, kuuloapuvälineet	

Standardi	ERC harmonisaatiomääräys	Taajuusalue	Käyttötarkoitus	Tarkennukset
EN 302 064	ERC/REC 25–10	2010–2110 MHz	Langattomat videolinkit, kamerat (tapahtumakohtainen)	
EN 302 064	ERC/REC 25–10	2200–2500 MHz	Langattomat videolinkit, kamerat (tapahtumakohtainen)	
^b		2400–2483,5 MHz	ISM-taajuus 2	
^b EN 300 440	ERC/REC 70–03	2400–2483,5 MHz	lyhyen kantaman laitteet	
^b EN 300 440	ERC/REC 70–03	2400–2483,5 MHz	radiomääritys	
^b EN 300 328	ERC/REC 70–03	2400–2483,5 MHz	Langaton laajakaistainen tiedonsiirto	
^b EN 300 440	ERC/REC 70–03	2446–2454 MHz	RFID	
EN 302 064	ERC/REC 25–10	2700–2900 MHz	Langattomat videolinkit, kamerat (tapahtumakohtainen)	
EN 302 248 /EN 302 752	ERC/REC 25–10	2700–3100 MHz	radar, radiolocation, navigation systems	
		3100–3410 MHz	tutka	Ilmatutkan yläraja 3410 MHz
EN 302 065	ERC/DEC/(06)04 –(REC/(11)09 REC/(11)10)	3100–4800 MHz	Langaton laajakaistainen tiedonsiirto	
EN 302 064		3400–3600 MHz	Langattomat videolinkit, kamerat (tapahtumakohtainen)	
EN 302 372	ERC/REC 70–03	4500–7000 MHz	Radiomääritys	TLPR
EN 302 064		4400–5000 MHz	Langattomat videolinkit, kamerat (tapahtumakohtainen)	
EN 301 893	ECC/DEC//(04)08	5150–5350 MHz	Radio LAN	
EN 301 893	ECC/DEC//(04)08	5470–5725 MHz	Radio LAN	
^b		5725–5875 MHz	ISM-taajuus 3	
^b EN 302 502	ECC/REC/(06)04	5725–5875 MHz	Langaton laajakaistainen tiedonsiirto	

Standardi	ERC harmonisaatiomääräys	Taajuusalue	Käyttötarkoitus	Tarkennukset
^b EN 300 440	ERC/REC 70-03	5725-5875 MHz	lyhyen kantaman laitteet	
^b EN 303 316 / EN 303 339	ECC/DEC/(15)03	5855-5875 MHz	Suora ilmasta-maahan linkki	
^b EN 303 258	ERC/REC 70-03	5725-5875 MHz	Teolliset laitteet	
EN 303 276	ECC/REC/(17)03	5825-5872MHz ja 5880-5900 MHz	Meriliikenteen käytössä	
EN 302 571/ EN 302 636/ EN 302 637	ECC/DEC/(08)01	5875-5935, 5855-5875, 5875-5935 MHz	älyliikennekäyttö	Turvallisuuslaitteille käytössä 5875-5935 MHz
EN 302 372/ EN 302 729	ECC/DEC/(11)02	6-8,5 GHz	radiomääritys	
	ECC/DEC/(20)01	5945-6425 MHz	Radio LAN	
EN 302 065	ECC/DEC/(06)04	6,0-8,5 GHz	Langaton laajakaistainen tiedonsiirto, lentokoneessa	
EN 302 064	ERC/REC 25-10	7-8,5 GHz	Langattomat videolinkit, kamerat (tapahtumakohtainen)	väliaikaisille pisteestä-pisteeseen-linkkeille
EN 302 065	ECC/DEC/(06)04	8,5-9 GHz	Langaton laajakaistainen tiedonsiirto	
EN 302 372	ERC/REC 70-03	8,5-10,6 GHz	radiomääritys	
EN 303 135		8,5-9,3 GHz	radiopaikannus (siviili)	
EN 300 440	ERC/REC 70-03	9200-9975 MHz	radiomääritys	
EN 302 194/ EN 302 248/ EN 302 752/ EN 303 213		9300-9500 MHz	radiopaikannus (siviili)	EN303 213-6-1 X-kaistan sensoreille
EN 302 064	ERC/REC 25-10	10,0-10,68 GHz	Langattomat videolinkit, kamerat (tapahtumakohtainen)	väliaikaisille pisteestä-pisteeseen-linkkeille
EN 300 440	ERC/REC 70-03	13,4-14,0 GHz	radiomääritys	
EN 302 064	ERC/REC 25-10	21,2-23,6 GHz	Langattomat videolinkit, kamerat (tapahtumakohtainen)	

Standardi	ERC harmonisaatio- määräys	Taajuusalue	Käyttötarkoitus	Tarkennukset
^b EN 300 440	ERC/REC 70-03	24-24,25 GHz	lyhyen kantaman laitteet	
EN 302 372/ EN 302 729	ECC/DEC/(11)02	24,05-27 GHz	radiomääritys	
EN 302 064	ERC/REC 25-10	24-24,5 GHz	Langattomat videolinkit, kamerat (tapahtumakohtainen)	
EN 302 064	ERC/REC 25-10	47,2-50,2 GHz	Langattomat videolinkit, kamerat (tapahtumakohtainen)	
EN 305 550	ERC /REC 70-03	57-64 GHz	lyhyen kantaman laitteet	
EN 302 372/ EN 302 729	ECC/DEC/(11)02	57-64 GHz	radiodetermination applications	
EN 302 567	ERC /REC 70-03	57-71 GHz	Langaton laajakaistainen tiedonsiirto	
EN 302 686	ECC/DEC/(09)01	63,72-65,88 GHz	älyliikennekäyttö	
EN 302 372/ EN 302 729	ECC/DEC/(11)02	75-85 GHz	radiomääritys	
EN 302 264	ECC/DEC/(04)03	77-81 GHz	lyhyen kantaman tutkat ajoneuvoihin	
^b EN 305 550	ERC /REC 70-03	122-123 GHz	lyhyen kantaman laitteet	
^b EN 305 550	ERC /REC 70-03	244-246 GHz	lyhyen kantaman laitteet	
		275GHz +	Ei vielä jaettu	

Liitteen taulukkoon ei ole sisällytetty suurtaajuisia radioastronomian yms. kaistoja.