

38.201 ATM- ja multimediaseminaari
Syksy 1996

Langattomien järjestelmienstandardointi

Jussi Koski
4170c
jhoski@cc.hut.fi

Sisällysluettelo

1. Johdanto	3
2. Keskeisetfoorumit	3
2.1 Taajuushallinta	3
2.1.1 ITU - International Telecommunications Union	4
2.1.2 WARC - World Administrative Radio Conference	4
2.1.3 CEPT - Conference of European Postsand Telecommunication Adm.	5
2.1.4 FCC - Federal Communications Comission	5
2.2 Standardointi	5
2.2.1 ITU -International Telecommunications Union	5
2.2.2 ETSI - EuropeanTelecommunications Standards Institute	5
2.2.3 EIA/TIA - Electronics/Telecommunications Industry Association	6
2.2.4 ANSI - American National Standards Institute	6
2.2.5 IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers	6
2.3 Tutkimusja tekniset suositukset	6
2.3.1 ATMForum	6
2.3.2 ACTS - Advanced Communications Technologies andServices	7
2.3.3 WINForum	7
3. Ajankohtainen standardointitoiminta	7
3.1 Matkapuhelinjärjestelmien kehitys	7
3.2 Langattomat, pienemmän liikkuvuuden järjestelmät	8
3.3 Langattomat lähiverkot	9
3.4 LangatonATM	11
4. Yhteenveto	12
5. Lähteet	13

1. Johdanto

Langattomiatietoliikennejärjestelmiä kehitetään hyvin erilaisiin käyttöympäristöihin, vaihteleville asiakkaille, monenlaisiin tiedonsiirtotarpeisiin. Eri langattomien järjestelmien käyttöä voidaan tarkastella mm. niiden tarjoaman liikkuvuuden ja tiedonsiirtonopeuden perusteella. Perinteiset matkapuhelinjärjestelmät ovat tarjonneet erittäin laajan liikkuvuuden, mutta keskittyneet tarjoamaan lähinnä kytkentäisiä, kapeakaistaisia palveluja. Datasiirto puolestaan on perustunut pitkälti paikkaansidottuihin osoitteisiin, sekä entistä suurempiin siirtonopeuksiin ja joustavampiin kapasiteetin jakomenetelmiin - optisten kuitujen ja kuparikaapeleiden avulla. Tulevaisuudessa on kuitenkin pyrittävä mahdollisimman paljon yhdistämään näiden osa-alueiden vahvoja puolia.

Standardointikysymyksissä tele- ja datasiirtopuolella on selkeä historiallinen ero, joka vaikuttaa toimintaan edelleen. Puhelinalalla on perinteisesti yhteistoiminnan laajuuden johdosta totuttu sopimaan yhteisistä järjestelyistä, ja pyritty luomaan mahdollisimman yhteensopivia järjestelmiä. Kaikkien radiotietä käyttävien puhelin- ja telejärjestelmien kohdalla joudutaan ottamaan huomioon sekäradiotaajuuksien jako, että avoimien rajapintojen standardointi. On sekä laitevalmistajien, operaattoreiden että asiakkaiden etu, jos sama päätelaite ja järjestelmä toimii mahdollisimman useissa käyttöympäristöissä ja suurella alueella.

Tietokone ja datasiirtopuolella lähtökohta on ollut tähän asti erilainen. Käyttöympäristöt ovat olleet rajallisia ja tuotekehitys nopeaa, mikä on suosinut valmistajakohtaisia ratkaisuja ja niistä pikkuhiljaa kehittyneitä de facto -standardeja. Tämänhetkiset langattomat lähiverkkoratkaisut palvelevat edelleen suhteellisen kiinteitä päätelaitteita toimisto-olosuhteissa ja käyttävät yleensä säätelemättömiä ISM (Industrial Scientific and Medical) -taajuuskaistoja. Tällöin verkkojen keskinäinen yhteistoiminta ja taajuuksien jako ei ole ollut keskeisessä asemassa, ja standardointi on ollut vähäistä.

Tulevaisuudessa näiden kahden alan näkökulmien yhdistäminen on kuitenkin nykyisin standardoinnin keskeisistä kysymyksistä, kun pyritään yhtä aikaa sekä parempaan liikkuvuuteen, että laajakaistaisempiin ratkaisuihin. Tietoliikenne - ja etenkin yhteistä radiosiirtotietä käyttävä, liikkuvuutta korostava ja paljon signaalointia käyttävä mobiilitietoliikenne - on erinomainen esimerkki alasta, jolla standardointi on niin laitevalmistajien ja operaattoreiden, kuin käyttäjänkin kannalta välttämätöntä yhteensopivien ratkaisujen aikaansaamiseksi.

Tässä esityksessä kerrotaan ensin lyhyesti langattoman tietoliikenteen standardoinnin keskeisistä organisaatioista ja yritetään selvittää hieman niiden keskinäisiä suhteita ja yhteistoimintaa. Tämän jälkeen pyritään antamaan kuva langattomien järjestelmien ajankohtaisesta standardointityöstä, jonka tavoitteena ovat nimenomaan entistä integroidummat ratkaisut.

2. Keskeiset foorumit

2.1 Taajuushallinta

Radiotaajuuksien rajallisuus on aina ollut ja tulee olemaan keskeinen ongelma langattomientiedonsiirtojärjestelmien kehityksessä. Järjestelmien digitalisointi ja uudettaajuuskaistaa säästävät modulaatiomenetelmät ym. ovat aiheuttaneet jatkuvaataajuuksien uudelleenjärjestelyä. Tiedonsiirtonopeuksien kasvaessa selkeää on ollut myös siirtyminen koko ajan korkeammille taajuusalueille. Suomessa taajuushallintaaja -valvontaa hoitaa kansainvälisten sopimusten puitteissa Liikenneministeriönälinainen Telehallintokeskus. Koska radioaallot eivät kuitenkaan noudata valtioiden rajoja pyritään globaaliin yhteensopivuuteen, taajuusjako on jatkuvasti kansainvälisesti kiistanalainen kysymys, ja sitä hallitsemaan on perustettu useampiaorganisaatioita.

2.1.1 ITU - International Telecommunications Union

ITU on noin 170 valtionmuodostama YK:n alaisuudessa toimiva organisaatio. Sen keskeisenä roolina on sopiakansainvälisiä sääntöjä, jotka yhtenäistävät eri taajuusalueidenkäyttöä. Ennen ITU koostui neljästä erillisestä alaorganisaatiosta:

- Yleiskokous
- IFRB - International Frequency Registration Board
- CCIR - Consultative Committee on International Radio
- CCITT- Consultative Committee on International Telegraph and Telephone

Maaliskuussa 1993 ITU:ssa suoritettiin suuri organisaatiomuutos, jossa organisaatio jaettiin kolmeen sektoriin: IFRB ja CCIR yhdistettiin Radiocommunications -sektoriksi ITU-R. CCITT:stä muodostui Telecommunications Standardization -sektori ITU-T, jonka vastuulle annettiin standardointiasioita myös radioalalta. Kolmanneksi perustettiin uusi Telecommunications Development - sektori.

Kansainvälistä taajuushallintaa ovat siis koordinoineet ennen IFRB ja nykyisin ITU-R, ja niillä on ollut kaksi päävastuualuetta. Ensiksi antaakansainvälisiä sääntöjä, ohjeita ja suosituksia, sekä toiseksi organisoida suuria kansainvälisiä radioalan WARC-konferensseja. /1/

2.1.2 WARC - World Administrative Radio Conference

WARC-kokouksia on järjestetty jatkuvasti, muttaepäsäännöllisin väliajoin. Kaksi viimeistä vuosina 1987 ja 1992 pidettyä kokousta ovat keskittyneet voimakkaasti etsimään sopivaa yhteistä maailmanlaajuista taajuuskaistaa kolmannen sukupolven globaalille matkapuhelinjärjestelmälle.

Torremolinosissa 1992 pidetyssä WARC-kokouksessa USA:n ja Euroopan edustajilla oliselkeästi erilaiset näkemykset ja tavoitteet. Yhdysvallat ajoi voimakkaasti LEO-satelliitteihin (Low earth orbiting satellite) perustuvan matkapuhelin- ja tiedonsiirtojärjestelmän kehitystä. Tiheään asutettu Eurooppa puolestaan yhtenäisenä rintamana tuki maanpäällisen tulevaisuuden kommunikaatiojärjestelmän FLMPTS (Future Land Mobile Public Telecommunication System) rakentamista ja vaati sillelähes 300 MHzin kaistan varaamista n. 2GHzin taajuudelta. Kokouksessa päästiinasiasta kuitenkin kompromissiin, jossa taajuudet periaatteessa varataan maanpäälliseen FLMPTS-käyttöön, mutta osaa taajuuksista voidaan käyttäämyös muihin sovittuihin tarkoituksiin.

Kokouksessa päästiinjonkinlaiseen kompromissiin myös tulevaisuuden langattoman Personal Communication Systemsratkaisun suhteen. Eurooppalaiset ajoivat kysymyksessä tiukempaastandardointikäytäntöä, kun amerikkalaiset puolestaan halusivat jättääasian markkinavoimien ratkaistavaksi. Kokouksessa sovittiin, että ITU tutkii asiaaroaming- ja radiotiekysymysten osalta. Seuraava WARC-konferenssi pidetääntodennäköisesti vuonna 1997. /1/

2.1.3 CEPT - Conference of European Postsand Telecommunication Adm.

CEPT on Euroopan maiden telehallintoa yhdistävä organisaatio, ja onperinteisesti tukenut CCITT:n ja CCIR:n toimintaa Euroopassa. CEPT on viime vuosinamenettänyt rooliaan ja asemaansa EU:n standardointiorganisaatioille, lähinnä ETSI:lle, mutta historiallisesti CEPT:llä on ollut tärkeä rooli päätettäessä esim. Euroopan nykyisten mobiilijärjestelmien taajuusjaosta ja toiminnasta. /1/

2.1.4 FCC - Federal Communications Comission

FCC vastaa radiotaajuuksien käyttöäsaatelevistä määräyksistä USA:ssa 1975 se järjesti 115 MHzin kaistann. 900 MHzin alueelta perinteisille matkapuhelinjärjestelmille, alunperin analogiselleAMPS:lle ja myös hemmin sen digitaalisille laajennuksille.

1990-luvulla FCC onalustavasti varannut kaistoja 2 GHzin molemmin puolin uusien teknologioiden, kuten PCS:n(Personal Communication System) käyttöön, taannut kaikkiin kaupunkeihintaajuuksikaistat seitsemälle langattomalle järjestelmä lle, ja jättänytkehityksen markkinavoimien vastuulle. Lisäksi se on varannut 1890-1930 MHzin kaistanpaikallisten pienitehoisten standardoimattomien laitteiden, esim. johdottomien puhelinten,dataverkkojen ja vaihteiden käyttöön. Tä llä hetkellä FCC suunnitteleeaajuuskaistan varaamista noin 5 GHzin alueelta lisensoimattomien nk. NII/SUPERNet-langattomien lähiverkkolaitteiden käyttöön. /1/ /10/

2.2 Standardointi

2.2.1 ITU -International Telecommunications Union

ITU vastaa tietoliikennealan kansainvälisistä standardeista,jotka ovat kehittyneet sen - ja entisten CCIR:n ja CCITT:n - eri työryhmien antamistasuosituksista. Nykyisin ITU-R:n Study Group 8 vastaa suurimmasta osasta radiokanavaakäyttäv än tietoliikennenteen suosituksia, ja sen sisällä toimii useita erityöryhmiä, mm. IWP 8/13, joka vastaa kolmannen sukupolven globaalimatkaviestinjärjestelmän FPLMTS kehityksestä. Työryhmä t (Interim WorkingParty, IWP) ovat väliaikaisia, ja kootaan aina tietyn projektin ympärille.Langattomaan tietoliikenteeseen liittyvää työtä tehdään myös useissamuissa ITU:n yksiköissä, mm. ITU-T:n Study Group 13 työ skentelee langattomiinATM-ratkaisuihin liittyvissä asioissa. /1/ /3/

2.2.2 ETSI - EuropeanTelecommunications Standards Institute

ETSI on Euroopan yhteisön vuonna 1988 perustama organisaatio, joka on vähitellen ottanut vastuun standardoinnista, joka ennen kuului CEPT:in toimialaan. Varsinainen standardointityö tehdään ETSI:n teknillisissä komiteoissa, joista langattomien järjestelmien kannalta tärkeimmät ovat GSM-standardoinnista vastaava SMG (Special Mobile Group) ja muista radiojärjestelmistä vastaava RES (Radio Equipment and Systems). Teknilliset komiteat jakautuvat edelleen alakomiteoihin, esimerkkeinä langattomien puhelinjärjestelmien kanssa työskentelevä RES-03 ja langattomia laajakaistaisia lähiverkkoja tutkiva RES-10.

Vaikka ETSI:n päätyönä onkin ollut pan-eurooppalaisen GSM-järjestelmän kehittäminen, on sen huomio nyt suuntautumassa entistä enemmän laajakaistaisempiin tiedonsiirtoratkaisuihin mm. langattomaan ATM:ään. Lisäksi ETSI SMG3 ja SMG5 alakomiteat ovat voimakkaasti mukana kehittämässä kolmannen sukupolven globaalia matkaviestinjärjestelmää, josta Euroopassa käytetään nimeä UMTS (Universal Mobile Telecommunication System). /1/ /3/

2.2.3 EIA/TIA - Electronics/Telecommunications Industry Association

TIA on vastannut digitaalisten matkapuhelinjärjestelmien standardoinnista Amerikassa. 1988 TIA perusti komitean TR45 tutkimaan digitaalisia ratkaisuja, jotka korvaisivat AT&T kehittämän analogisen AMPS-matkapuhelinjärjestelmän. 1992 julkistettiin IS-54 -standardi, joka oli yhteensopiva AMPS:in kanssa ja multipleksasi useampia puhekanavia yhdelle AMPS:intaajuuskanavalle.

TIA on asettanut myös TR45.5 alakomitean valmistelemaan Qualcomm Inc.:in kehittämän CDMA-tekniikkaan perustuvan digitaalisen matkapuhelinjärjestelmän standardointia. IS-95 standardi puhelupalveluille valmistui 1993, ja TR45.5 jatkaa työtä mm. kehittämällä järjestelmään asynkronista- ja pakettidatansiirtoa. /1/

2.2.4 ANSI - American National Standards Institute

ANSI:n tietoliikennealan komitea T1 on toiminut yhteistyössä TIA:n mikrosoluihin keskittyneen TR45.4-alakomitean kanssalingattomien PCS-puhelinjärjestelmien kehitys- ja standardointiprojekteissa. /1/

2.2.5 IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers

IEEE edustaa tässä esitetyistä standardointiorganisaatioista lähinnä data- ja tietokonepuolennäkemystä, ja on perinteisesti vastannut esim. lähiverkkojen standardoinnista. 1990 perustettiin erillinen työryhmä IEEE P820.11 määrittelemään sopivaradiojärjestelmä langattomien lähiverkkojen toteuttamiseksi. /1/

2.3 Tutkimusja tekniset suositukset

2.3.1 ATMForum

ATM Forumon pyrkinyt muodostamaan standardointiorganisaatioiden rinnalle jonkinlaisen joustavamman keskustelukerhon, jossa on mukana ATM-laitevalmistajia, tutkijoita jne. ATM Forum on julkaissut spesifikaatioita kattavasti ATM-järjestelmän eri osa-alueiltakytkenästä sovellusten tukemiseen. ATM Forum on keskittynyt toiminassaan lähinnä yritysten ATM-järjestelmiin, mutta toimii yhteistyössä ITU-T:n jamuiden standardointijärjestöjen kanssa. ATM Forum on nyt asettanut WATM-työryhmän tutkimaan ATM-tekniikan käyttöä erilaisissa langattomissa ympäristöissä. /4/

2.3.2 ACTS - Advanced Communications Technologies and Services

Euroopan yhteisö käynnisti 1985 RACE-ohjelman (R & D in Advanced Communications for Europe), jonka tavoitteena on luoda teknistä pohjaa tulevaisuuden laajakaistaisille langattomille järjestelmille. RACE-ohjelman puitteissa syntyi ACTS, jonka tärkein projekti on tällä hetkellä FLPMTS:n eurooppalaisen vastineen, kolmannen sukupolven UMTS matkaviestinjärjestelmän kehitys, jossa se tekee yhteistyötä ETSI:n SMG3:n ja SMG5:n kanssa. Tämän lisäksi ACTS tutkii aktiivisesti erilaisia laajakaistaisia tietoliikennetarkaisuja, B-ISDN:ää ja langattomia liittymäjä siihen. ACTS:ssa on käynnissä useita langattomaan ATM:ään liittyviä tutkimusprojekteja. /1/ /2/ /11/

2.3.3 WINForum

WINForum on amerikkalainen langattomia puhelin- ja lähiverkkojärjestelmiä valmistavien yritysten muodostama yhdistys, jonka tavoitteena on koordinoitua soimattomien taajuusalueiden käyttöä, ja se on julkaissut oman Spectrumetiquetten kaistan jakamisesta oikein eri järjestelmien kesken. /1/

3. Ajankohtainen standardointitoiminta

Tässä esityksessä on haluttu keskittyä ajankohtaiseen, lähinnä datasiirtoa ja erityisesti laajakaistaisia tarkaisuja koskevaan kehitys- ja standardointityöhön. Vaikka kehitys kulkeekin kohti entistä integroidumpia tarkaisuja, on standardointityö ryhmitelty tässä lähtökohdan mukaan neljään eri ryhmään:

1. Olemassa olevien matkapuhelinjärjestelmien kehitys & laajennus
2. Langattomat, pienemmän liikkuvuuden telejärjestelmät
3. Ethernet- ja LAN-lähtöiset tarkaisut
4. Langaton ATM

3.1 Matkapuhelinjärjestelmien kehitys

Matkapuhelinjärjestelmien etuna on niiden tarjoama ylivoimainen liikkuvuus ja siihen liittyvä kehittynyt paikannusjärjestelmä. Datasiirroissa ongelmana on niiden hitaat siirtonopeudet sekä puheensiiirtoon suunnitellun järjestelmän jäykkä ja joustamaton kapasiteetin ja taajuuskaistan hyväksikäyttö. Nykyisen 9.6 kbit/s GSM-data -peruspalvelun jatkeeksi ETSI:llä on käynnissä kaksi projektia, jotka tähtäävät nopeampaan ja joustavampaan datasiirtoon.

High speed circuit-switched data, HSCSD on hyvässä vauhdissa oleva ETSI SMG:n standardointiprojekti, jossa yhdellä yhteydellä voidaan käyttää useampia GSM-järjestelmän TDMA-aikavälejä aina 64 kbit/s asti. HSCSD toimii sinänsä hyvin samalla periaatteella perinteisen GSM-kanavanvarauksen kanssa ja voidaan toteuttaa nykyisellä GSM-teknologialla. ETSI:n HSCSD-standardin on kaavailtu ilmestyvän lokakuun 1996 aikana. Ensimmäisessä vaiheessa siirtonopeudeus tulee olemaan n. 18 kbit/s. /7/ /9/

Toinen suunniteltu kehittyneempi datasiirtokonsepti GSM-järjestelmään on General Packet Radio Service GPRS, joka perusajatukseltaan lähenee radikaalimmin pakettimuotoista tiedonsiirtoa käyttäviä dataverkkoja. Sen tärkein etu on tarvittavan siirtokapasiteetin dynaaminen varaus eri mobiilikäyttäjien kesken, jätettävänä onkin tarjota yhteys sekä perinteisiin, että moderneihin pakettikytkentäisiin dataverkkoihin. GPRS vaatii kuitenkin suuria muutoksia GSM-järjestelmään ja mm. uuden verkkokomponentin GPRS Support Noden, sekä erillisen paikallistamisjärjestelmän. Näistä johtuvat suuret kustannukset ja toteutuksen avoimet kysymykset ovatkin osaltaan hidastaneet GPRS:n kehitystyötä ja jatkoaikataulu on auki toisin kuin hyvin edistyneen HSCSD:n. Monet operaattorit ja laitevalmistajat ovatkin keskittyneet lähinnä HSCSD:n kehitykseen, ja odottavat kokemuksia sen suosiosta. /7/ /9/

Yhdysvalloissa on samalla tavoin TIA tehnyt standardointityötä sekä TDMA-että CDMA-pohjaisen matkapuhelinjärjestelmän dataominaisuuksien kehittämiseksi, ja sielläkin päähuomio on ollut kytkentäisten datapalvelujen kehittämisessä. Myös pakettikytkentäisen datasiirron määrittelytyö CDMA-järjestelmään on alkanut, ja sinänsä access-menetelmänä CDMA tukeparemmin dynaamista kanavanvarausta.

Nykyisten matkapuhelinjärjestelmien kehitys voidaan nähdä askeleena kohti kolmannen sukupolven UMTS/FPLMTS-järjestelmiä, ja tällä hetkellä esim. ACTS:ssa UMTS nähdään jonkinlaisen GSM-evoluution tuloksena. Tässä ajattelumallissa perusmobiilijärjestelmää täydennetään erilaisilla käyttöympäristö- ja sovelluskohtaisilla pääsymenetelmillä sekä useita menetelmiä tukevilla päätelaitteilla.

3.2 Langattomat, pienemmän liikkuvuuden järjestelmät

Langattomien puhelinjärjestelmien kehitys alkoi Yhdysvalloissa, mutta standardoimattomat vapaat markkinat synnyttivät hyvin vilttejä tilanteita, joissa esimerkiksi langattomalla puhelimella pystyi puhumaan vieraan tukiaseman kautta naapurin laskuun. Lähinnä Euroopassa ETSI:n RES-03-komitean puitteissa on langattomia puhelinjärjestelmiä lähdeTTY standardoimaan ja yhtenäistämään.

Langattomat puhelinjärjestelmät tarjoavat matkapuhelimia pienemmän liikkuvuuden, muttahuomattavasti suuremman kapasiteetin ja mahdollisuuden laajentaa sekä yksityisiä, että julkisia järjestelmiä langattomalla liittynällä. ETSI RES-03 on tehnyt standardointityötä digitaalisten CT2, CT2+, CT3 ja DECT -järjestelmien parissa. Näistä ajankohtaisin on varsin perusteellisesti standardoitu DECT.

DECT on ainoastaan radorajapinta, joka voidaan liittää erilaisiin siirtoverkkoihin, ja joka dynaamisen kanavanvarausjärjestelmän ansiosta taipuu joustavasti erilaisiin palveluihin. DECT:ssä päätelaite valitsee parhaan kaikkien järjestelmien radiokanavista, jolloin ei tarvita taajuussuunnittelua ja paikallisten järjestelmien koordinointi on helppoa. Myös kanavien

joustava yhdistely samalle yhteydelle onnistuu, jolloin datasiirrossa voidaan päästä noin 1 Mbitin siirtonopeuksiin.

RES-03:ssa DECT-järjestelmää on standardoitu tukemaan mahdollisimman moniakäyttöympäristöjä ja sovelluksia. Tiettyjen perusratkaisujen päälle on standardoitu profiileja yleiseen puheensirtoon, datasiirtoon, ISDN-yhteistoimintaan, GSM-yhteistoimintaan jne. Tämän lisäksi on pyritty ottamaan huomioon mahdollisimman monet käyttöympäristöt: koti-, yritys-, julkiset- ja Radio Local Loop (RLL)järjestelmät sekä DECT-GSM dual mode ratkaisut.

Ongelmana DECT:n yleistyksessä onkin ehkä ollut perusteellinen mutta hidas standardointi, jossa on yritetty löytää vähän kaikkea kaikille ja yksittäisiä hittituotteita ei ole vielä syntynyt. Mahdollisten DECT:ää ja GSM:ää joustavasti tukevien dualmode -päätelaitteiden myötä järjestelmän suosio voi kasvaa siten, että kehittyneitä dataominaisuuksia päästään todella hyödyntämään myös käytännön ratkaisuissa.

3.3 Langattomat lähiverkot

Vaihtelevat toimistoympäristöt, pienet yksiköt, asennuksen helppous ja lisääntynyt liikkuvuus ovat tekijöitä, jotka ovat lisänneet kiinnostusta langattomia lähiverkkoja kohtaan.

Eräs vaihtoehtolaajentaa lähiverkkoa langattomalla linkillä on ollut infrapunatekniikka. Markkinoilla on laaja kirjo erilaisia tuotteita, joista nopeampia (esim. 16 Mbit/s Token ring-yhteensopiva) yhteyksiä tarjoavat menetelmät vaativat näköyhteyden. Infrapunaratkaisujen osalta ei ole tällä hetkellä olemassa minkäänlaisia standardeja - edes de facto -tyyppisiä. IEEE työryhmä 802.11 on kuitenkin kehittänyt standardia infrapunajärjestelmälle, joka ei vaadi suoraan näköyhteyttä laitteiden välille, ja jonka tiedonsiirtonopeus rajoittuu noin 1 Mbitiin. /1/

Radiotietä käyttäviä langattomia lähiverkkojärjestelmiä voidaan suunnitella käyttämään lisensoimattomia ISM-kaistoja taajuuksilla 2.40-2.48 ja 5.8-5.9 GHz sekä leveää vapaata kaista taajuuksilla 59-62 GHz. Lisäksi USA:ssa FCC on varannut tarkoitukseen taajuuksia 18-19 GHz:n väliltä ja CEPT Euroopassa kaistoilta 5.15-5.30 ja 17.1-17.3 GHz. Matalammataajuuksudet etenevät paremmin seinien läpi ja taipuvat kulman taakse, joten niiden avulla on helpompi rakentaa kattavaa peittoaluetta toimistotiloihin. Korkeammat taajuudet taas mahdollistavat suurempia siirtokapasiteetteja. /1/ /3/

IEEE:n työryhmä 802.11 kehittää standardia 2 GHz:n ISM-kaistalla toimivalle langattomalle lähiverkolle. Se on peruseriaatteeltaan ja kaistanvaraukseltaan Ethernet-pohjainen ratkaisu, joka tarjoaa 1 tai 2 Mbit/s siirtonopeuksia. Se pyrkii tarjoamaan infrastruktuurin ja laitteet, jotka pystyvät mahdollisimman joustaviin tilanteen mukaisiin ratkaisuihin ilman erillistä runkoverkkoa. IEEE standardiin liittyen amerikkalaiset laitevalmistajat Lucent Technologiesin johdolla ovat valmistelleet eräänlaisen teollisuusstandardin, IAPP:n (Inter-Access Point Protocol). IAPP määrittelee kiinteän verkon puolella, kuinka eri laitevalmistajien järjestelmät tukevat mobiilipäätelaitteiden liikkumista alueiden välillä ja kommunikoi keskenään kiinteän verkon yli. Kun IEEE 802.11 -standardi keskittyy kahteen alimpaan OSI-kerrokseen, IAPP-spesifikaatio määrittelee asioita ylemmillä tasoilla. /3/ /8/

ETSI:n alakoite RES-10 puolestaan on standardoinut Euroopassa vastaavan 2.4 GHz:n taajuudella toimivan laajakaisaisen datasiirtojärjestelmän (ETS300 328). RES-10:n tärkein

standardointityö tällä hetkellä on kuitenkin High Performance Radio Local Area Network, HIPERLAN-konsepti, jonka ensimmäinen määrittely (ETSI Technical Report 133, HIPERLAN System definition) valmistui kesällä 1994. Sen tavoitteena on ETSI:n mukaan tarjota vähintään yhtä hyvä palvelutaso, kuin nykyisissä kiinteissä lähiverkkoratkaisuissa. HIPERLAN-ratkaisu perustuu täysin hajautettuun systeemiarkkitehtuuriin, jolloin verkkoratkaisut voidaan suunnitella tapauskohtaisesti, eikä tarvitse tukeutua erillisen runkoverkon rajoittamiin ratkaisuihin.

Radiotietä käyttävän järjestelmän suorituskykyriippuu merkittävästi lähetettävän datan tyypistä. Tämä merkitsee sitä, että myös LAN-spesifisten protokollakerrosten ylä puolella olevat vaihtelevat sovellukset tulee huomioida ja radiotie ei saisi rajoittaa ylempien kerrostointimintaa missään tilanteessa. HIPERLAN pyrkii tukemaan mahdollisimman moniasovelluksia ja käyttöympäristöjä: ETSI:ssä nähdään toimistojen lisäksi todennäköisinä sovellusympäristöinä mm. tiede, koulutus, lääketiede ja kasvavassa määrin interaktiiviset kotisovellukset. /5/

HIPERLAN-standardi määrittelee OSI-mallin kaksi alintakerrosta, fyysisen ja siirtoyhteyserroksen (DLC). Siirtoyhteyserroksella vain MAC-alikerros (Medium Access Layer) on HIPERLAN-spesifinen, jolloin se tulee suunnitella niin, että olemassaoleva LLC-alikerros (Logical Link Layer) voi toimia suoraan sen päällä. ETSI RES-komitean ehdotus varsinaiseksi standardiksi valmistui 1995, jasisältää järjestelmän toiminnalliset vaatimukset (prETS 300 652). /3/ /5/

HIPERLANIN fyysinen kerros on suunniteltu toimimaan kahdella eri CEPT:n (suosituksessa T/R 22-06) varaamalla taajuuskaistalla. Ensimmäisessä vaiheessa järjestelmä toimii 5.15-5.30 GHz:n kaistalla 1 Watin lähetysteholla, jatkaisulla päästään 25 Mbit/s nopeuteen. Kapasiteetin jako käyttäjien kesken on suunniteltu tukemaan mahdollisimman monia erityyppisiä sovelluksia. HIPERLANIN MAC-kerros on määritelty siten, että se tarjoaa täysin hajautetun systeemiarkkitehtuurin, eikä tarvitse mitään keskuskontrolliyksikköä. /6/

HIPERLAN konseptiin on suunniteltu valmiiksi neljä kehitysvaihetta, joista ensimmäinen on siis standardointivaiheessa. Järjestelmän seuraavaksi tulvat tulevat käyttämään myös 17.1-17.3 GHz:n kaistaa, ja lähestyvät ratkaisultaan langattomia ATM-järjestelmiä. Seuraavaan taulukkoon on koottu ETSI RES-10:n tähänastista lähiverkkojen standardointityötä jatulevaisuuden arvioitua aikataulua. /2/ /3/ /5/ /6/

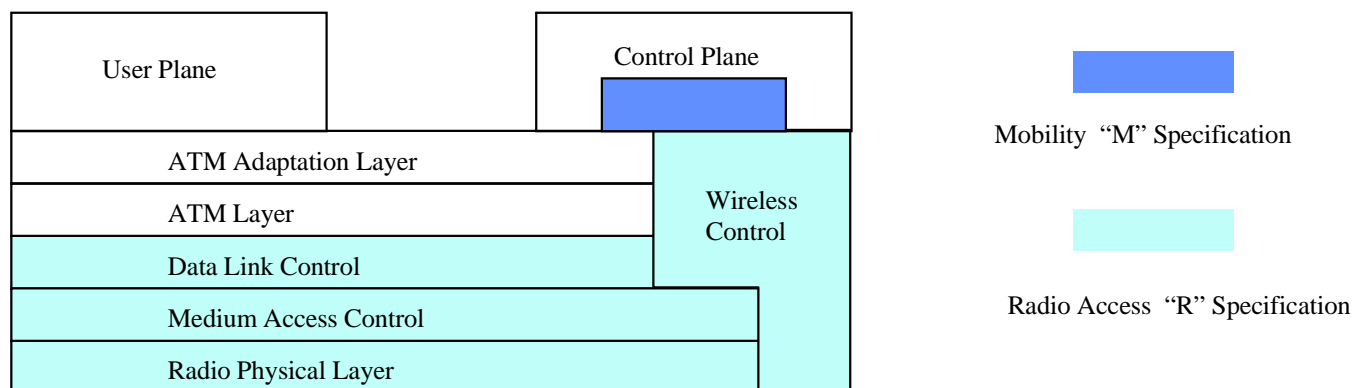
TYÖN AIHE	STANDARDI	AIKATAULU
2.4 GHz Wideband data	ETS 300328	Valmis
5.2 GHz HIPERLAN/ 1	System definition, ETR 133 Functional, prETS 300 652 Conformance, pr ETS 300xxx	Valmis Julkaistaan pian Valmisteilla
HIPERLAN FAMILY	Requirements & Architecture	mar.96
HIPERLAN/ 2	Functional Conformance	elo.98 mar.99
HIPERLAN/ 3 & 4		?

3.4 LangatonATM

Jos kiinteiden tiedonsiirtoverkkojen kehitys kulkee kohti-ATM teknologian avulla toteutettua B-ISDN-verkkoa, tulevat vaatimukset langattomista ATM-järjestelmistä ajankohtaisiksi. ATM-yhteensopivuus asettaa kuitenkin erittäin suuret vaatimukset radiosiirtotielle. Onerittäin vaikeaa suunnitella radorajapintaa, joka tukisi ensinnäkin tarpeeksi suuria siirtonopeuksia ja toisaalta eri QoS-luokkia erilaisissa ympäristöissä. ATM:n pieni solukoko ja periaate luotettavasta siirtotiestä ovat ristiriidassa radiotien ominaisuuksien kanssa, ja riittävän luotettava ylimääräinen virheenkorjaus vie huomattavasti siirtokapasiteettia.

Langattomat ATM-ratkaisut vaativat myös laajennuksia perus-ATM-verkon standardeihin. Avoimia ongelmakohtia ovat liikkuvuuden hallinta, handover, sijainnin seuranta, yhteydenmuodostus ja palvelun laadun hallinta. Keskeinen kysymys on, että nykyiset signaalintandardit eivät tue esimerkiksi liikkuvuuden hallintaa. Näiden kiinteän verkon standardointikysymysten kanssa työskentelevät ATM Forumin lisäksi ITU-T:n Study Group 13 ja ETSI NA-5 alakoitea.

Ongelmistahuolimatta ATM Forum on asettanut työryhmän tutkimaan ja kehittämään spesifikaatioita langatonta ATM:aa varten. Näissä spesifikaatioissa tullaankäsittämään sekä liikkuvuuden vaatimia muutoksia ATM-verkkoon että todellista ATM-pohjaista radorajapintaa. Seuraavassa kuvassa on hahmoteltu spesifikaatioiden vaikutusta protokolla-arkkitehtuurin eri osiin:



ATM Forum on arvioinut saavansatarvittavat määrittelyt valmiiksi vuoden 1997 alkupuolella, ja lopullisen spesifikaation julkaistua noin 1998-99. Lähinnä kiinteän puolen asiantuntemusta edustava ATM Forum tekee voimakasta yhteistyötä erityisesti ETSI RES:n kanssa, jamyös ETSI RES-10 alakoitea on aloittanut langattoman ATM-pohjaisen multimediaprojektin. Sen arvioitu aikataulu on esitetty oheisessa taulukossa. /2/ /4/

TYÖN VAIHE	AIKATAULU
RES-10 ATM-projektin alku	lok.95
Standardin ensimmäinen luonnos	huh.97
RES-10 hyväksyntä	syy.97
RES-komitean hyväksyntä	jou.97

Tällä hetkellä ETSI spesifioijärjestelmää, joka toimisi 5.2 GHz:n alueella ja pystyisi langattoman päätelaitteen osalta nopeuksiin 40 Mbit/s asti ja langattoman verkkoinfrastruktuurinosalta 155 Mbit/s asti. /2/

Verrattuna langattomiin lähiverkkoihin ja etenkin ETSI:n oman HIPERLAN standardin tuleviin sukupolviin, tärkein ero on erilaisten palveluiden toteuttamisessa. Langattomilla ATM-järjestelmillä päästään n. saman luokansiirtonopeuksiin, mutta lisäksi niiden tulee tukea erilaisia multimediasovelluksia ja palveluvaatimusluokkia. Eri QoS-luokkien kohdalla ongelmia aiheuttaa vaikeasti hallittavien radiosiirtokanavien. Esim. ABR (Available Bit Rate) kuulostaa houkuttelevalta, koska se antaamahdollisuuden kontrolloida soluvirtaa kapasiteetin yhteyden mukaan, muttakäytännössä muutokset radioyhteyden laadun muutokset ovat hyvin nopeitaverrattuna ATM-kontrollimekanismeihin.

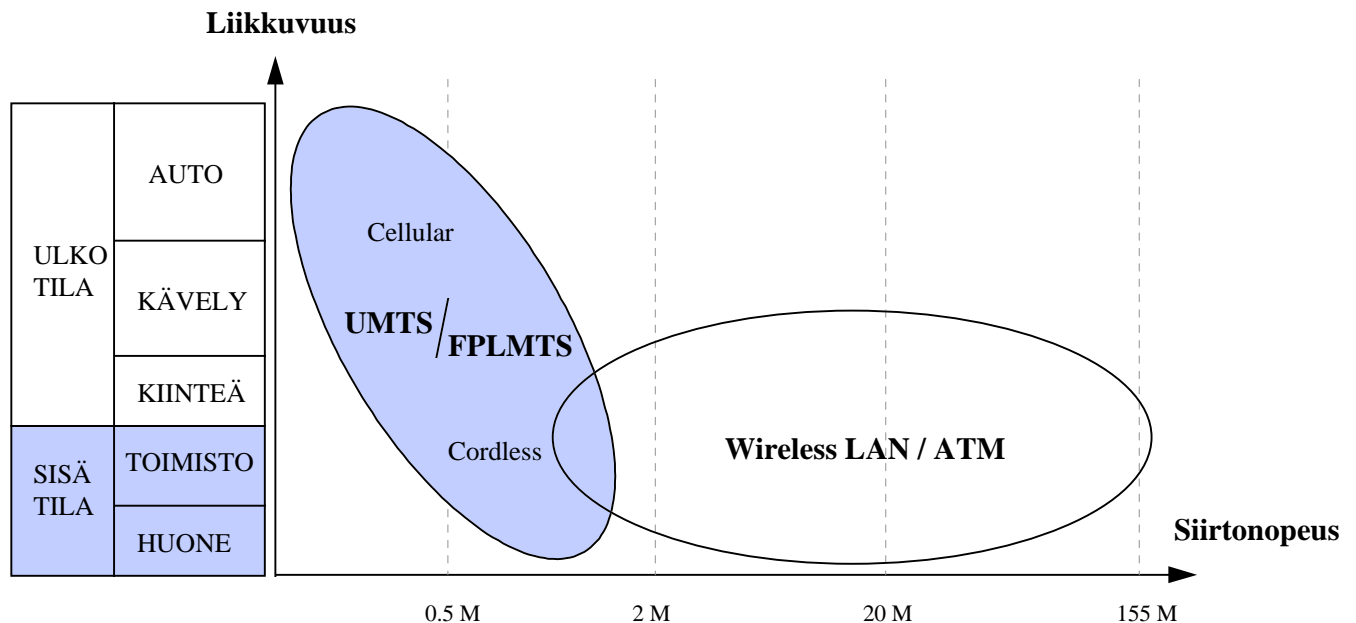
Eräs merkittävä ja ajankohtainen yhteistyöaihe ATM Forumin ja RES-10:n välillä ovat olleet roaming ja handover -kysymykset. ETSI:n tavoitteiden mukaan tulevaisuudessa tulisi voida liikkua yhteyden katkeamatta tukiaseman alueelta toiselle (seamless handover) yhden kotiverkon alueella, mutta ongelmia aiheuttavat mm. yhden tukiaseman kanssa sovittujen QoS-parametrien sopivuus toisen tukiaseman liikenteeseen. Laajemman liikkuvuuden hallintaan tällä hetkellä olemassa kaksi ratkaisua, GSM-verkon tyyppinen rekistereihin (HLR, VLR) perustuva ratkaisu ja kokonaan erillisellä lyhyteikäisellä tekniikalla toteutettua ratkaisua. Laajempi roaming-palvelun verkkojen välillä voisi tulevaisuudessa olla teleoperaattoreiden uusi lisäpalvelu. /2/ /4/

Euroopan Unionin tukemassa tutkimusohjelmassa ACTS:ssa on myös käynnissä useita mielenkiintoisia WATM-tutkimusprojekteja. Näistä voidaan tässä mainita The Magic WAND (Wireless ATM Network Demonstrator) ja MEDIAN (Wireless Broadband CPN/LAN for professional and Residential Multimedia Applications). Molempien projektien tavoitteena on laajentaa ATM-teknologiaa päätelaitteeseen asti. The Magic WAND pyrkii 20 Mbit/s siirtonopeuksiin ensin 5 GHz:n, myöhemmin 17 GHz:n alueella ja MEDIAN vastaavasti jopa 155 Mbit/s nopeuksiin noin 60 GHz:n alueella. /2/ /11/

4. Yhteenveto

Perinteisesti Euroopassa ja telealalla on ajettu voimakkaimmin perusteellista standardointikäytäntöä ja siihen liittyvää järjestelmällistä tyyppihyväksyntää. Järjestelmä on heikkouksia ovatsen hitaus ja kankeus nopeasti kehittyvällä alalla. Yhdysvaltojen suurillakotimarkkinoilla toimivat laitevalmistajat pärjänneet ilman kansainvälistä standardointiakin, ja on ollut kannattavaa lanseerata nopeasti markkinoille valmistajakohtaisia ratkaisuja toivoen niiden kehittyvän yleiseksi käytännöksi. Standardoinnin voidaan nähdä kuitenkin lisäävän merkitystään tulevaisuudessa. Eurooppalainen tyyppihyväksyntäkäytäntö sen sijaan on vaikeuksissa, sillä esimerkiksi GSM MoU on nähnyt perusteellisen tyyppihyväksynnän kehitystä hidastavana tekijänä ja puoltanut siirtymistä valmistajan vakuutuksella toimivaan käytäntöön. Tämä aiheuttaa kuitenkin asiakkaiden lisäksi ongelmia erityisesti operaattoreille jotka yrittävät hallita järjestelmiä.

Tällä hetkellä tulevaisuuden langattomien järjestelmienkehitys voidaan nähdä integraationa kohti kahta suurta järjestelmää, globaalin liikkuvuuden kapeampikaistaista kolmannen sukupolven matkaviestinjärjestelmää sekä lähiverkkojen ja kiinteän laajakaistaverkon langattominalaajennuksina. Näiden kahden segmentin yhdistäminen ei vielä vaikuta realistiselta, ja tällä hetkellä tilannetta voidaan hahmotella liikkuvuuden ja tiedonirtonopeuden suhteen oheisella kuvalla.



UMTS / FPLMTS:n tulevaisuus vaikuttaa tällä hetkellä syntyvän integroimalla erilaisia järjestelmiä yhdessä toimivaksi kokonaisuudeksi. Esimerkiksi Euroopassa tämä tarkoittaisi GSM-järjestelmän kehitystä, jatkydentämistä erilaisilla paikallisilla langattomilla ja sateliittiratkaisuilla. Maailmanlaajuisesti näyttää tällä hetkellä vaikealta, että syntyisimitään yhteistä globaalia radiorajapintaa.

Uusien tietoliikennejärjestelmien läpilyönti syntyy yleensä nimenomaan haluttujen, uutta tekniikkaa vaativien sovellusten - ei puhtaasti tekniikan kautta. Niinpä myös langattomien LAN- ja ATM-ratkaisujen tarve määrytyy liikkua laajakaistasiirtoa vaativien sovellusten myötä. Etenkin ETSI:ssä ja ATM Forumissa on kuitenkin nähty, että ensiknäkkin tulevaisuuden laajakaistaiseen verkkoon tarvitaan langaton, runkoverkosta riippumaton liityntä, samalla periaatteella kuin esim. DECT-järjestelmä tarjoaa tällä hetkellä kapeakaistaisiin verkkoihin. Toiseksi järjestelmän liikkuvuus vaatii eri komponenttien saumatonta yhteistoimintaa ja sitä kautta kattavaa standardointia.

5. Lähteet

- /1/ Kaveh Pahlavan & Allen H. Levesque: Wireless Information Networks
John Wiley & Sons, Inc. 1995
- /2/ Wireless ATM Architecture & Status,

- [_http://www.club.nokia.com/library/0496/watm2.html_](http://www.club.nokia.com/library/0496/watm2.html)
- /3/ Wireless ATM Workshop 2-3.9.1996 -esitelmä:
Standardization of Wireless HighSpeed Premises Data Networks
Jan Kruys (ETSI RES-10 pj)
- /4/ Wireless ATM Workshop 2-3.9.1996 -esitelmä:
Wireless ATM Working Group,Charter & Overview
ATM Forum
- /5/ ETSI: High Performance radiomobility in LANs
[_http://194.2.180.16.ecs/REPORTS/STATEART/BOURIN.HTML_](http://194.2.180.16.ecs/REPORTS/STATEART/BOURIN.HTML)
- /6/ ETSI RES: High Performance Radio Local Area Network (HIPERLAN)
System Definition, ETR 133
- /7/ Architecture of wide band GSM,
[_http://www.club.nokia.com/laptop/library/0496/tele2.html_](http://www.club.nokia.com/laptop/library/0496/tele2.html)
- /8/ IEEE-compliant wireless multi-vendor interoperability protocol announced
[_http://www.lucent.com/press/0596/960552.nsa.html_](http://www.lucent.com/press/0596/960552.nsa.html)
- /9/ Wireless now: Gearing upthe standardisation
[_http://www.ericsson.se/WN/wn2-96/fifteen.html_](http://www.ericsson.se/WN/wn2-96/fifteen.html)
- /10/ FCC requests Comments: Spectrum for Wireless NII Connections
[_http://cdinet.com/Benton/Goingon/spectrum-notice.html_](http://cdinet.com/Benton/Goingon/spectrum-notice.html)
- /11/ Wireless ATMResearch in ACTS, lyhyitä esittelyjä eri tutkimusprojekteista
yhteystiedot: The Magic WAND: seppo.haataja@nmp.nokia.com
MEDIAN: :ciotti.median@imst.uni-duitburg.de