

MATKAPUHELINVERKKOJEN ANALYSOINTI

Case: JoikuSpot

Anne Sorvajärvi

Opinnäytetyö
Toukokuu 2011
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

SORVAJÄRVI, ANNE: Matkapuhelinverkkojen analysointi. Case: JoikuSpot

Opinnäytetyö 56 s., liitteet 5 s.
Toukokuu 2011

Internetin käyttötarpeet ovat muuttuneet työelämän vaatimusten ja ihmisten muuttuneiden tarpeiden myötä. Internetiin halutaan päästä myös kodin ja työpaikan ulkopuolella, jolloin kiinteätä tai langatonta Internet-yhteyttä ei ole saatavilla. Matkapuhelimeen asennettava Joikusoft Oy:n kehittämä JoikuSpot-sovellus muuntaa matkapuhelimen langattomaksi tukiasemaksi, joka hyödyntää matkapuhelimen 3G-yhteyttä ja muodostaa Internet-yhteyden langattomien laitteiden käytettäväksi.

JoikuSpotin muodostaman Internet-yhteyden aikana sovellus kerää tietokantaan dataa muun muassa käytössä olevasta yhteysnopeudesta. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, millaista dataa tietokantaan kertyy ja miten sitä voidaan hyödyntää. Tarkoituksena oli tutkia, missä maissa ja minkä operaattoreiden verkoissa on eniten JoikuSpot-käyttäjiä. Työ rajattiin koskemaan kymmentä maata, joissa käyttäjiä on eniten, ja näistä maista kolmeä käytetyintä operaattoria. Maista ja operaattoreista oli tarkoitus selvittää, millä puhelinmalleilla ja mihin tarkoituksiin JoikuSpotia käytetään. Lisäksi tarkoituksena oli tutkia tietokantaan tallentuneita yhteysmääriä ja niiden kestoja sekä yhteyksien aikana siirrettyjä datamääriä ja tiedonsiirtonopeuksia. Työ toteutettiin QlikView business intelligence -sovelluksen ja SQL-kyselykielen avulla.

Työn tuloksena selvisi, että tarkastelujakson aikana 1.7.–31.12.2010 JoikuSpotia käytettiin eniten Kiinassa ja käytetyin puhelinmalli oli Nokian 5800 XpressMusic. JoikuSpotia käytettiin keskimäärin 67,5 minuutin mittaisissa yhteyksissä ja yhden yhteyden aikana dataa siirrettiin keskimäärin 26 megabittia. Selvitystyö osoitti myös, että suurimmalla osalla JoikuSpotia käyttävistä henkilöistä on puhelimessaan vähintään 1 Mb/s Internet-yhteys palveluntarjoajaltaan, ja eri verkkojen läpimenoajat ovat yleisimmin alle sekunnin.

Opinnäytetyö antaa vertailupohjan seuraaville mahdollisille selvitystyöille, joita voitaisiin tehdä puolivuositain. Vertailemalla nyt saatuja tuloksia tulevien selvitysten kanssa nähtäisiin, miten matkapuhelinmallien käyttömäärät muuttuvat ja miten nopeudet kehittyvät.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Business Information Systems

SORVAJÄRVI, ANNE: Analyzing Mobile Networks. Case: JoikuSpot

Bachelor's thesis 56 pages, appendices 5 pages
May 2011

Business requirements and people's changed needs have modified the use of the Internet. It is important to get online even outside the workplace and home, from places where a fixed or wireless Internet connection is not available. Joikusoft has developed an application called JoikuSpot that turns a mobile phone into a wireless base station. It shares the 3G connection of the phone creating an Internet connection for wireless devices.

When JoikuSpot is used, the application collects data into a database. The data includes, for example, information on the speed of the connection used. The purpose of this thesis was to find out what kind of information about mobile networks is received by analyzing the collected data. The examined countries were chosen according to their number of JoikuSpot users and ten countries with the most users were chosen. Further, three most used mobile operators from each country were examined. The purpose was to investigate with which phone models and for what kind of purposes JoikuSpot is used. In addition, the purpose was to examine the amounts and durations of sessions stored into the database as well as the transferred megabytes and data transfer speeds. QlikView Business Intelligence application and SQL were used for data processing.

The results showed that during the period 1st July – 31st December in year 2010, JoikuSpot was used the most in China. The most popular phone model among JoikuSpot users was Nokia 5800 XpressMusic. The results revealed that the average JoikuSpot session lasted for 67,5 minutes at a time and the transferred amount of data was 26 megabytes during a session. The investigation also indicated that a JoikuSpot user has at least 1 Mb/s mobile broadband on his or her phone and the round trip times on different networks are typically less than a second.

In the future, it could be possible to repeat the research semi-annually, for example. By comparing the results to this thesis, the change of mobile phone model usage and developed speeds could be observed.

Key words: mobile network, mobile application, mobile devices, data network

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 LANGATON TIEDONSIIRTO	6
2.1 Radioaallot ja taajuusalueet	6
2.1.1 Radioaaltojen eteneminen	8
2.1.2 Laitteiden käyttämät taajuudet	11
2.1.3 Tiedonsiirto	12
2.2 Matkapuhelintekniikat	13
2.2.1 2G	14
2.2.2 3G	15
2.2.3 4G	16
3 LANGATTOMAT VERKOT	17
3.1 Wi-Fi	17
3.1.1 Wi-Fin toiminta	18
3.1.2 Wi-Fin käyttökohteita	19
3.2 IEEE 802.11-standardit	20
3.2.1 802.11a	21
3.2.2 802.11b	21
3.2.3 802.11g	21
3.2.4 802.11n	22
3.3 Langattoman verkon tyypit	22
3.3.1 Ad-hoc-verkko	22
3.3.2 Infrastruktuuriverkko	24
3.3.3 Mesh-verkko	25
3.4 Langattomien verkkojen nopeudet	26
4 HOTSPOT	28
5 JOIKUSPOT	30
6 DATAN KÄSITTELY	32
6.1 Datan kerääminen	32
6.2 QlikView käyttöliittymä	33
6.3 Tietokantaan tallentuneiden tietojen käsittely	35
7 TIETOJEN ANALYSOINTI	36
7.1 QlikView'n avulla kerätyn datan analysointi	36
7.1.1 Käyttäjämäärät	36
7.1.2 Käytetyimmät puhelinmallit	37
7.1.3 Käytetyimmät matkapuhelinverkot	38
7.1.4 Siirretyt datamäärät	41
7.1.5 Yhteyksien määrä	42
7.1.6 Yhteyksien kesto	45
7.2 SQL:n avulla kerätyn nopeusdatan analysointi	47
7.2.1 Lataus- ja lähetyksenopeus	47
7.2.2 Läpimenoaika	49
8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	51
LÄHTEET	55
LIITTEET	57
Liite 1: Termit ja lyhenteet	58
Liite 2: Matkaviestinnän maatunnukset	61

1 JOHDANTO

Ihmisten muuttuneet tarpeet ja työelämän vaatimukset ovat muokanneet Internetin käytötapoja. Ennen Internet-yhteys muodostettiin kiinteästi toimistosta tai kotoa mutta nykyisin langattomat verkot ja matkapuhelimien kehittyminen älypuhelimiksi ovat mahdollistaneet Internet-yhteyden koska tahansa ja missä tahansa. Nykypäivän kiireisessä elämän menossa ei enää osata olla tavoittamattomissa, vaan halutaan päivittää kuulumiset sosiaaliseen mediaan tuoreeltaan, kirjoittaa työsähköposteja junassa tai selata Internetiä kesämökillä ollessa. Muuttuneisiin tarpeisiin on kehitetty erilaisia ratkaisuja, joista Joikusoft Oy:n kehittämä matkapuhelinsovellus JoikuSpot on yksi esimerkki.

JoikuSpot on liikkuva hotspot (liityntäpiste Internetiin), joka tarjoaa Internet-yhteyden kaikkialla matkapuhelinverkon kuuluvuusalueella. Käyttäjän ei tarvitse selata Internetiä puhelimen pieneltä näytöltä, vaan hän voi yhdistää kannettavan tietokoneensa JoikuSpotiin ja katsella tuoreita uutisia suoraan tietokoneen näytöltä ilman turhia lisälaitteita. Samalla, kun JoikuSpotia käytetään, sovellus lähettää palvelimelle erilaisia tietoja (mm. operaattori ja käytettävä latausnopeus), joita voidaan käyttää palvelun parantamiseen. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, millaista dataa tietokantaan kertyy, ja miten sitä voidaan hyödyntää. Työssä analysoidut tiedot kerättiin aikavälillä 1.7.–31.12.2010.

Tarkoituksena oli selvittää, millaista tietoa matkapuhelinverkoista saadaan analysoimalla JoikuSpot-sovelluksen tietokantaan keräämää dataa. Työssä tutkittiin, missä maissa ja minkä operaattoreiden verkoissa on eniten JoikuSpot-käyttäjiä. Maista ja operaattoreista ei voitu valita mukaan kaikkia, joten tutkittavat maat rajattiin kymmeneen. Jokaisesta tutkimukseen mukaan otetusta maasta valittiin edelleen kolme käytetyintä operaattoria. Maista ja operaattoreista haluttiin selvittää, mitä matkapuhelinmalleja JoikuSpot-käyttäjät suosivat ja millaisiin tarkoituksiin JoikuSpotia käytetään. Operaattoreista tutkittiin myös tietokantaan tallentunutta tietoa yhteyksien määristä ja kestoista, niiden aikana siirretyistä datamääristä ja tiedonsiirtonopeuksista. Datan käsittelyssä käytettiin apuna QlikTechin business intelligence -työkalua QlikView'ta sekä SQL-kyselykieltä.

Työssä on käytetty paljon lyhenteitä, jotka saattavat joillekin lukijoille olla vieraita. Lyhenteet selityksineen on koottu liitteeseen 1.

2 LANGATON TIEDONSIIRTO

2.1 Radioaallot ja taajuusalueet

Kaikki langaton viestintä perustuu sähkömagneettisiin radioaaltoihin eli RF-signaaleihin (Radio Frequency Signal). Yli sata vuotta sitten italialainen fyysikko ja keksijä Guglielmo Marconi käytti ensimmäisen kerran radioaaltoja tiedon lähettämiseen (Gralla 2006, 7). Radioaallot kuljettavat tietoa lähettimestä vastaanottimeen ilmaa pitkin ja ne ovat yleisin tapa siirtää tietoa langattomasti laitteiden välillä (Geier 2010, 39). Ilman langatonta viestintää meillä ei olisi esimerkiksi radioita, televisioita tai radiopuhelimia.

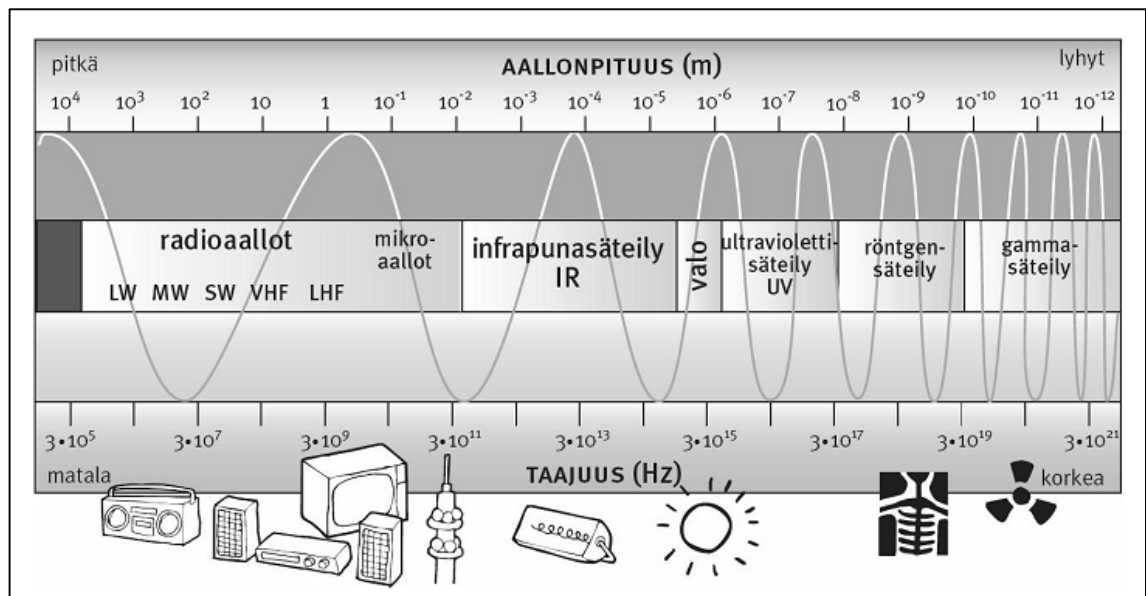
Radioaallot ovat osa sähkömagneettista spektriä, jonka muodostavat kaikki sähkömagneettisen säteilyn aallonpituudet. Sähkömagneettiseen spektriin kuuluvat myös infrapuna, näkyvä valo, ultraviolettisäteily, röntgensäteily, gammasäteily ja kosminen säteily. Sähkömagneettinen spektri voidaan jakaa kategorioihin taajuuksien perusteella. Taajuudella tarkoitetaan sähkömagneettisen aallon sekunnissa tapahtuvaa toistojen määrää, jota mitataan hertseissä (Hz). Yksi aalto sekunnissa on yksi hertsi.

Radiotaajuuksia on vain rajattu määrä, joten niiden käyttöä on suunniteltava ja hallinnoitava huolella. Taajuusalueiden käytöstä sovitaan Kansainvälisen televiestintäliiton (International Telecommunication Union, ITU) järjestämissä maailmanlaajuisissa radiotaajuuskonferensseissa (World Radiocommunication Conference, WRC) joka neljäs vuosi. Euroopassa kansalliset työryhmät esittelevät ehdotuksensa Euroopan radio-, tele- ja postihallintojen yhteistyöjärjestölle (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations, CEPT), joka valmistelee yhteiseurooppalaiset esitykset radiokonferenssille. (Viestintävirasto.) Yhdysvaltain Telehallintovirasto (Federal Communications Commission, FCC) on vastuussa liittovaltion sisäisestä teleliikenteestä sekä kansainvälisestä viestinnästä, jossa Yhdysvallat on joko lähde- tai kohteena. National Telecommunications and Information Administration (NTIA) hallinnoi liittovaltion käyttämiä taajuuksia. Lähes kaikissa maissa osa taajuusalueista on määritelty lupavapaiksi, mikä tarkoittaa, etteivät kyseisellä taajuusalueella toimivat langattomat laitteet tarvitse viranomaisen lupaa. Kunkin maan käytössä olevat taajuudet voivat aikaa myöten muuttua, kun taajuuksista päätetään uusissa radiokonferensseissa. (Zheng ym. 2009, 1.)

Langattomaan viestintään käytettävä taajuuskaista on yleensä 9 kHz–30 GHz (Gralla 2006, 13). Taajuuskaista jaetaan äärimmäisen mataliin taajuuksiin (extremely low frequency, ELF), erittäin mataliin taajuuksiin (very low frequency, VLF), mataliin taajuuksiin, (low frequency, LF), keskitaajuuksiin (medium frequency, MF), korkeisiin taajuuksiin (high frequency, HF), erittäin korkeisiin taajuuksiin (very high frequency, VHF), ultrakorkeisiin taajuuksiin (ultra-high frequency, UHF), superkorkeisiin taajuuksiin (super-high frequency, SHF) ja äärimmäisen korkeisiin taajuuksiin (extremely high frequency, EHF). (Zheng ym. 2009, 2.)

Taajuuksista ja aallonpituuksista johtuen erilaiset radioaallot sopivat erilaisiin käyttö-tarkoituksiin. Mitä korkeampi taajuus, sitä lyhyemmän matkan aalto pystyy kulkemaan. Vastaavasti matalamman taajuuden radioaallot kulkevat pidempiä matkoja, minkä takia niitä voidaan käyttää esimerkiksi amplitudimoduulatio- eli AM-radiolähteyksiin, jotka tavoittavat kaukanakin olevat kuuntelijat. Matkapuhelinverkot toimivat korkeammilla taajuuksilla, koska radioaaltojen ei tarvitse kulkea kuin matkapuhelimesta lähimpään tukiasemaan.

Äärimmäisen matalia ELF-aaltoja, jotka ovat alle 3 kHz, käytetään vedenalaiseen viestintään esimerkiksi sukellusveneissä. VLF-aallot ovat välillä 3 kHz–30 kHz ja niitä käytetään merenkulussa ja rannikkoviestinnässä. LF- (20–300 kHz) ja MF- (300–3000 kHz) aaltoja käytetään AM-radiolähteyksissä. HF-aaltojen taajuudet ovat 3–30 MHz ja niitä käytetään sekä AM-radiolähteyksiin että amatööriradioissa. Taajuusmodulaatio- eli FM-radio- ja televisiolähteykset käyttävät VHF-aaltoja, jotka ovat 30–300 MHz. Myös UHF-aaltoja (300–3000 MHz) käytetään tv-lähteyksiin ja matkapuhelinviestintään. Langaton viestintä ja satelliittilähteykset tapahtuvat SHF-aalloilla, jotka ovat taajuudella 3–30 GHz. Kaikista korkeimpia EHF-radioaalloja (30–300 GHz) käyttävät satelliittilähteyksien lisäksi myös tutkat. (Gralla 2006, 19.) Kuviossa 1 on esitetty radiotaajuudet ja niiden käyttökohteita.



Kuvio 1. Radiotaajuudet ja aallonpituudet (Juutilainen 2006)

Kuten kuviosta 1 nähdään, korkeilla taajuuksilla aallonpituus (aallon kahden huipun välinen etäisyys) on lyhyempi kuin matalilla taajuuksilla. Korkeataajuuksinen signaali, jolla on lyhyempi aallonpituus, ei etene yhtä pitkälle kuin matalataajuuksinen signaali, jolla on pidempi aallonpituus. Tiedonsiirtonopeus kasvaa, mitä korkeampi taajuus on kyseessä, mutta samalla myös aallon etenemiskyky heikkenee. Toisin sanoen korkeilla taajuuksilla tiedonsiirtoetäisyydet ovat lyhyempiä kuin matalia taajuuksia käytettäessä. (Coleman & Westcott 2009, 34.) Juutilaisen (2006) mukaan radioaallon etenemiseen – ja samalla tiedonsiirtokykyyn – vaikuttavat muun muassa sääilmiöt, maasto, kasvillisuus ja rakennukset. Korkeilla taajuuksilla esimerkiksi maaston tai rakennusten aiheuttamat esteet heikentävät radioaaltoa enemmän kuin matalilla taajuuksilla.

2.1.1 Radioaaltojen eteneminen

Radioaallot voivat edetä paikasta A paikkaan B usealla eri tavalla. Juutilaisen (2006) mukaan tärkeimmät tavat ovat näköyhteysreittiä pitkin eteneminen (line-of-sight propagation), sironnan avulla tapahtuva eteneminen (scattering), ionosfäärin kautta eteneminen (sky wave propagation) ja maanpinta-aaltona eteneminen (ground-wave propagation).

Aaltojen etenemiseen vaikuttaa useita tekijöitä, kuten imeytyminen, heijastuminen, sironna, taittuminen, taipuminen, vaimeneminen, häipyminen, monitie-eteneminen, sekä

doppler-ilmiö (Juutilainen 2006; Coleman & Westcott 2009, 39). Yleisin näistä on imeytyminen, jossa osa sähkömagneettisen säteilyn energiasta muuttuu kohteen lämpöenergiaksi (esim. mikroaaltouuni ja vesi). Esimerkiksi tiili- ja betoniseiniin signaali imeytyy merkittävästi enemmän kuin kipsilevyyn. Myös vesi vaimentaa signaalia huomattavasti, minkä takia vaimenemista aiheuttavat myös kaikki vettä sisältävät materiaalit, kuten paperi ja pahvi. (Coleman & Westcott 2009, 40.)

Toinen tärkeä etenemiseen vaikuttava tekijä on heijastuminen. Heijastumista tapahtuu, kun aalto osuu omaa aallonpituuttaan suurempaan tasaiseen esineeseen ja vaihtaa sen seurauksena suuntaa (Coleman & Westcott 2009, 41). Heijastuessa aallon tulo- ja lähtökulma ovat yhtä suuret eivätkä aallonpituus ja etenemisnopeus muutu (Juutilainen 2006). Heijastuminen on hyvin usein syynä langattoman verkon heikkoon suorituskykyyn. Antenniin osuessaan aalto hajoaa ja leviää, ja jos osa aallosta heijastuu, syntyy heijastuskohdasta uusia aaltoja. Jos kaikki syntyneet aallot pääsevät vastaanottimelle saakka, saattaa signaali heikentyä ja sen laatu huonontua. (Coleman & Westcott 2009, 42.)

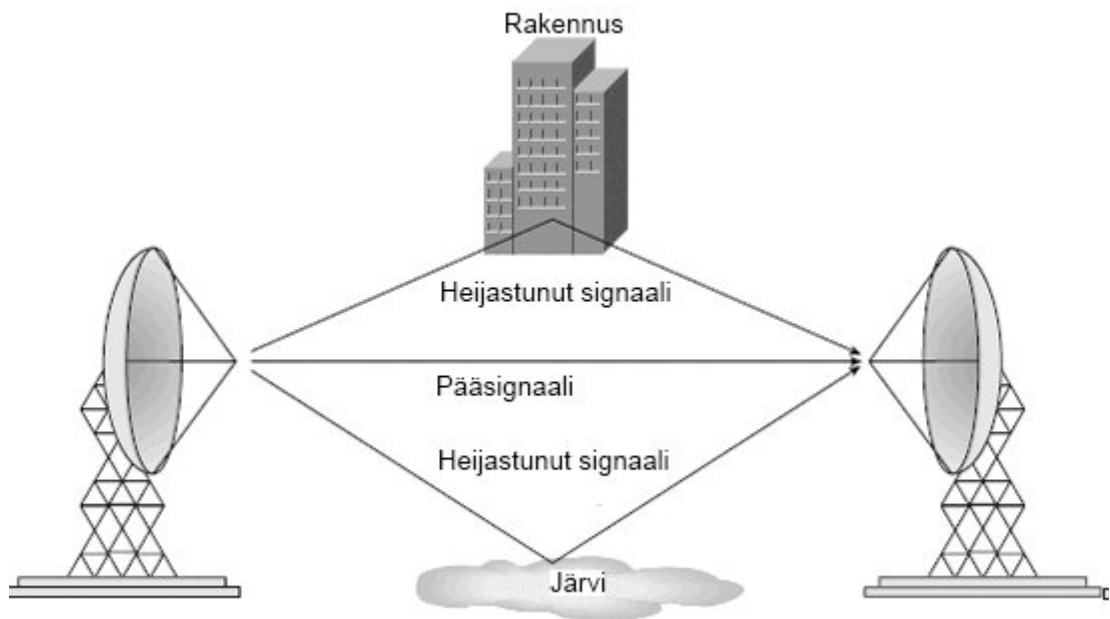
Sirontaa tapahtuu, kun radioaallot osuvat aallonpituuttaan pienempään epätasaiseen pintaan tai ilmassa olevaan sumuun. Epätasaiseen pintaan, kuten puun lehtiin tai kivikkoon osuessaan signaali hajoaa ja syntyy uusia aaltoja, jotka heijastuvat eri suuntiin. Tämä aiheuttaa merkittävää signaalin heikkenemistä ja voi joskus johtaa koko signaalin katoamiseen. (Coleman & Westcott 2009, 43.)

Radioaallot voivat myös taittua kulkiessaan aineen läpi. Colemanin ja Westcottin (2009, 44) mukaan kolme yleisintä tilannetta, joissa taittumista tapahtuu, ovat vesihöyry, lämpötilan vaihtelu ja ilmanpaineen muutos. Ulkona signaali taittuu useimmiten kohti maanpintaa, mutta ilmakehän muutokset voivat aiheuttaa signaalin taittumista myös maasta pois päin (Coleman & Westcott 2009, 44).

Taittumisen lisäksi signaalit voivat myös taipua. Diffraktio tarkoittaa (radio)aallon taipumista ja leviämistä, kun se törmää esteeseen. Diffraction tapahtumiseen vaikuttavat monet tekijät, mutta yleensä este voi olla mäennyppylä tai rakennus, joka on lähettimen ja vastaanottimen välissä. (Coleman & Westcott 2009, 44.)

Kun radioaallon eli signaalin teho pienenee, kutsutaan ilmiötä vaimenemiseksi. Vaimeneminen tarkoittaa samaa kuin signaalin amplitudin eli aallon korkeuden pieneminen. Signaalin vaimeneminen voi tapahtua kaapelissa tai ilmassa ja se on suurempaa korkeammilla taajuuksilla kuin matalilla. Ilmassa kulkiessaan signaali voi vaimentua esimerkiksi aiemmin mainituista imeytymisestä tai sironnasta johtuen. Signaali vaimenee aina, vaikkei edellä kuvattuja etenemiseen vaikuttavia tekijöitä olisikaan matkalla. Ilmiötä kutsutaan vapaan tilan vaimenemiseksi. Kyseinen ilmiö johtuu aaltojen leviämisestä sitä laajemmalle alueelle mitä kauemmaksi antennista ne etenevät. (Coleman & Westcott 2009, 46–47.) Vaimenemista voidaan estää vahvistamalla signaalia vahvistimilla. Signaalin voimakkuutta ja sen muutosta mitataan desibelein (dB).

Monitie-eteneminen on ilmiö, joka syntyy, kun signaali ja sen heijasteet saapuvat vastaanottavalle antennille yhtä aikaa tai lähes samanaikaisesti. Monitie-etenemistä on kuvattu kuviossa 2.



Kuvio 2. Signaalin monitie-eteneminen (mukaillen Coleman & Westcott 2009, 50)

Edellä esitellyistä etenemiseen vaikuttavista tekijöistä heijastuminen, sironna, taittuminen ja diffraktio voivat kaikki saada aikaan monitie-etenemistä. Monitie-eteneminen aiheuttaa monenlaisia ongelmia ja virheitä tiedonsiirrossa. Tällaisia ovat signaalin vaimeneminen, voimistuminen tai peruuntuminen sekä tiedon korruptoituminen. (Coleman & Westcott 2009, 49–50.)

Vastaanottimen kyky tunnistaa saapuva signaali riippuu muista lähistöllä olevista radioaalloista, joita kutsutaan häiriöaalloiksi tai kohinaksi. Kohina häiritsee viestintää mm. viivästyttämällä pakettien lähettämistä ja heikentämällä läpisyöttöä. Suorituskyvyn heikkeneminen tekee Internet-sivujen selaamisesta ja tiedostojen lataamisesta hidasta ja kankeaa. Pahimmassa, tosin melko harvinaisessa tapauksessa lähetin voi jäädä odottamaan häiritsevän radioaallon poistumista, jolloin viivästyminen voi kestää minuutteja, tunteja tai jopa päiviä. Viestintää voidaan kuitenkin parantaa siirtämällä lähetintä ja vastaanotinta lähemmäksi toisiaan, voimistamalla signaalia tai vähentämällä kohinaa, jolloin signaalien törmäminen toisiinsa on epätodennäköisempää. (Geier 2010, 51–52, 97.)

2.1.2 Laitteiden käyttämät taajuudet

Erilaiset langattomat laitteet toimivat eri radiotaajuuksilla, jotta signaalien törmäyksiä olisi mahdollisimman vähän. Käytössä olevat taajuudet saattavat eri puolilla maailmaa olla erilaiset, minkä takia kotona toimiva laite ei välttämättä toimikaan ulkomaille matkustettaessa. Esimerkiksi matkapuhelinverkkojen GSM-tekniikka (Global System for Mobile Communications) käyttää Euroopassa 900 MHz ja 1800 MHz taajuusalueita kun taas Yhdysvalloissa käytössä ovat 850 MHz ja 1900 MHz alueet. 850 MHz taajuusaluetta käytetään GSM:lle ja 3G:lle (Third Generation) myös Australiassa, Kanadassa ja useissa Etelä-Amerikan maissa. (GSM World.) Nykyisin monet uudet puhelimet ovat nelitaajuuspuhelimia, jotka toimivat Euroopassa, Amerikassa, Aasiassa ja Afrikassa.

3G/WCDMA/UMTS (Third Generation / Wideband Code Division Multiple Access / Universal Mobile Telecommunications System) -tekniikka käyttää Euroopassa ja Japanissa 2100 MHz taajuusaluetta, Yhdysvalloissa käytössä ovat 850 MHz ja 1900 MHz alueet. Muutamissa Euroopan maissa, Suomi mukaan luettuna, UMTS-verkoille on käytössä myös 900 MHz taajuusalue. (Zheng ym. 2009, 4–5.) Erilaisia matkapuhelintekniikoita käsitellään luvussa 2.2.

2.1.3 Tiedonsiirto

Edellisessä luvussa selvitettiin radiotaajuuksien käyttöä erilaisissa toiminnoissa. Sen lisäksi on hyvä tietää, miten tieto kulkee langattomasti paikasta A paikkaan B. Perusperiaate kaikessa langattomassa viestinnässä on hyvin samanlainen: ensiksi lähetettävä tieto luodaan, sitten se koodataan radioaaltoon ja lähetetään. Aaltomuotoinen signaali kulkee ilmassa ja saavuttaa vastaanottavan laitteen antennin, joka lähettää sen vastaanottimeen. Lopuksi signaali muutetaan vastaanottavan laitteen tunnistamaan muotoon.

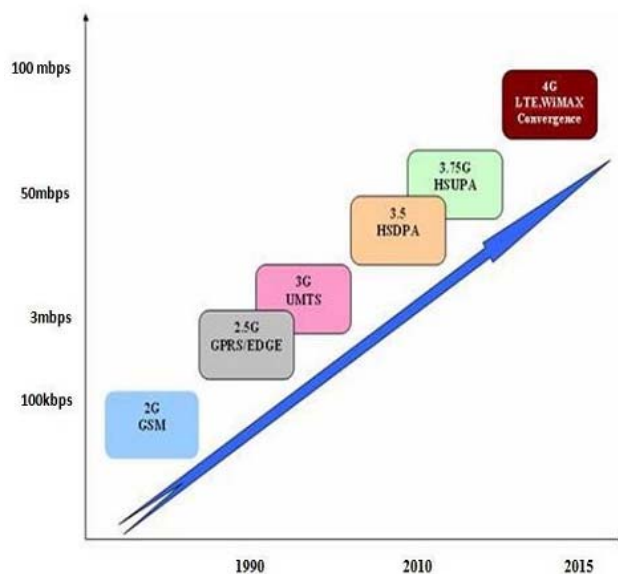
Vaikka perusperiaate onkin hyvin yksinkertainen, aivan näin helppoa langaton viestintä ei kuitenkaan ole. On olemassa lukuisia vaihtoehtoja niin lähetävissä ja vastaanottavissa laitteissa kuin verkoissakin, joissa aallot kulkevat. Langattomasti voidaan lähettää muun muassa tietokonedataa, äänipuheluita, tv- ja radiolähetyksiä sekä paljon muuta.

Ensimmäinen vaihe langattomassa tiedonsiirrossa on siis lähetettävän tiedon luominen, joka tapahtuu lähettävässä laitteessa, esimerkiksi matkapuhelimessa. Modulointivaiheessa modulaattori pakkaa analogisen tai digitaalisen tiedon signaaliin, jota kutsutaan kantoaallokseksi. Matkapuhelimessa modulaattori on sisäänrakennettu mutta laitteesta riippuen se voi olla myös erillinen. (Gralla 2006, 22–25.)

Moduloinnin jälkeen lähetin lähettää kantoaallon ilmaan. Lähettimen koko riippuu lähetettävän tiedon laadusta, kuljettavana olevasta matkasta ja signaalin voimakkuudesta. Matkapuhelimessa lähetin on pienikokoinen kun taas televisiolähetykset vaativat korkean tv-maston päässä olevan ison lähettimen. Lähetettävästä tiedosta riippuu myös se, meneekö signaali suoraan vastaanottavalle laitteelle, kuten televisiolle, vai reititetäänkö se verkon yli eteenpäin. Matkapuhelut ja langattomien tietokoneiden Internet-yhteydet reititetään verkon yli ja lähetetään vastaanottajalle lähettimellä. Antenni vastaanottaa saapuvan signaalin ja lähettää sen vastaanottimeen. Koska antenni vastaanottaa kaikki radioaallot, vastaanottimen tehtäväksi jää valita oikeat aallot ja hylätä loput. Modulaattori erottaa tiedon kantoaallostasta ja muuntaa tiedon takaisin alkuperäiseen muotoonsa, minkä jälkeen vastaanottava laite voi näyttää tiedon. (Gralla 2006, 22–23.)

2.2 Matkapuhelintekniikat

Langaton tiedonsiirto on saanut alkunsa jo toisen maailmansodan aikaan, kun Yhdysvaltojen armeija lähetti taistelusuunnitelmia radioaaltojen avulla vihollisen linjan yli (Coleman & Westcott 2009, 2). Tämän jälkeen standardeja ja tekniikoita on kehitetty ja 1990-luvun lopussa ja 2000-luvun alussa matkapuhelinverkkojen langattoman viestinnän käyttäjämäärät kasvoivat räjähdysmäisesti. Ensimmäisen sukupolven (First Generation, 1G) analogiset puhelut (esim. NMT, Nordic Mobile Telephone) ovat kehittyneet digitaalisiksi toisen (Second Generation, 2G) ja kolmannen (Third Generation, 3G) sukupolven nopeiksi tiedonsiirtotekniikoiksi. Vaikka 2.5G ei olekaan virallisesti standardi vaan markkinointimielessä kehitetty termi, silti nimitystä käytetään kehittyneille tekniikoille, jotka ovat 2G:n ja 3G:n välissä (Khan ym. 2009, 334). 2.5G:n ominaisuudet ovat samoja kuin 2G:n ja 3G:n. Seuraava vaihe 3G:n jälkeen tulee olemaan 4G (Fourth Generation). Tekniikoiden kehittymistä ajan ja nopeuden suhteen on kuvattu kuviossa 3.



Kuvio 3. Matkapuhelintekniikoiden kehittyminen (Khan, Qadeer, Ansari & Waheed 2009, 335)

TeliaSonera on tarjonnut kuluttajille 4G-verkkoja hyödyntäviä mobiililaajakaistoja vuoden 2009 loppupuolelta asti. Joulukuun 2010 loppuun mennessä TeliaSoneran 4G-verkkoja päästään hyödyntämään 28 kaupungissa Ruotsissa ja neljässä kaupungissa Norjassa. Niiden lisäksi 4G-verkkoja on muutamissa kaupungeissa Suomessa, Tanskassa ja Virossa. (TeliaSonera 4G). Tämän tiedon perusteella kuviossa 3 esitettyä ajallista kehittymistä voitaisiin 4G:n osalta pitää hieman virheellisenä.

2.2.1 2G

Matkapuhelimen käyttäjälle tunnetuin 2G-tekniikka lienee GSM (Global System for Mobile Communications). GSM-tekniikka kehitettiin Euroopassa 1990-luvulla ja se on käytössä eri taajuuksilla lähes koko maailmassa Japania lukuun ottamatta (Japan-guide.com). Japanissa käytettävä 2G-tekniikka on PDC (Personal Digital Cellular) (Korhonen 2003, 4). GSM-tekniikan pääasiallinen tarkoitus on ollut tarjota korkealaatuiset puhelut käyttäjilleen mutta sitä on käytetty myös hitaaseen tiedonsiirtoon (Khan ym. 2009, 334). Nopeudet GSM-verkoissa ovat enintään 14,4 kb/s (Khan ym. 2009, 335).

Tyypillisesti GSM toimii 900 MHz taajuusalueella, mutta käytössä on myös GSM:n johdannaisia, joista käytetyimmät ovat DCS-1800 (Digital Cellular System 1800 eli GSM-1800) ja PCS-1900 (Personal Communication System 1900 eli GSM-1900). PCS-1900 on käytössä vain Pohjois-Amerikassa ja Chiessä ja DCS-1800 toimii muualla maailmassa. (Korhonen 2003, 3.) GSM:n käyttämät taajuusalueet ovat siis 900 MHz, 1800 MHz ja 1900 MHz. Pohjoismaissa on käytössä myös 400 MHz taajuusalue (Zheng ym. 2009, 16).

GSM-verkko muodostuu useista radiosignaaleja vastaanottavista tukiasemista. Yhden tukiaseman vaikutusalue ulottuu tietylle alueelle, jota kutsutaan soluksi. Alueella oleva käyttäjä on yhteydessä tukiasemaan matkapuhelimella tai muulla päätelaitteella. Tukiasemalta data siirtyy normaaliin puhelinverkkoon eli runkoverkkoon modeemin avulla. (Zheng ym. 2009, 17.) GSM on piirikytkentäinen tiedonsiirtomenetelmä, mikä tarkoittaa, että lähettäjän ja vastaanottajan välillä on yhteys koko puhelun ajan.

GSM:n ensimmäinen laajennus on GPRS (General Packet Radio Service), joka on pakettikytkentäinen tiedonsiirtomenetelmä, jossa data siirtyy lähettäjän ja vastaanottajan välillä paketteina. Pakettikytkentäinen tiedonsiirtomenetelmä varaa verkon kapasiteettia vain tiedonsiirron vaatiman ajan, joten esimerkiksi tekstimuotoinen data, kuten sähköpostin lukeminen, ei kuormita verkkoa. (Zheng ym. 2009, 101.) GPRS luokitellaan usein kuuluvaksi 2.5G:hen, samoin kuin EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution), joka on myös kehittynyt GSM-tekniikasta. Joskus GPRS:stä ja EDGEstä puhutaan toistensa synonyymeinä, mutta jos verrataan tekniikoiden tiedonsiirtonopeuksia, niissä on eroa. Korhosen (2003, 6–7) ja Zheng ym. (2009, 102)

mukaan GPRS:n teoreettinen maksiminopeus ihanteellisissa oloissa tukiaseman lähellä on 115 kb/s kun se EDGE-alueella on 384 kb/s. Suomessa Elisan verkossa GPRS-tekniikan nopeus on 56 kb/s ja EDGEn 236,8 kb/s (Elisa Oyj). GPRS:n ja EDGEn on jo suunnitteluvaiheessa ajateltu olevan vain välivaiheita 3G:hen siirryttäessä.

2.2.2 3G

3G on yleisnimitys kolmannen sukupolven matkapuhelinteknologioille, joihin kuuluvat mm. UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) ja IMT-2000 (International Mobile Telecommunication System 2000). 3G:n kiistattomin etu edeltäviin tekniikoihin on sen tarjoama tiedonsiirtonopeus. GSM-verkon teoreettinen maksiminopeus on 14,4 kb/s mutta 3G:ssä nopeudet vaihtelevat 144 kb/s ja 2 Mb/s välillä siten, että liikkuvalla laitteella nopeus on hitaampi ja paikoillaan olevalla laitteella nopeampi. 3G:n myötä on syntynyt myös termi mobiililaajakaista (mobile broadband). (Harwood, Gonçalves & Pemble 2010, 316.)

HSDPA (High-Speed Download Packet Access) ja HSUPA (High-Speed Upload Packet Access) ovat tekniikoita, jotka parantavat 3G:n suorituskykyä. Joissakin lähteissä (mm. kuvassa 3) HSDPA määritellään 3.5G:ksi ja HSUPA 3.75G:ksi. Yhdessä HSDPA ja HSUPA muodostavat HSPA:n (High Speed Packet Access). HSDPA:ta ja HSUPA:ta voidaan hyödyntää, jos matkapuhelin tukee ko. tekniikkaa. 3GPP:n (3rd Generation Partnership Project) mukaan HSPA:n tarjoama teoreettinen maksimilatausnopeus on 14 Mb/s ja lähetysnopeus 5,8 Mb/s. Kehittyneemmän HSPA+:n nopeudet ovat vastavasti 42 Mb/s ja 11 Mb/s (3GPP).

Kasvanut tiedonsiirtokapasiteetti on vaikuttanut myös kannettavien laitteiden ominaisuuksiin. Nykyisin niillä voidaan muun muassa kuunnella ja katsella musiikkia ja videoita suoratoistona, järjestää videokonferensseja, lähettää pikaviestejä ja soittaa Internet-puheluita. (Harwood ym. 2010, 316.)

2.2.3 4G

4G:stä puhuttaessa tarkoitetaan usein LTE-radiotekniikkaa (Long Term Evolution), joka vielä vuosi sitten ei ollut aivan 4G:tä. Vasta LTE-A:sta (LTE-advanced) oli tarkoitus tulla ITU:n vaatimukset täyttävä tekniikka, mutta joulukuussa 2010 ITU lievensi vaatimuksiaan ja nyt 4G:hen voidaan lukea kuuluvaksi myös LTE, WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) ja muut kehittyneet 3G-tekniikat (Raunio 2010; ITU 2010.) 4G:n kaksi merkittävintä etua Harwoodin ym. mukaan on sen IP-perustaisuus sekä merkittävästi paremmat teoreettiset tiedonsiirtonopeudet (2010, 317). 4G-verkossa tukiaseman ja laitteen välinen etäisyys voi olla jopa 50 kilometriä, jolloin nopeudet ovat samaa luokkaa kuin langallisessa laajakaistaverkossa (Harwood ym. 2010, 317). Etäisyyden pienentyessä myös nopeudet kasvavat ja voivat olla jopa 1 Gb/s

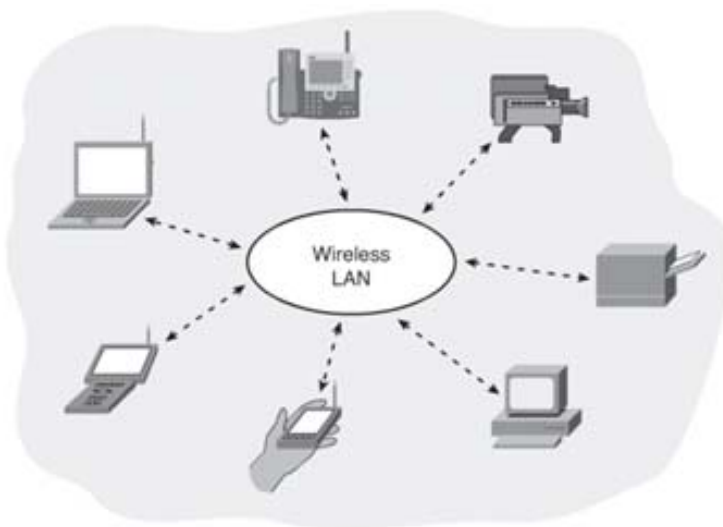
Harwood ym. ennustavat, että 4G tulee yhdistämään matkapuhelimen, kannettavan tietokoneen, digikameran, videokameran ja nopean Internet-yhteyden yhteen laitteeseen (2010, 317).

3 LANGATTOMAT VERKOT

3.1 Wi-Fi

1990-luvun puolivälissä IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) alkoi kehittää standardeja langattomien laitteiden toimintaan. Syntyi Wi-Fi Alliance®, joka alkoi testata ja sertifioida standardeja laitteiden yhteentoimivuutta ja turvallisuutta varten. Yhteentoimivuus tarkoittaa, että eri valmistajien laitteet toimivat keskenään eikä käyttäjän tarvitse käyttää vain yhden merkkisiä Wi-Fi-laitteita. (Wi-Fi Alliance.)

Wi-Fi on Wi-Fi Alliancen rekisteröimä tavaramerkki IEEE 802.11-standardeille (Wi-Fi Alliance). 802.11-standardeista on kerrottu enemmän luvussa 3.2. Käytännössä Wi-Fi tarkoittaa samaa kuin WLAN (Wireless Local Area Network), langaton lähiverkko. Joissakin lähteissä on väitetty, että Wi-Fi olisi lyhenne sanoista Wireless Fidelity, mutta Glenn Fleishmanin (2005) artikkelin mukaan Wi-Fi on vain kaksi yhteen liitettyä tavua, jotka eivät tarkoita mitään. Wi-Fi:stä puhuttaessa tarkoitetaan langatonta yhdistämistä ja viestintää erilaisten laitteiden avulla missä tahansa langattoman verkon alueella (kuvio 4).



Kuvio 4. Langaton verkko, WLAN, johon voidaan kytkeä erilaisia laitteita (Geier 2010, 20)

Langattomasti toisiinsa yhdistettäviä laitteita ovat esimerkiksi kannettavat tietokoneet, matkapuhelimet, kamerat, pelikonsolit ja muut medialaitteet.

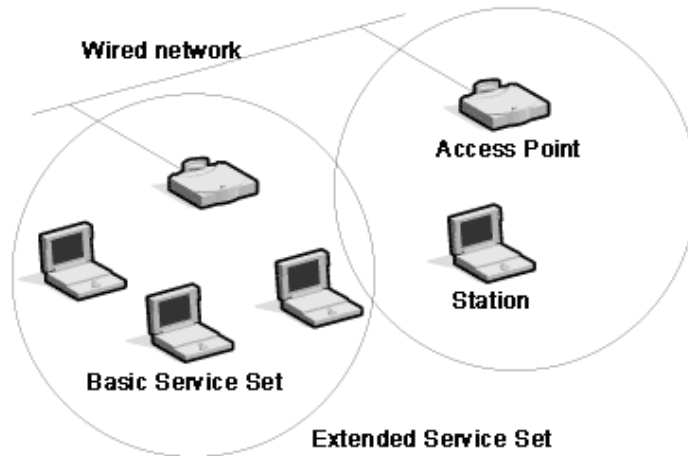
3.1.1 Wi-Fin toiminta

Wi-Fi-verkot käyttävät 802.11-radiotekniikoita luotettavan langattoman yhteyden luomiseen. Wi-Fi-verkon avulla elektronisia laitteita voidaan yhdistää toisiinsa, Internetiin ja langallista Ethernet-tekniikkaa käyttäviin verkkoihin. Wi-Fi-laitteet käyttävät radioaaltoja samoin kuin esimerkiksi tv, matkapuhelin ja mikroaaltouuni. Eri laitteet toimivat kuitenkin eri radiotaajuuksilla, jolloin ne häiritsevät toisiaan mahdollisimman vähän. Wi-Fi-laitteet käyttävät 2,4 GHz tai 5 GHz taajuuksia, joiden käyttö ei vaadi lisenssiä toisin kuin valtakunnalliset tv- ja radiokanavat. (Wi-Fi Alliance.) Suomessa digitaaliset televisioverkot toimivat taajuusalueella 470–790 MHz (FINLEX 2007).

Wi-Fi tarvitsee toimiakseen liityntäpisteen (access point, AP) eli tukiaseman tai reitittimen, joka mahdollistaa langattomien laitteiden yhdistymisen langalliseen verkkoon. Tukiasema toimii sekä lähettimenä että vastaanottimena radioaaltoille. Esimerkiksi kotona liityntäpiste voi yhdistyä ADSL-modeemiin, jonka kautta kaikki verkon koneet pääsevät Internetiin.

Jotta tietokone voi liittyä verkkoon, se tarvitsee Wi-Fi-sovittimen ollakseen yhteydessä liityntäpisteen kanssa. Yhteen liityntäpisteeseen voi liittyä useita laitteita eli asemia, ja ne kaikki yhdessä muodostavat BSS:n (Basic Service Set) (kuvio 5). Langattoman verkon alueella oleva asema skannaa lähettyvillä olevat liityntäpisteet lähettämällä probe request frame -paketin, johon se odottaa saavansa vastauksen liityntäpisteeltä. Jos tukiasemia löytyy enemmän kuin yksi, asema valitsee niistä yhden signaalin vahvuuden ja virhearvojen perusteella. Asemat kommunikoivat liityntäpisteen kanssa CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) -menetelmää käyttäen. CSMA/CA tarkastaa, onko muita asemia samalla hetkellä kommunikoimassa liityntäpisteen kanssa, ja jos on, se odottaa tietyn ajan ennen tiedon lähettämistä. Sattumanvaraisesti määräytyvä odotusaika takaa sen, etteivät uudelleenlähetykset jatkuvasti törmää toisiinsa. Ennen kuin asema lähettää tietoa tai pyyntöä, se lähettää ensin lyhyen tietopakettin (RTS, Request to Send), joka sisältää tietoa tulossa olevasta datasta tai pyynnöstä, kuten esimerkiksi sen lähettäjistä, määränpästä ja lähetykseen tarvittavasta ajasta. Jos liityntäpiste on vapaa, se vastaa lyhyellä paketilla (CTS, Clear to Send), jolloin asema tietää, että liityntäpiste on vapaa lähetystä varten. Tämän jälkeen asema lähettää paketin liityntäpisteelle, joka paketin vastaanotettuaan lähettää asemalle ilmoituksen (ACK,

acknowledgement), että data on vastaanotettu. Asema lähettää dataa uudelleen niin kauan, että se saa ACK:n vastaanotettua liittytapistteeltä. (Gralla 2006, 118–119.)



Kuvio 5. Vähintään kaksi BSS:ää muodostaa ESS:n (iXBT Labs)

Wi-Fi-verkossa voi olla useita liittytapistteitä ja useita työasemia. Asemat voivat vaihtaa liittytapistteestä toiseen. Kaikki verkon asemat ja liittytapistteet muodostavat ESS:n (Extended Service Set), mitä on havainnollistettu kuviossa 5. Wi-Fi-standardi mahdollistaa työasemien kommunikoinnin suoraan keskenään ilman liittytapistettä, Internetiä tai verkkoa. Tätä kutsutaan peer-to-peer tai ad hoc -verkoksi, joka mahdollistaa mm. tiedostojen jakamisen koneesta toiseen. (Gralla 2006, 118–119.)

3.1.2 Wi-Fin käyttökohteita

Wi-Fin käyttö onnistuu lähes missä päin maailmaa tahansa. Kotien Wi-Fi-verkot voivat yhdistää perheen tietokoneita ja älypuhelimia sekä media- ja näyttölaitteita, jotta ne voivat käyttää yhtä ja samaa tulostinta tai nopeaa Internet-yhteyttä ilman johtoja. Erilaisia Wi-Fi-tuotteita on helppo yhdistää toisiinsa.

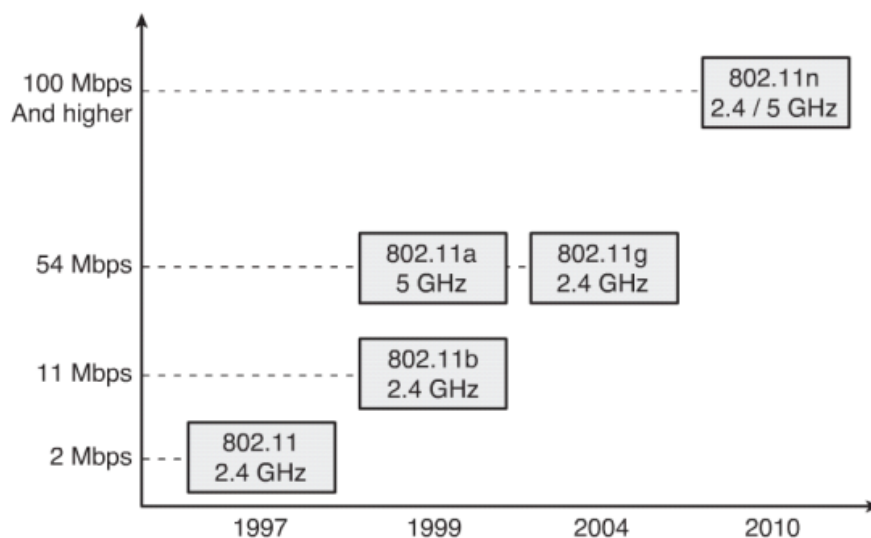
Suuret yritykset ja kampusalueet käyttävät yritystason tekniikkaa ja Wi-Fi CERTIFIED™ -tuotteita laajentaakseen Ethernet-verkkoja yleisille paikoille kuten neuvotteluhuoneisiin, laboratorioluokkahuoneisiin ja suuriin auditorioihin. Monet yritykset tarjoavat langattomia verkkoja myös etätyöntekijöiden käyttöön. Wi-Fi-verkoilla voidaan yhdistää myös isojen yritysten rakennuksia.

Wi-Fi-verkot sopivat hyvin myös pienille yrityksille. Niiden avulla tien päällä olevat myyntihenkilöt, työntekijät sekä talous- ja kirjanpito-osasto pystyvät olemaan yhteyksissä toisiinsa. Wi-Fi-verkot ovat joustavia, minkä takia ne pystyvät muuttumaan ja kasvamaan vaivattomasti ja edullisesti pienten yritysten dynaamisuuden mukaan.

3.2 IEEE 802.11-standardit

802.11 on IEEE:n kehittämä teknologia, jota Wi-Fi-laitteet käyttävät. Alun perin standardi on hyväksytty vuonna 1997 (Geier 2010, 20). Tämän jälkeen on vahvistettu uusia standardeja, jotka erotetaan toisistaan numerosarjan perässä olevalla kirjaimella. Standardit määrittelevät tiettyjä ominaisuuksia suorituskykyyn, taajuuteen ja kaistanleveyteen liittyen. Jokainen standardi parantaa edellisen suorituskyky- ja turvallisuusominaisuuksia. (Wi-Fi Alliance.)

Wi-Fi Alliance on sertifioinut yli 6000 tuotetta, jotka toimivat toistensa kanssa. Wi-Fi CERTIFIED -merkinnällä varustetut laitteet on testattu ja ne toimivat yhdessä vanhempa Wi-Fi-teknologiaa käyttävien laitteiden kanssa, kunhan niiden käyttämä taajuus on sama. Esimerkiksi merkintä Wi-Fi CERTIFIED 802.11g tarkoittaa, että laite on sertifioitu standardin 802.11g mukaisesti ja toimii 802.11b- tai 802.11n-laitteiden kanssa. (Wi-Fi Alliance.) Kaikki kolme käyttävät 2,4 gigahertsin taajuutta ja yhdessä toimiesaan ne toimivat hitaimman standardin mukaan (Gralla 2006, 117). 802.11-standardin kehittyminen on esitetty kuviossa 6.



Kuvio 6. IEEE 802.11-standardin kehittyminen (Geier 2010, 23)

3.2.1 802.11a

Vuonna 1999 vahvistettu standardi 802.11a parantaa edellisen 802.11-standardin nopeutta tarjoamalla 54 Mb/s nopeuden 5 GHz taajuudella. Tätä standardia tukevat laitteet yleistyivät markkinoilla kuitenkin vasta vuosia myöhemmin, kun saatiin kehitettyä komponentteja, jotka tukivat myös vanhempaa 2,4 GHz langatonta verkkoa. Yhä edelleen 802.11a-standardin mukaisten laitteiden käyttö on melko rajoittunutta ja niitä käytetäänkin lähinnä silloin, kun tarvitaan hyvää suorituskykyä. 5 GHz taajuuspektrillä on käytössä useampia kanavia, jotka eivät mene päällekkäin toisten radiotaajuuksien kanssa, eikä häiriötä ole yhtä paljon kuin 2,4 GHz taajuudella, jota käyttävät esimerkiksi mikroaaltouunit, Bluetooth-laitteet ja useimmat langattomat puhelimet. (Geier 2010, 21.)

3.2.2 802.11b

Vuonna 1999 vahvistettiin myös standardi 802.11b, joka paransi nopeuksia niin, että ne olivat 5,5 Mb/s ja 11 Mb/s 2,4 GHz taajuudella. Standardin 802.11 mukaiset laitteet pystyttiin helposti päivittämään uuden standardin mukaisiksi ja 802.11b olikin vuosikaudet suosituin WLAN-standardi. (Geier 2010, 21–22.)

802.11b-standardin käyttöä rajoittaa 2,4 GHz taajuudella olevan häiriön määrä. Esimerkiksi mikroaaltouunit lähettämät radioaallot voivat estää 802.11b:tä toimimasta. Toinen standardin heikkous on, että se tukee vain enintään kolmea kanavaa, jotka eivät mene päällekkäin keskenään. Esimerkiksi Yhdysvalloissa on käytössä kanavat 1, 6 ja 11. Kaksi laitetta on asetettava käyttämään eri kanavia, jotta ne eivät häiritsisi toistensa toimintaa. (Geier 2010, 22.)

3.2.3 802.11g

802.11g vahvistettiin viisi vuotta edellisen standardin jälkeen vuonna 2004. Standardi tukee 54 Mb/s datasiirtonopeuksia 2,4 GHz taajuudella. Taajuusalueesta johtuen standardi on taaksepäin yhteensopiva standardin 802.11b kanssa. 802.11g on suorituskyvyllään parempi kuin 802.11b, mutta sillä on samat 2,4 GHz taajuudesta johtuvat

heikkoudet ja vain kolme kanavaa (1, 6, ja 11), jotka eivät aiheuta häiriötä toisilleen. (Geier 2010, 22.)

3.2.4 802.11n

Uusin WLAN-standardi on 802.11n vuodelta 2009. Sen etuina aikaisempiin standardeihin verrattuna on muun muassa parempi suorituskyky ja saatavuus. Geierin (2010, 23) mukaan 802.11n-standardin käyttö on verrattavissa langallisiin Ethernet-verkkoihin. Lisäksi 802.11n-standardi vähentää häiriötä, mikä parantaa verkon toimintavarmuutta. N-standardin mukaiset laitteet toimivat sekä 2,4 GHz että 5 GHz taajuusalueilla, minkä takia laitteet ovat taaksepäin yhteentoimivia aikaisempien standardien laitteiden kanssa. Parhaan suorituskyvyn takaamiseksi suositellaan kuitenkin vain n-standardia käytettäväksi 5 GHz taajuudella. Nopeudet 802.11n-standardin mukaisessa verkossa voivat olla yli 100 Mb/s ja datan läpisyöttö on paljon nopeampaa kuin edeltävien standardien mukaisissa verkoissa. (Geier 2010, 23.) Taulukossa 1 on yhteenveto 802.11-standardeista.

Taulukko 1. 802.11-standardit (mukaihen Geier 2010, 24; Wi-Fi Alliance)

Standardi	Radio-taajuus	Maksimi-nopeus	Yhteensopivuus	Radiotaajuus-häiriöiden vaikutus	Vahvistettu
802.11a	5 GHz	54 Mb/s	n	Vähäinen	1999
802.11b	2,4 GHz	11 Mb/s	g/n	Kohtalainen	1999
802.11g	2,4 GHz	54 Mb/s	b/n	Kohtalainen	2004
802.11n	2,4 GHz ja 5 GHz	450 Mb/s	a/b/g	Vähäinen	2009

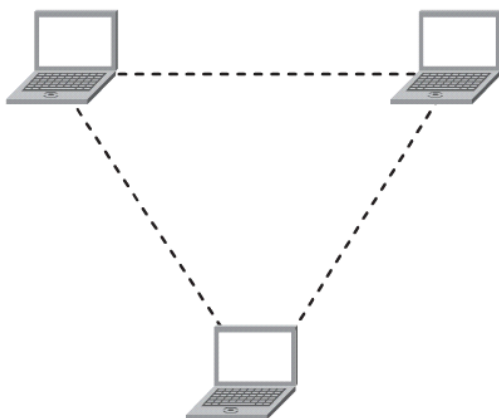
3.3 Langattoman verkon tyypit

Langattomat verkot voidaan jakaa ryhmiin niiden rakenteen mukaan. Tässä on käytetty jaottelua ad hoc-, infrastruktuuri-, MANET- ja mesh-verkkoihin.

3.3.1 Ad-hoc-verkko

Ad hoc -verkko (ad hoc WLAN) eli tietokoneiden välinen verkko muodostetaan dynaamisesti yksittäisten koneiden välille ilman erillistä tukiasemaa (kuvio 7). Ad hoc -verkoissa koneet toimivat reitittiminä. (Basagni ym. 2004, 4.) Tietokoneiden

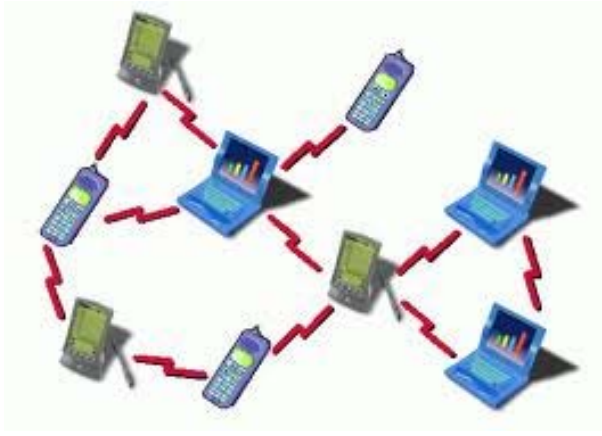
välinen verkko on suhteellisen pienikokoinen ja luonteeltaan väliaikainen eli se luodaan aina jotakin erityistä tarvetta varten. Sen avulla voidaan nopeasti jakaa esimerkiksi tiedostoja ja tulostimia useiden tietokoneiden kesken. Myös Internet-yhteyden jakaminen ja usean pelaajan tietokonepelien pelaaminen onnistuvat ad hoc -verkon avulla. Ad hoc -verkko voidaan luoda tietokoneiden välille mutta yhtä hyvin myös pelikonsolien välille.



Kuvio 7. Ad hoc -verkko yksittäisten tietokoneiden välillä (Geier 2010, 56)

Ad hoc -verkkoon voidaan liittää toisiaan lähellä olevia laitteita, joissa on langaton verkkosovitin. Sovitin täytyy asettaa niin sanotusti ad hoc -moodiin yleisemmin käytetyn infrastruktuurimoodin sijaan. Tämän lisäksi kaikkien langattomien sovitinien on käytettävä samaa verkon tunnistetta eli SSID:tä (Service Set Identifier) ja kanavanumeroa. Jos ad hoc -verkkoon liitetään liian monia laitteita, verkon suorituskyky heikkenee ja hallittavuus hankaloituu. Haitaksi voitaneen lukea myös verkon nopeus, joka ad hoc -verkossa voi olla enintään vain 11 Mb/s muiden langattomien verkkojen nopeuden ollessa 54 Mb/s tai jopa enemmän. Ad hoc -verkon yhteydessä on hyvä miettiä, kuinka arkaluontoista ja salaista tietoa verkossa siirretään, koska ad hoc -verkosta ei saada yhtä turvallista kuin langallisesta verkosta. (About.com.) Jos hakkeri pääsee tunkeutumaan ad hoc -verkkoon, hakkerin koneesta tulee osa verkkoa, jolloin hänellä on mahdollisesti pääsy myös kaikkiin hyökkäyksen kohteena olevalla koneella oleviin paikallisiin tiedostoihin. Jos kohdekone on langallisesti yhteydessä yrityksen verkkoon, pääsee hakkeri myös sinne. Yrityksen voi olla parempi kieltää ad hoc -verkkojen käyttö kokonaan tietoturvariskin takia. (Geier 2010, 271–272.)

MANET (Mobile Ad Hoc Network) eli mobiili ad hoc -verkko on tietokoneiden välinen verkko (kuvio 8), jossa laitteet ovat yhteydessä toisiinsa radioaaltojen kautta. Verkossa ei ole tukiasemia vaan jokainen siihen kuuluva laite toimii myös reitittimenä.

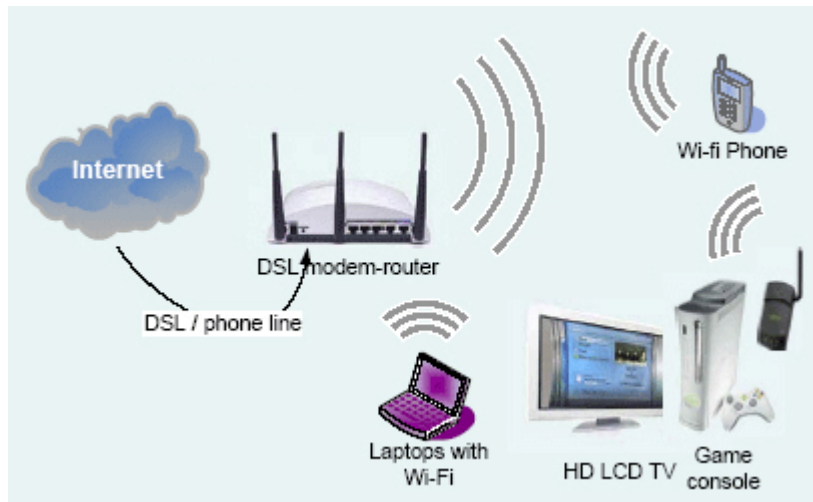


Kuvio 8. MANET-verkko puhelimien ja tietokoneiden välillä (Daily Downloads)

MANET-verkolle on tyypillistä, että verkkotopologia muuttuu usein, ennalta arvaamatta ja nopeasti. Siihen voi liittyä ja siitä voi lähteä laitteita jatkuvasti. (Saching.com.) Liikkuvan luonteensa takia MANET sopii käytettäväksi esimerkiksi matkapuhelinverkkojen ja langattomien hotspotien yhteydessä.

3.3.2 Infrastruktuuriverkko

Infrastruktuuriverkko on yleisimmin käytetty langaton verkko. Sitä käytetään useissa yrityksissä, julkisissa hotspoteissa sekä kotitalouksissa. Infrastruktuuriverkko muodostetaan yhdistämällä tietokoneita ja yhdyskäytäviä kaapeleilla toisiinsa (Basagni ym. 2004, 4). Langaton infrastruktuuriverkko tarjoaa mahdollisuuden laajentaa langallista verkkoa (Geier 2010, 57). Infrastruktuurimoodissa langaton verkko yhdistetään Ethernet-verkkoon. Ad hoc -verkosta poiketen infrastruktuuriverkko tarvitsee liityntäpisteen, johon langattomat laitteet ottavat yhteyden (kuvio 9). Langattomassa infrastruktuuriverkossa tiedonsiirto tapahtuu liityntäpisteen kautta, joita voi olla yksi tai useampi, mikä hidastaa tiedon läpisyöttöä (Geier 2010, 58). Nykyisin jokaisessa liityntäpisteenä toimivassa laitteessa on mahdollisuus valita infrastruktuurimoodi langattoman verkon muodostamiseksi (About.com).

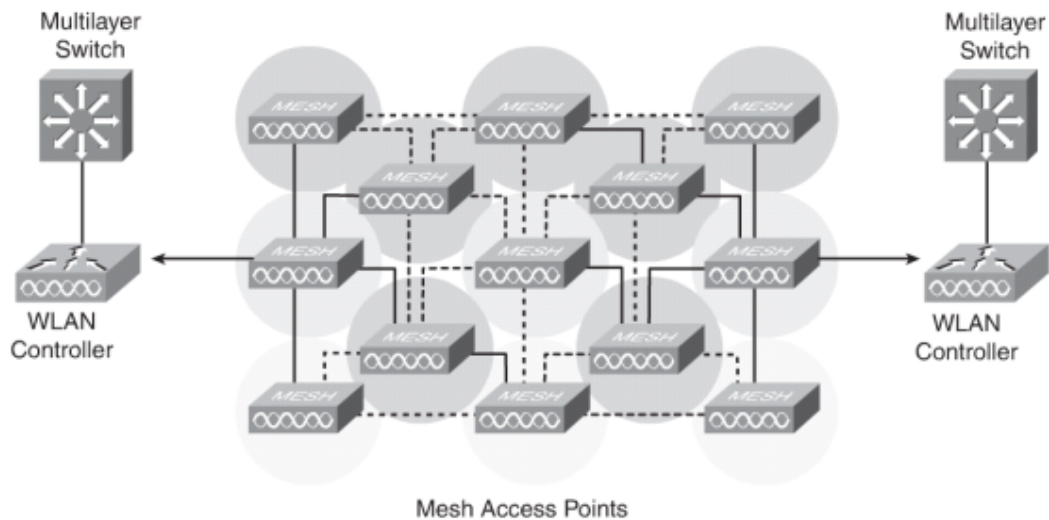


Kuvio 9. Langaton infrastruktuuriverkko (Wireless Router & Networking 2009)

Jotta tietokoneet voisivat liittyä langattomaan infrastruktuuriverkkoon, niille pitää määrittellä sama SSID kuin liityntäpisteellekin. Ad hoc -verkkoon verrattuna infrastruktuuriverkko tarjoaa paremman skaalautuvuuden, tietoturvan hallinnan ja kantaman. Infrastruktuuriverkon ainut heikkous on lisäkustannus, joka tulee liityntäpistelaitteen hankinnasta. (About.com.)

3.3.3 Mesh-verkko

Langattomat mesh- eli silmuverkot hyödyntävät liityntäpisteiden kaltaisia mesh-solmuja. Solmut yhdistyvät toisiinsa langattomasti eivätkä esimerkiksi Ethernet-kaapelilla kuten useimmissa langattomissa infrastruktuuriverkoissa (kuvio 10). Mesh-verkko pystytään asentamaan lähes minne tahansa, ja sitä käytetäänkin paikoissa, jonne ei ole mahdollista asentaa liityntäpisteitä käyttävää langatonta verkkoa. (Geier 2010, 59.)



Kuvio 10. Langaton mesh-verkko (Geier 2010, 61)

Käyttäjien liittyminen mesh-verkkoon tapahtuu samoin kuin infrastruktuuri-verkkoonkin. Mesh-solmut reitittävät liikenteen käyttäjän ja langallisen verkon välillä valmistajakohtaista protokollaa käyttäen. Mesh-verkossa on useita vaihtoehtoisia reittejä, joita pitkin paketit voidaan kuljettaa ja jokainen solmu pyrkii lähettämään paketin eteenpäin nopeinta reittiä pitkin. Useista reittivaihtoehdoista johtuen paketit pystytään välittämään perille, vaikka joku solmu tai polku olisikin pois käytöstä. (Geier 2010, 61.)

3.4 Langattomien verkkojen nopeudet

Langattomien verkkojen teoreettiset maksiminopeudet vaihtelevat käytettävästä 802.11-standardista riippuen. Näihin taulukossa 1 mainittuihin nimellisnopeuksiin ei kuitenkaan juuri koskaan päästä ja langattomien verkkojen todelliset tiedonsiirtonopeudet ovatkin usein vain noin kolmasosa teoreettisista nopeuksista. Langallisissa verkoissa tiedonsiirtonopeudet ovat noin kaksi kolmasosaa nimellisnopeudesta. (MVnet 2005.) Esimerkiksi jos langattoman verkon nimellisnopeus on 100 Mb/s, niin todellinen tiedonsiirtonopeus tietokoneiden välillä on noin 33 megabittiä sekunnissa.

Tiedonsiirtonopeuteen vaikuttavat muun muassa tietokoneen ominaisuudet, käyttäjän sijainti sekä verkon sen hetkinen kuormitus. Myös langattoman verkkosovittimen tai tukiaseman valmistajalla on merkitystä nopeuteen. Lisäksi osa tiedonsiirtokapasiteetista käytetään datapakettien ohjailuun ja virheenkorjaukseen. Tiedonsiirtonopeus on huonompi, kun siirretään tietoa kahden langattomasti tukiasemassa kiinni olevan

tietokoneen välillä, kuin jos tietoa siirrettäisiin kahden koneen välillä, joista vain toinen olisi langattomasti yhteydessä tukiasemaan ja toinen kiinni verkkokaapelilla. (MVnet 2005.) Langattoman verkon nopeuteen vaikuttavat monet asiat, joten etukäteen on vaikea sanoa, mikä on laitteen todellinen tiedonsiirtonopeus.

Joskus käynnissä olevan langattoman yhteyden nopeus vaihtelee. Vaihtelua kutsutaan dynaamiseksi nopeuden skaalautumiseksi. Tietokoneen liittyessä langattomaan verkkoon, verkon nopeus on jotakin ja se muuttuu langattoman signaalin vahvuuden mukaan. Nopeuden skaalautuvuus laajentaa aluetta, jolla langattoman verkon laitteet voivat vielä olla yhteydessä toisiinsa. Lähellä liityntäpistelaitetta tietokoneen näytöllä näkyvä nopeus voi olla esimerkiksi 11 Mb/s (käytössä 802.11b-standardi), mutta liikuttaessa kauemmaksi liityntäpisteestä, nopeus saattaa pudota puoleen tai sen alle. Jos yhteyden nopeus olisi 11 Mb/s myös kauemmaksi liikuttaessa, jossain vaiheessa yhteys katkeaisi kokonaan. (About.com.)

Langattomat laitteet skaalaavat nopeutensa ennalta määritettyjen nopeuksien mukaan. 802.11b-standardin laitteissa nopeusvaihtoehdot ovat 11 Mb/s, 5,5 Mb/s, 2 Mb/s ja 1 Mb/s. Standardin 802.11g laitteet valitsevat nopeudeksi 54 Mb/s, 48 Mb/s, 36 Mb/s, 24 Mb/s, 18 Mb/s, 12 Mb/s, 9 Mb/s tai 6 Mb/s. Siihen, mikä dynaaminen nopeus valitaan, vaikuttavat laitteen etäisyys muista langattomista laitteista, radiotaajuudella olevan häiriön määrä, fyysiset esteet ja laitteen radiolähettimen/-vastaanottimen teho. (About.com.)

Oman verkkoyhteyden nopeuden voi testata esimerkiksi Internetistä löytyvillä nopeusmittareilla. Yksi tällaisen palvelun tarjoaja on Speedtest.net. Net Index -sivustolta löytyy tilastotietoa eri maissa ja kaupungeissa saavutetuista Internetyhteydennopeuksista. Tulokset perustuvat Speedtest.net-sivustolla tehtyihin yhteydennopeuksien testauksiin (Net Index).

4 HOTSPOT

Langattomia verkkoja on nykyisin lähes kaikkialla. Yhteyspisteitä, joihin voi yhdistää langattoman laitteen missä tahansa sanotaan hotspoteiksi. Yleisimmin näitä hotspotteja on julkisissa paikoissa kuten ravintoloissa, hotelleissa, ostoskeskuksissa ja lentokentillä. Nykyisin myös USB-modeemit (mm. makkula ja nettitikku) ja erilaiset matkapuhelimiin asennettavat sovellukset mahdollistavat hotspottien käytön lähes missä tahansa matkapuhelinverkon kuuluvuusalueella.

Hotspotit ovat kaikille avoimia Wi-Fi-verkkoja, joihin kuka tahansa voi yhdistyä Internet-yhteyttä varten (Gralla 2006, 135). Hotspot voi toimia esimerkiksi vain kahvilan alueella sen asiakkaille tai yhtä hyvin se voi kattaa kokonaisen kaupungin keskusta-alueen, jolloin sitä kutsutaan Metropolitan Hotspotiksi, jossa on useita hotspotteja yhdessä (Gralla 2006, 135).

Wi-Fi hotspotin ansiosta kannettavilla tietokoneilla ja muilla langattomilla laitteilla on mahdollista päästä Internetiin. Jokainen hotspot tarvitsee oman (langallisen) yhteyden Internetiin, jotta myös hotspottiin yhdistetyillä langattomilla laitteilla on Internet-yhteydenmahdollisuus. Yhteydet hotspotista Internetiin ovat tyypillisesti HS-yhteyksiä (High Speed), koska hotspotin nopeus jaetaan kaikkien käyttäjien kesken. (Gralla 2006, 136–137.) Mitä enemmän hotspotilla on käyttäjiä, sitä hitaamman Internet-yhteyden se tarjoaa.

Jotkut hotspotit ovat ilmaisia ja toisten käytöstä joutuu maksamaan. Ennen kuin maksullista hotspottia voi käyttää, käyttäjän täytyy maksaa joko kertamaksu tai kuukausimaksu verkkopalvelun tarjoajalle. Kun käyttäjä haluaa Internet-yhteyden, hän voi käyttää hotspotin tarjoajan sovellusta tai käynnistää selaimen, joka muodostaa yhteyden. Jos käyttäjä yhdistää maksulliseen hotspottiin, täytyy hänen myös kirjautua sisään ja syöttää käyttäjätunnuksensa tunnistautumista varten. Jos käyttäjä on rekisteröitynyt suuren palveluntarjoajan verkon käyttäjäksi (esim. T-Mobile Yhdysvalloissa), hän voi käyttää mitä tahansa kyseisen palveluntarjoajan hotspoteista. Sen sijaan tällainen käyttäjä ei voi käyttää ilmaiseksi hotspotteja, jotka eivät ole hänen palveluntarjoajansa tarjoamia, vaan hänen täytyy maksaa niiden käyttämisestä. (Gralla 2006, 136–137.)

Kun hotspotit kattavat koko kaupungin, puhutaan hotzonesta. Siitä, miten hotzone toimii, ei ole toistaiseksi olemassa erillistä standardia, mutta useimmat ovat mesh- eli silmuverkkoja, joissa Wi-Fi-reitittimet muodostavat yhden laajan verkon. Mesh-verkoille ollaan parhaillaan kehittämässä standardia 802.11s (Hiertz ym. 2010).

Koska hotspotit ovat langattomia Internet-tukiasemia, tarvitaan laite, jossa on langaton lähetin. Useimmissa uusissa kannettavissa tietokoneissa lähetin on asennettu jo tehtaalla, mutta jos sellainen puuttuu, voidaan käyttää erikseen asennettavaa langatonta sovitinta. Monet markkinoilla olevat sovittimet tukevat useampia 802.11-standardeja. (Brain & Wilson.)

Kun koneessa on sovitin sekä tarvittavat ajurit asennettuna, ja WLAN-lähetin on kytketty päälle, pitäisi koneen tunnistaa lähistöllä olevat langattomat verkot automaattisesti ja kysyä, haluaako käyttäjä yhdistää langattomaan verkkoon. Vanhemmat koneet saattavat kuitenkin tarvita erillisen ohjelman löytääkseen ja yhdistääkseen langattomiin verkkoihin. (Brain & Wilson.)

Liikuteltavissa oleva hotspot (mobile hotspot) on langaton Internet-yhteys, joka useimmiten hyödyntää matkapuhelimen 3G-yhteyttä. Mobiili hotspot voi olla erillinen laite, jolloin sitä usein kutsutaan Mifiksi (Mobile Wi-Fi), tai vain sovellus, joka muuttaa matkapuhelimen langattomaksi reitittimeksi. JoikuSpot on esimerkki tällaisesta matkapuhelimeen asennettavasta sovelluksesta. Seuraavassa luvussa on kerrottu JoikuSpotista tarkemmin.

5 JOIKUSPOT

JoikuSpot on Joikusoft Oy:n kehittämä matkapuhelimeen asennettava sovellus, joka muuttaa matkapuhelimen langattomaksi tukiasemaksi eli hotspotiksi. Sen avulla esimerkiksi kannettavalla tietokoneella on mahdollisuus Internet-yhteyden käyttöön missä tahansa matkapuhelinverkon kuuluvuusalueella. JoikuSpot toimii useimmissa 3G- ja 2G-verkoissa, ja se on yhteensopiva Nokian ja Sony Ericssonin matkapuhelinmallien kanssa (tilanne maaliskuussa 2011). Puhelimessa on oltava joko Symbian S60-, Symbian^3- tai Maemo-käyttöjärjestelmä sekä tuki WLAN:lle, jotta siinä voi käyttää JoikuSpotia.

JoikuSpotista on olemassa kaksi versiota: ilmainen JoikuSpot Light sekä kaupallinen JoikuSpot Premium. Oleellisin ero näiden kahden välillä on se, että Premium-versio tukee kaikkia Internet- ja sähköpostiprotokollia mutta Light käyttää vain http/https-protokollia. Toinen Premiumin etu on muokattavuus, jota Lightissa ei ole. Maksullisen Premium-lisenssin ostanut käyttäjä voi esimerkiksi muuttaa JoikuSpotin luoman verkon tunnistetta (SSID) sekä salata yhteyden, jotta vain salasanan tietävät käyttäjät pystyvät yhdistymään käynnissä olevaan JoikuSpot-verkkoon. Salauksessa JoikuSpot käyttää WEP-salasanaa (Wired Equivalent Privacy), koska Symbian- ja Maemo-käyttöjärjestelmät eivät tue vahvempia WPA- (Wi-Fi Protected Access) ja WPA2-salauksia. JoikuSpotissa on sisäänrakennettu NAT (Network Address Translation), jonka takana oleviin laitteisiin ei saada suoraan yhteyttä, ellei sitä ole erikseen sallittu tai pyydetty.

Kun JoikuSpot on asennettu puhelimeen ja sovellus on käynnistetty, voidaan JoikuSpotin luomaan hotspottiin yhdistää erilaisia langattomia laitteita, jotka tukevat ad-hoc- eli tietokoneiden välisiä yhteyksiä. JoikuSpotiin yhdistetään esimerkiksi Applen iPhone, iPod Touch tai kannettava tietokone, mutta siihen ei voi yhdistää erilaisia pelikonsoleja, kuten Sonyn PlayStationia, koska ne vaativat infrastruktuuriverkon Internet-yhteyttä varten. Yhdistetyllä laitteella päästään Internetiin matkapuhelimen 3G- tai 2G-yhteyttä käyttäen, jolloin yhteyden nopeus riippuu käytettävästä tekniikasta sekä puhelimessa olevan mobiililaajakaistan nopeudesta.

Internet-yhteyden ollessa käytössä JoikuSpot-sovellus lähettää palvelimelle erilaisia tietoja käynnissä olevasta JoikuSpot-yhteydestä. Palvelimella olevaan tietokantaan

tallentuvat tiedot mm. käyttäjän puhelinmallista, operaattorista, yhteyden aloitusajankohdasta ja kestosta sekä yhteyden aikana siirretystä datamäärästä. Tietokantaan tallentuu myös yhteyden maksiminopeus, jolla dataa siirtyy. Käyttäjän kotimaa ja operaattori tunnistetaan matkapuhelimessa olevan SIM-kortin (Subscriber Identity Module) perusteella.

6 DATAN KÄSITTELY

6.1 Datan kerääminen

Opinnäytetyötä varten ei erikseen tarvinnut kerätä dataa, vaan työssä käytettiin vuoden 2010 toisella puoliskolla JoikuSpot-tietokantaan kertyneitä tietoja. Dataa kertyy koko ajan, kun JoikuSpotia käytetään, ja koska aktivoitujen JoikuSpot-käyttäjien määrä ylitti miljoonan rajapyykin vuoden 2010 viimeisellä neljänneksellä, tietokannassa on dataa huomattava määrä.

Datan analysoinnissa käytettiin apuna QlikTech International AB:n kehittämää BI (Business Intelligence) -työkalua QlikView. QlikView'n avulla voidaan useiden tietolähteiden data yhdistää, joten esimerkiksi erilaisissa tietokannoissa, Excel-tiedostoissa ja tietovarastoissa olevat tiedot saadaan kätevästi yhteen paikkaan. Tulokset voidaan esittää visuaalisesti, vaikka kolmiulotteisen grafiikan avulla tai kaksiulotteisessa taulukossa.

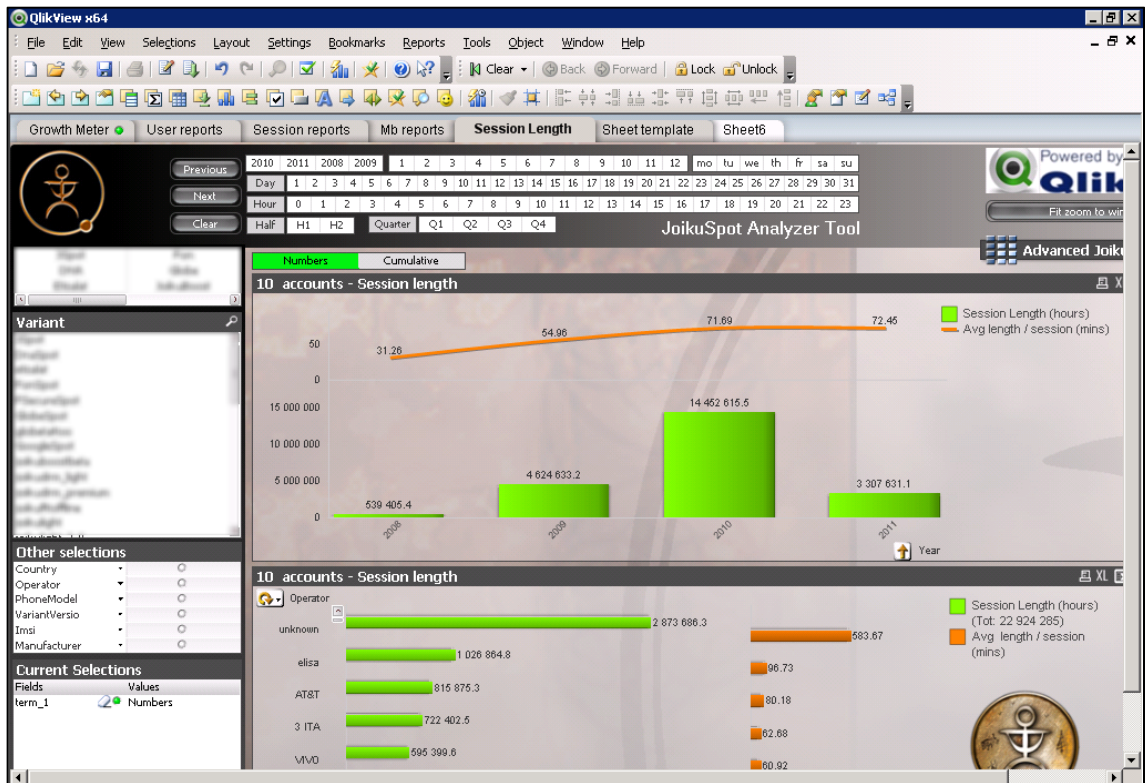
QlikView'sta on räätälöity Joikusoftille oma variantti, JoikuSpot Analyzer Tool, jolla pystytään tarkastelemaan JoikuSpotin tietokantaan tallentuneita tietoja. Tietokantaan tallentuu dataa aina, kun JoikuSpotia käytetään ja tauluissa on tietoja muun muassa yhteyden aloitusajankohdasta, kestosta, käytetystä puhelinmallista ja operaattorista sekä siirretystä datamäärästä. Myös yhteyden nopeudesta tallentuu tieto tietokantaan, mutta tätä ei vielä pystytä tarkastelemaan työkalun avulla, koska tarvittavia koodimuutoksia ei ole toistaiseksi toteutettu. Tämän takia nopeuden tarkastelussa käytettiin apuna SQL-kyselykieltä.

Kannattaa ottaa huomioon, että data on analysointivaiheessa jo hieman vanhentunutta. Sovellukselle tulee uusia käyttäjiä koko ajan lisää, minkä lisäksi puhelinmallit ja niiden käyttöliittymät kehittyvät. Myös operaattorit parantavat verkkojaan jatkuvasti, mikä vaikuttaa tiedonsiirron lisääntymiseen ja nopeuksien kasvamiseen. Kaiken tämän seurauksena tietokannassa oleva data vanhenee todella nopeasti.

6.2 QlikView käyttöliittymä

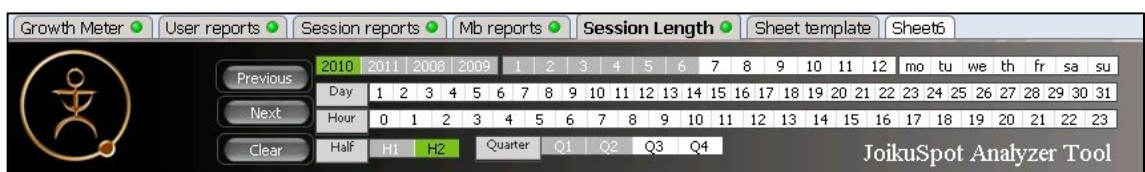
QlikView'n käyttöliittymä perustuu hiirellä tehtäviin erilaisiin valintoihin. Käyttöliittymän ulkoasua voidaan muokata siirtämällä elementtejä hiirellä. Myös niiden kokoa voidaan muuttaa tarpeen mukaan. Muutoksia tekemällä käyttäjä pystyy muokkaamaan käyttöliittymästä omiin tarpeisiinsa ja tottumuksiinsa parhaiten sopivan.

JoikuSpot Analyzer Toolin käyttöliittymän yläreunassa olevista välilehdistä valitaan, mitä tietoja halutaan tarkastella. Kuva peruskäyttöliittymästä on kuviossa 11, jossa näkyvät myös välilehdet. Välilehdet ovat näkyvissä myös kuviossa 12.



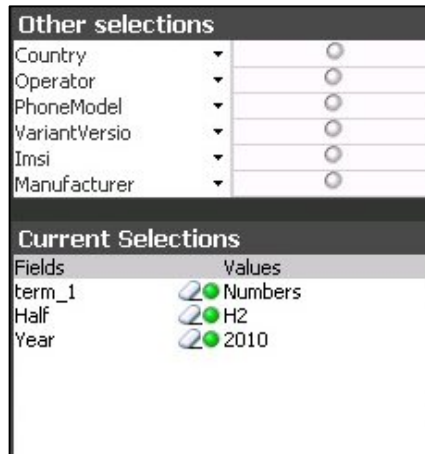
Kuvio 11. QlikView'n peruskäyttöliittymä

Kuviossa 11 on kuvattuna aikavalinta, jota on käytetty opinnäytetyössä. Valittuna on vuosi 2010 ja sen toinen puolikas (H2) eli ajanjakso 1.7.–31.12.2010.



Kuvio 12. Tietojen tarkastelujakson valinta

Tarkasteltaviin tietoihin voidaan tehdä ajanjakson lisäksi muitakin valintoja. Voidaan tarkastella esimerkiksi jonkin tietyn maan tietoja. Lisävalinnat (Other selections) ja nykyiset valinnat (Current selections) sijaitsevat oletuksena käyttöliittymän vasemmassa reunassa (kuvio 11 ja 13).



Kuvio 13. Lisävalinnat ja nykyiset valinnat

Kun valintoja muutetaan, muuttuu myös ruudun keskellä oleva grafiikka vastaamaan tehtyä valintaa. Esimerkki grafiikasta on kuviossa 14, jossa on esimerkin vuoksi näkyvissä eri maiden yhteyksien kokonaiskesto tunneissa valitulla tarkastelujaksolla.



Kuvio 14. Graafinen kuvaus valittuna olevista tiedoista maittain ryhmiteltynä

Joskus graafista esitystapaa tärkeämpää on nähdä tiedot taulukkomuodossa. Valintaa voidaan tarkastella monella eri tavalla ryhmiteltynä ja tässä työssä käytettiin ryhmittelyä maittain, operaattoreittain ja puhelinmalleittain. Kuviossa 14 tietoja tarkastellaan maittain.

6.3 Tietokantaan tallentuneiden tietojen käsittely

JoikuSpot-sovelluksen tietokantaan tallentuneita tietoja käsiteltiin QlikView'n JoikuSpot Analyzer Toolin avulla. Tutkittavaksi ajanjaksoksi valittiin vuoden 2010 jälkimäinen puolikas eli ajanjakso 1.7.–31.12.2010. Tämä valinta pysyi koko ajan samana, kun tietoja tarkasteltiin eri näkökulmista ja eri tavoin ryhmiteltyinä.

Ensimmäiseksi selvitettiin, missä maissa on ollut eniten JoikuSpot-käyttäjiä. Tutkittaviksi valittiin 10 maata, joissa oli ollut määrällisesti eniten käyttäjiä tarkastelujakson aikana. Tämä valinta pidettiin voimassa, kun selvitettiin, mitkä operaattorit ja puhelinmallit ovat käytetyimpiä kyseisissä maissa. Käyttäjämäärien perusteella jokaisesta maasta huomioitiin kolme käytetyintä operaattoria sekä kolme puhelinmallia. Poikkeuksena olivat Yhdysvallat, jonka operaattoreista vain kahdella suurimmalla oli merkittävä määrä JoikuSpot-käyttäjiä. Valituista maista tutkittiin myös yhteyksien määriä ja pituutta sekä siirrettyjä datamääriä. Maat ja operaattorit laitettiin paremmuusjärjestykseen selvitettyjen tietojen perusteella.

JoikuSpot kerää käyttäjiltään myös nopeustietoja, jotka tallentuvat tietokantaan. Koska näitä tietoja ei ollut mahdollista tarkastella QlikView'n avulla, käytettiin apuna SQL-kyselykieltä, jolla tehtiin hakuja suoraan tietokantaan. Tietokannasta selvitettiin tutkittavana olevien maiden operaattoreiden verkossa saavutetut keskimääräiset maksimitiedonsiirtonopeudet sisään- (latausnopeus) ja ulospäin (lähetysnopeus) sekä keskimääräinen viive tiedon reitittämisessä (läpimenoaika, round trip time, RTT). Nopeudesta tallentuu yhteyden aikana rekisteröitynyt maksiminopeus, mikä kertoo, millainen yhteysnopeus on käytössä. Läpimenoaika tallentuu millisekunneina (ms) ja mitä suurempi luku on, sitä pidempään DNS-kysely (Domain Name System) on kestänyt. Läpimenoajan avulla saadaan osviittaa verkon responsiivisuudesta eli reagointiajasta, mikä kertoo verkon nopeudesta.

Tuloksiin otettiin mukaan verkot, joissa datan sisääntulonopeus eli latausnopeus oli enemmän kuin 8 kb/s (= 1 kt/s) ja siirrettyä dataa enemmän kuin 5 Mb. Tällä rajauksella haluttiin karsia pois sellaiset yhteydet, jotka on suljettu heti käynnistyksen jälkeen, ja joiden aikana ei ollut ladattu juuri mitään. Kaikista hitaimpia verkkoja ei ollut tarvetta selvittää.

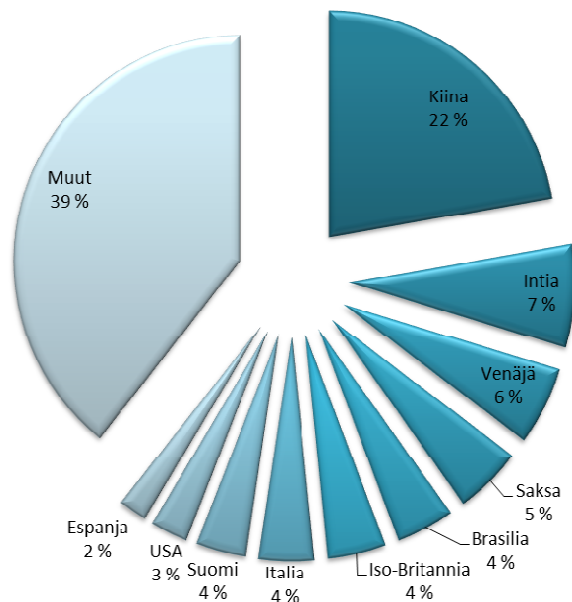
7 TIETOJEN ANALYSOINTI

7.1 QlikView'n avulla kerätyn datan analysointi

QlikView'n avulla tarkasteltiin käyttäjämääriä, suosituimpia puhelinmalleja, käytetyimpiä matkapuhelinverkkoja (operaattoreita), yhteyksien määriä ja pituuksia sekä siirrettyjä datamääriä.

7.1.1 Käyttäjämäärät

Tarkasteltavat maat valittiin käyttäjämäärien perusteella. Mukaan otettiin 10 maata, joissa on ollut eniten yksittäisiä käyttäjiä vuoden 2010 kolmannella ja neljännellä neljänneksellä. Tarkasteltaviksi maiksi saatiin Kiina, Intia, Venäjä, Saksa, Brasilia, Iso-Britannia, Italia, Suomi, Yhdysvallat ja Espanja. Näiden maiden prosentuaaliset osuudet kaikista JoikuSpot-käyttäjistä tarkastelujaksolla on esitetty kuviossa 15.



Kuvio 15. Eri maiden JoikuSpot-käyttäjien osuudet kaikista JoikuSpot-käyttäjistä

Kuviosta 15 nähdään, että tarkasteluun valituissa maissa on yli 60 % kaikista JoikuSpot-käyttäjistä. Käyttäjämäärillä mitattuna JoikuSpot näyttää olevan erityisesti kiinalaisten suosiossa, sillä yli viidennes käyttäjistä on Kiinasta. Muissa maissa käyttäjiä on

huomattavasti vähemmän, vaikka tarkasteltavien maiden joukossa on myös maita, joissa on paljon asukkaita.

7.1.2 Käytetyimmät puhelinmallit

Käyttäjämäärillä mitattuna JoikuSpotia käytettiin eniten Nokian puhelinmalleilla 5800 XpressMusic, N97, E71, N97 mini, E63, E72-1, N8-00, N95 ja N95 8GB. Taulukkoon 2 on merkitty tarkastelussa mukana olevien maiden kolme käytetyintä puhelinmallia sekä suhteellinen osuus kaikista kyseisen maan JoikuSpot-käyttäjistä.

Taulukko 2. Maiden käytetyimmät puhelinmallit ja osuus kaikista maan JoikuSpot-käyttäjistä

Maa	Puhelinmalli	Osuus maan JS-käyttäjistä	Yhteensä
Kiina	5800 XpressMusic	15,9 %	31,4 %
	N97	8,4 %	
	E71	7,1 %	
Intia	E63	20,4 %	47,8 %
	5800 XpressMusic	17,2 %	
	E71	10,2 %	
Venäjä	5800 XpressMusic	19,8 %	38,9 %
	N97	10,2 %	
	5530	8,9 %	
Saksa	5800 XpressMusic	17,1 %	43,9 %
	N97	14,6 %	
	N97 mini	12,1 %	
Brasilia	E71	21,0 %	47,3 %
	N95	13,5 %	
	E63	12,7 %	
Iso-Britannia	E71	17,8 %	48,3 %
	5800 XpressMusic	16,5 %	
	N97	14,0 %	
Italia	5800 XpressMusic	18,7 %	39,0 %
	N97 mini	12,4 %	
	N97	7,9 %	
Suomi	E71	12,0 %	32,1 %
	5800 XpressMusic	10,3 %	
	N900	9,8 %	
Yhdysvallat	E71	21,9 %	48,1 %
	E73	14,2 %	
	N900	12,0 %	
Espanja	5800 XpressMusic	36,3 %	58,2 %
	N97 mini	11,2 %	
	N97	10,8 %	

Taulukon 2 perusteella voidaan sanoa, että JoikuSpotia käytetään suhteellisen uusilla Nokian älypuhelimilla. Puhelimita on hieman hajontaa eri maissa, mutta useimmissa maissa vähintään kolmanneksen kaikista käytetyistä puhelimista muodostavat kolme Nokian älypuhelinmallia. Luvuissa huomioitiin vain lailliset puhelinmallit, joten väärennetyt puhelinmallit ovat vieneet käyttäjiä muilta malleilta ja osuudet olisivat todennäköisesti erilaiset, jos kaikki käyttäisivät vain Nokian valmistamia puhelimia. Lähes kaikissa maissa Nokia 5800 XpressMusic on ollut käytetyimpien puhelinten joukossa. Se oli Nokian ensimmäinen kosketusnäyttöinen Symbian S60 5th Edition -käyttöjärjestelmää käyttävä puhelin. Suosituin käyttöjärjestelmä on Symbian S60, ja vain Suomessa ja Yhdysvalloissa on ollut Maemo-käyttöjärjestelmää (Nokia N900) suosivia JoikuSpot-käyttäjiä. Mikäli tilannetta tarkasteltaisiin vuonna 2011, saattaisi suosituimpien puhelinten joukossa olla myös Symbian³ tai muiden käyttöjärjestelmien malleja.

7.1.3 Käytetyimmät matkapuhelinverkot

JoikuSpot-käyttäjien keskuudessa käytetyimmät operaattorit käyttäjämäärän perusteella selviävät taulukosta 3. Taulukkoon on laskettu maiden kolmen käytetyimmän operaattorin suhteelliset osuudet kaikista maan JoikuSpot-käyttäjistä. Yhdysvalloissa suurimmat operaattorit ovat T-Mobile, AT&T, Sprint ja Verizon. Näistä vain T-Mobilen ja AT&T:n verkossa on JoikuSpot käyttäjiä, joten Yhdysvalloista valittiin vain kaksi operaattoria mukaan tarkasteluun. Sprint ja Verizon tarjoavat asiakkailleen puhelimia, joissa on hotspot-sovellus valmiiksi asennettuna (Spoonauer 2010), minkä takia heidän asiakkailtaan ei ole tarvetta JoikuSpotin asentamiseen ja käyttämiseen. Myös T-Mobilella on oma hotspot-palvelu asiakkailleen, mutta he veloittavat sen käytöstä kuukausimaksun (T-Mobile HotSpot 2010), mikä on saattanut johtaa siihen, että useat T-Mobilen asiakkaat ovat valinneet kertamaksullisen JoikuSpotin operaattorin oman palvelun sijaan.

Taulukko 3. Käytetyimmät operaattorit maittain

Maa	Operaattori	Osuus maan kaikista JS-käyttäjistä	Yhteensä
Kiina	China Mobile	55,9 %	93,3 %
	China Unicom	19,9 %	
	CMCC	17,5 %	
Intia	AirTel	31,0 %	62,5 %
	CellOne	18,5 %	
	Vodafone IN	13,0 %	
Venäjä	MegaFon	33,9 %	82,8 %
	MTS	30,8 %	
	Beeline	18,1 %	
Saksa	O2 - de	26,6 %	72,4 %
	E-Plus	23,9 %	
	Vodafone.de	21,9 %	
Brasilia	Tim Brasil	43,2 %	88,8 %
	VIVO	32,1 %	
	Claro	13,5 %	
Iso-Britannia	3 UK	32,1 %	73,2 %
	Orange	22,5 %	
	T-Mobile UK	18,5 %	
Italia	3 ITA	41,0 %	83,7 %
	I WIND	22,8 %	
	TIM	19,8 %	
Suomi	Elisa	53,1 %	90,2 %
	Sonera	20,8 %	
	DNA	16,3 %	
Yhdysvallat	AT&T	56,0 %	87,9 %
	T-Mobile	31,9 %	
Espanja	Movistar	37,1 %	92,3 %
	Vodafone ES	30,6 %	
	Orange	24,6 %	

Taulukosta 3 nähdään, että monessa maassa on kolme operaattoria, joita JoikuSpotin käyttäjät pääasiassa suosivat. Operaattoreista kiinalaisen China Mobilen verkossa on eniten JoikuSpot-käyttäjiä, sillä yli puolet kaikista kiinalaisista JoikuSpot-käyttäjistä on valinnut China Mobilen operaattorikseen. Myös Suomessa ja Yhdysvalloissa yli puolet käyttäjistä ovat jonkin tietyn operaattorin asiakkaita; Suomessa Elisan ja Yhdysvalloissa AT&T:n. Eniten hajontaa operaattoreiden prosentuaalisissa osuuksissa on Intiassa, jossa kolmen käytetyimmän operaattorin yhteenlasketut osuudet muodostavat vain hieman yli 60 % kaikista maan JoikuSpot-käyttäjistä. Muissa maissa osuudet ovat vähintään 70 %,

joissakin jopa yli 90 %. Kiinassa, Espanjassa ja Suomessa JoikuSpotin käyttäjät ovat selkeimmin keskittyneet kolmen operaattorin asiakkaiksi.

Työssä tutkittiin myös, millä puhelinmalleilla JoikuSpotia käytetään eniten kunkin maan käytetyimmän operaattorin verkossa. Nämä tulokset on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Suosituimmat puhelimet maan käytetyimmässä verkossa

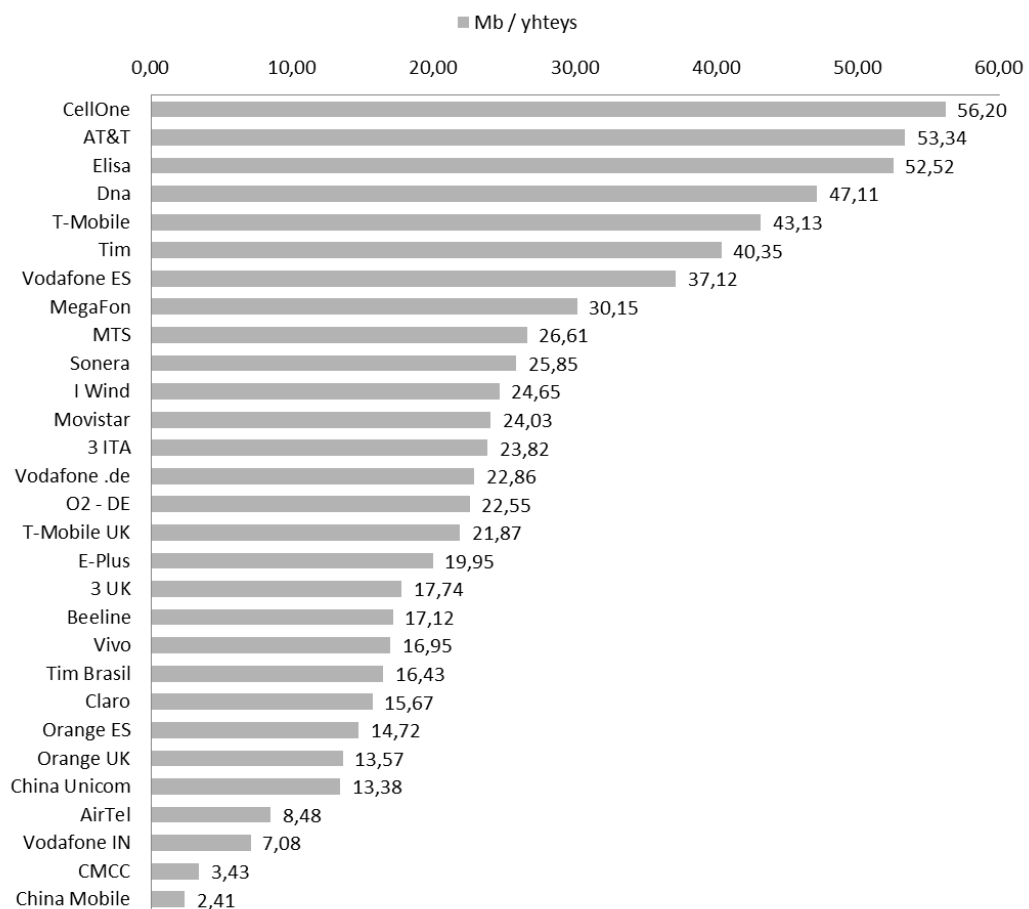
Maa / operaattori	Puhelinmalli	Osuus operaattorin JS-käyttäjistä	Yhteensä
Kiina / China Mobile	5800 XpressMusic	20,1 %	42,2 %
	5530	11,3 %	
	N97	10,8 %	
Intia / AirTel	E63	17,7 %	44,9 %
	5800 XpressMusic	16,3 %	
	E71	10,8 %	
Venäjä / MegaFon	5800 XpressMusic	20,6 %	40,3 %
	N97	10,4 %	
	N82	9,3 %	
Saksa / O2 - de	5800 XpressMusic	21,6 %	45,3 %
	N97	14,2 %	
	N97 mini	9,4 %	
Brasilia / Tim Brasil	N95 8GB	18,7 %	47,7 %
	5800 XpressMusic	16,0 %	
	N95	13,0 %	
Iso-Britannia / 3 UK	E71	33,0 %	62,9 %
	N97	16,3 %	
	E63	13,6 %	
Italia / 3 ITA	5800 XpressMusic	20,7 %	40,9 %
	N97 mini	12,7 %	
	E71	7,5 %	
Suomi / Elisa	E71	12,7 %	35,5 %
	5800 XpressMusic	11,5 %	
	N97	11,4 %	
Yhdysvallat / AT&T	E71	33,1 %	53,2 %
	E71x	10,2 %	
	N97	10,0 %	
Espanja / Movistar	5800 XpressMusic	47,4 %	70,2 %
	N97	14,6 %	
	E71	8,2 %	

Kun verrataan operaattoreiden käytetyimpiä puhelimia maiden käytetyimpiin puhelinmalleihin (taulukko 2), huomataan, että vain kahdessa maassa (Intia ja Saksa) taulukoissa 2 ja 4 esitetyt käytetyimmät puhelinmallit vastaavat toisiaan. Brasiliassa kolme

käytetyintä puhelinta ovat täysin eri puhelinmalleja kuin Brasilian käytetyimmän operaattorin Timin verkossa. Timin asiakkaat käyttävät JoikuSpotia jonkin verran vanhemmilla puhelimilla kuin brasilialaiset keskimäärin. Muiden maiden ja operaattoreiden käytetyimmät puhelinmallit poikkeavat toisistaan vain yhden puhelinmallin osalta.

7.1.4 Siirretyt datamäärät

Kun tarkasteltiin siirrettyjä datamääriä, tarkastelujaksolla JoikuSpotin avulla eniten dataa siirrettiin Yhdysvalloissa, Suomessa, Italiassa, Intiassa, Saksassa, Brasiliassa, Iso-Britanniassa, Kiinassa, Venäjällä ja Espanjassa. Yhden JoikuSpot-yhteyden aikana dataa siirrettiin eniten Yhdysvalloissa ja Suomessa. Operaattoreista keskimääräisesti eniten dataa yhden yhteyden aikana on siirretty Intian CellOnen verkossa. Myös Yhdysvalloissa AT&T:n ja Suomessa Elisan verkoissa siirretyt datamäärät olivat yli 50 megabittiä yhteyden aikana, kun kaikkien tarkasteltavien maiden keskiarvo oli 26 megabittiä. Kaikkien tarkastelussa mukana olevien operaattoreiden verkoissa siirretyt datamäärät on esitetty kuviossa 16.



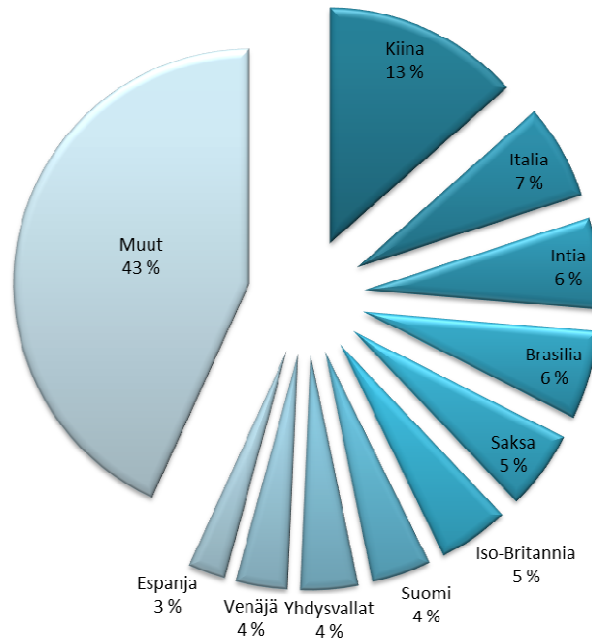
Kuvio 16. Yhden yhteyden aikana keskimäärin siirretty datamäärä operaattoreittain

Yhteyden aikana siirretty datamäärä voi muodostua esimerkiksi sähköpostin lukemisesta, nettisurffailusta ja erilaisten tiedostojen latauksesta. Mitä suurempia tiedostoja käyttäjä lataa, sitä suurempi on myös siirretty datamäärä. Usein esimerkiksi yhden Youtube-videon katselun aikana dataa siirtyy useita megoja, kuin myös sellaisten nettisivujen selailun aikana, joissa on paljon kuvia ja mainoksia. JoikuSpotia käytetään hyvin todennäköisesti samoihin tarkoituksiin kuin kotien kiinteitä ja langattomia nettiyhteyksiäkin.

7.1.5 Yhteyksien määrä

JoikuSpot-yhteys alkaa, kun JoikuSpot-sovellus käynnistetään matkapuhelimesta ja päättyy, kun sovellus suljetaan. Puolen vuoden aikana yhteyksiä on ollut miljoonia, eniten Kiinassa. Tarkastelussa olivat mukana kaikki yhteydet, koska QlikView'lla ei ollut mahdollista rajata pois yhteyksiä, joiden aikana dataa ei ollut siirtynyt lainkaan. Nämä niin sanotut nolloyhteydet lisäävät yhteyksien määriä. Vastaavasti yhteyksien määriä vähentävät pitkät yhteydet, jotka ovat olleet yhtäjaksoisesti käynnissä useita tunteja, jopa vuorokausia. Esimerkki: käyttäjä on saattanut tehdä päivän töitä ja työt lopetettuaan jättää JoikuSpotin päälle odottamaan seuraavaa työpäivää. Normaalisti käyttäjä sammuttaisi JoikuSpotin, jolloin myös yhteys päättyisi.

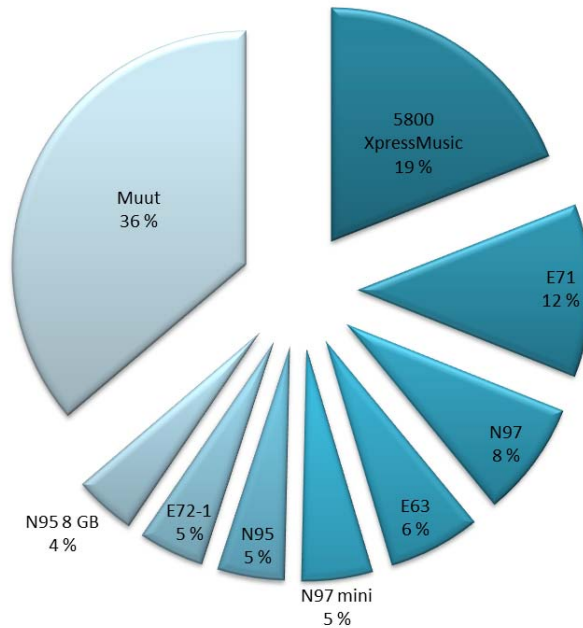
Yhteyksien lukumäärien mukaan järjestettynä maiden kymmenen kärki on Kiina, Italia, Intia, Brasilia, Saksa, Iso-Britannia, Suomi, Yhdysvallat, Venäjä ja Espanja. Yhteyksien suhteelliset osuudet Yhteyksien kokonaismäärästä on esitetty kuviossa 17.



Kuvio 17. JoikuSpot-yhteyksien suhteelliset osuudet maittain

Kuviosta 17 nähdään, että yli puolet JoikuSpot-yhteyksistä on tarkastelujaksolla ollut tarkastelussa mukana olevissa maissa.

Kun yhteyksiä tarkasteltiin puhelinmalleittain, selvisi, että eniten JoikuSpot-yhteyksiä on ollut puhelinmalleilla 5800 XpressMusic, E71, N97, E63, N97 mini, N95, E72-1 ja N95 8GB. Näiden puhelimien osuudet JoikuSpot-yhteyksistä on merkitty kuvioon 18. Taulukkoon 5 on merkitty kustakin maasta kolme puhelinmallia, joilla on ollut eniten JoikuSpot-yhteyksiä tarkastelujaksolla. Vertailun vuoksi samaan taulukkoon on merkitty myös maan käytetyimmät puhelinmallit, jotka on esitetty jo aikaisemmin taulukossa 2.



Kuvio 18. JoikuSpot-yhteyksien osuudet puhelinmalleittain

Taulukko 5. Puhelinmallit, joilla on ollut eniten yhteyksiä

Maa	Eniten yhteyksiä	Eniten käyttäjiä
Kiina	5800 XpressMusic, E71, E72-1	5800 XpressMusic, N97, E71
Italia	5800 XpressMusic, N97 mini, E71	5800 XpressMusic, N97 mini, N97
Intia	E63, 5800 XpressMusic, E71	E63, 5800 XpressMusic, E71
Brasilia	E71, N95, N95 8GB	E71, N95, E63
Saksa	5800 XpressMusic, N97, E71	5800 XpressMusic, N97, N97 mini
Iso-Britannia	E71, 5800 XpressMusic, N97	E71, 5800 XpressMusic, N97
Suomi	E71, 5800 XpressMusic, N97	E71, 5800 XpressMusic, N900
Yhdysvallat	E73, E71, 5800 XpressMusic	E71, E73, N900
Venäjä	5800 XpressMusic, N82, 5530	5800 XpressMusic, N97, 5530
Espanja	5800 XpressMusic, N97 mini, N97	5800 XpressMusic, N97 mini, N97

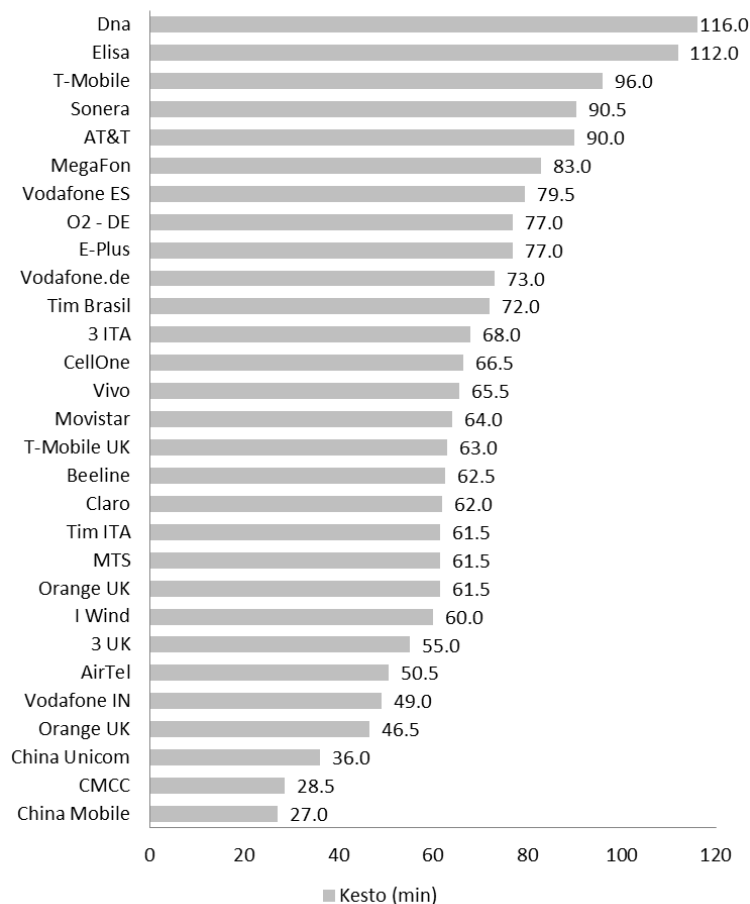
Taulukon 5 sarakkeita vertailemalla huomataan, että pääsääntöisesti eniten yhteyksiä on ollut niillä puhelinmalleilla, joilla on ollut eniten käyttäjiäkin.

Operaattoreittain tarkasteltuna eniten yhteyksiä on ollut Kiinassa China Mobilen ja China Unicomin verkoissa. Niiden jälkeen seuraavaksi eniten yhteyksiä on ollut Italian 3:n, Brasilian Timin, Suomen Elisan ja Brasilian Vivon matkapuhelinverkoissa.

7.1.6 Yhteyksien kesto

JoikuSpotin tietokantaan tallentunutta dataa tarkasteltiin myös yhteyksien keston mukaan. Tarkasteltavien maiden yhteyden kesto oli keskimäärin 92,5 minuuttia, kun huomioon otettiin kaikki kyseisten maiden operaattorit. Tarkastelussa mukana olevien 29 operaattorin yhteyden kesto oli keskimäärin 67,5 minuuttia. Keston mukaan järjestettynä keskimääräisesti pisimmät yhteydet ovat olleet Liechtensteinissa, Beninissä, Mongoliassa, Bahamalla, Reunionissa (Ranska), Swazimaassa, Madagaskarilla, Virossa, Mosambikissa ja Belizessä. Täten listattuna Yhdysvallat on sijalla 11 ja Suomi sijalla 12. On kuitenkin syytä muistaa, että mukana ovat kaikki yhteydet, jotka ovat olleet käynnissä edes hetken ja vastaavasti yhteydet, jotka ovat kestäneet jopa vuorokausia yhtämittaisesti.

Edellä olevalla yhteyksien keskimääräiseen keston perustuvalla listalla olevat maat eivät ole opinnäytetyössä tutkittavana olevien maiden joukossa, joten työssä tarkasteltiin myös yhteyksien keskimääräisiä kestoja tutkittavissa maissa. Kestot operaattoreittain on esitetty kuviossa 19.



Kuvio 19. JoikuSpot-yhteyksien kesto puolen minuutin tarkkuudella operaattoreittain

Kaikissa maissa lähes kaikkien operaattoreiden verkoissa yhteyden kesto oli keskimäärin yli puoli tuntia, mikä viittaa siihen, että JoikuSpotia käytettiin muuhunkin kuin vain pikaiseen sähköpostin lukemiseen. Yhteyksien kestot olivat pisimpiä puhelinmalleilla N900, 5800 XpressMusic, E71x, N93 ja E73. On huomattava, että ilman huomiota on jätetty tavalla tai toisella väärennetyt puhelinmallit, jotka valitettavasti ovat vallanneet kärkipaikat yhteyksien keston perustuvassa listauksessa.

Yhteyksien kestoja tarkkailtiin vielä maittain niin, että valittiin kunkin maan eniten käytetty puhelinmalli ja tutkittiin, millaisia yhteyden kestoja sillä oli kyseisen maan operaattoreiden verkoissa. Esimerkiksi Suomessa suosituin puhelinmalli oli E71. Tämän puhelimen yhteyksien kestot olivat Elisan verkossa keskimäärin 112 minuuttia, DNA:n verkossa 112 minuuttia ja Soneran verkossa 75 minuuttia. Pisimmät kestot E71-puhelimella saavutettiin Suomessa ahvenanmaalaisen Ålands Mobiltelefon Ab:n (FI AMT) verkossa, 240 minuuttia. Jollakin toisella puhelinmallilla kestot olivat pidempiä jonkin muun operaattorin verkossa. Suomessa Nokian 5800 XpressMusic -puhelimella yhteyksien kesto oli pisin Soneran verkossa, 131 minuuttia. Taulukossa 6 on yhteyden kesto kymmenen maan käytetyimmällä puhelinmallilla kyseisen maan käytetyimmän operaattorin verkossa.

Taulukko 6. Yhteyden kesto maan käytetyimmällä puhelimella maan käytetyimmässä verkossa (puolen minuutin tarkkuudella)

Maa	Puhelinmalli	Operaattori	Yhteyden kesto (min)
Suomi	E71	Elisa	112,0
Venäjä	5800 XpressMusic	MegaFon	89,5
Saksa	5800 XpressMusic	O2	84,5
Yhdysvallat	E71	AT&T	75,0
Italia	5800 XpressMusic	3 ITA	67,5
Brasilia	E71	Tim Brasil	65,5
Espanja	5800 XpressMusic	Movistar	62,5
Iso-Britannia	E71	3 UK	47,5
Intia	E63	AirTel	44,5
Kiina	5800 XpressMusic	China Mobile	32,5

Kun verrataan kuvion 19 ja taulukon 6 tietoja, huomataan, että operaattoreiden keskimääräiset yhteyksien kestot ja tietyn puhelinmallin yhteyksien kesto poikkeavat jonkin verran toisistaan. Suomessa Elisan verkossa keskimääräinen yhteyden kesto on ollut sama kuin Elisan verkossa käytetyimmällä puhelimella E71. Pidemmät yhteyden kestot käytetyimmällä puhelimella verrattuna operaattorin keskimääräiseen yhteyden keston ovat olleet Venäjällä, Saksassa ja Kiinassa. Muissa tarkastelussa mukana olleista maista

kestot ovat olleet lyhyempiä. Yhteyden keston vaikuttaa paljon se, minkälainen akku puhelimesta on. Yleensä uusissa puhelimissa, joita on käytetty vielä varsin vähän, akut kestävät kovaa käyttöä hyvin. Mitä vanhempi akku on kyseessä, sitä nopeammin se yleensä tyhjenee, eikä JoikuSpotin käyttö onnistu ilman akun jatkuvaa lataamista. Tämä haittaa JoikuSpotin käyttöä paikoissa, joissa ei ole sähkövirtaa saatavilla.

7.2 SQL:n avulla kerätyn nopeusdatan analysointi

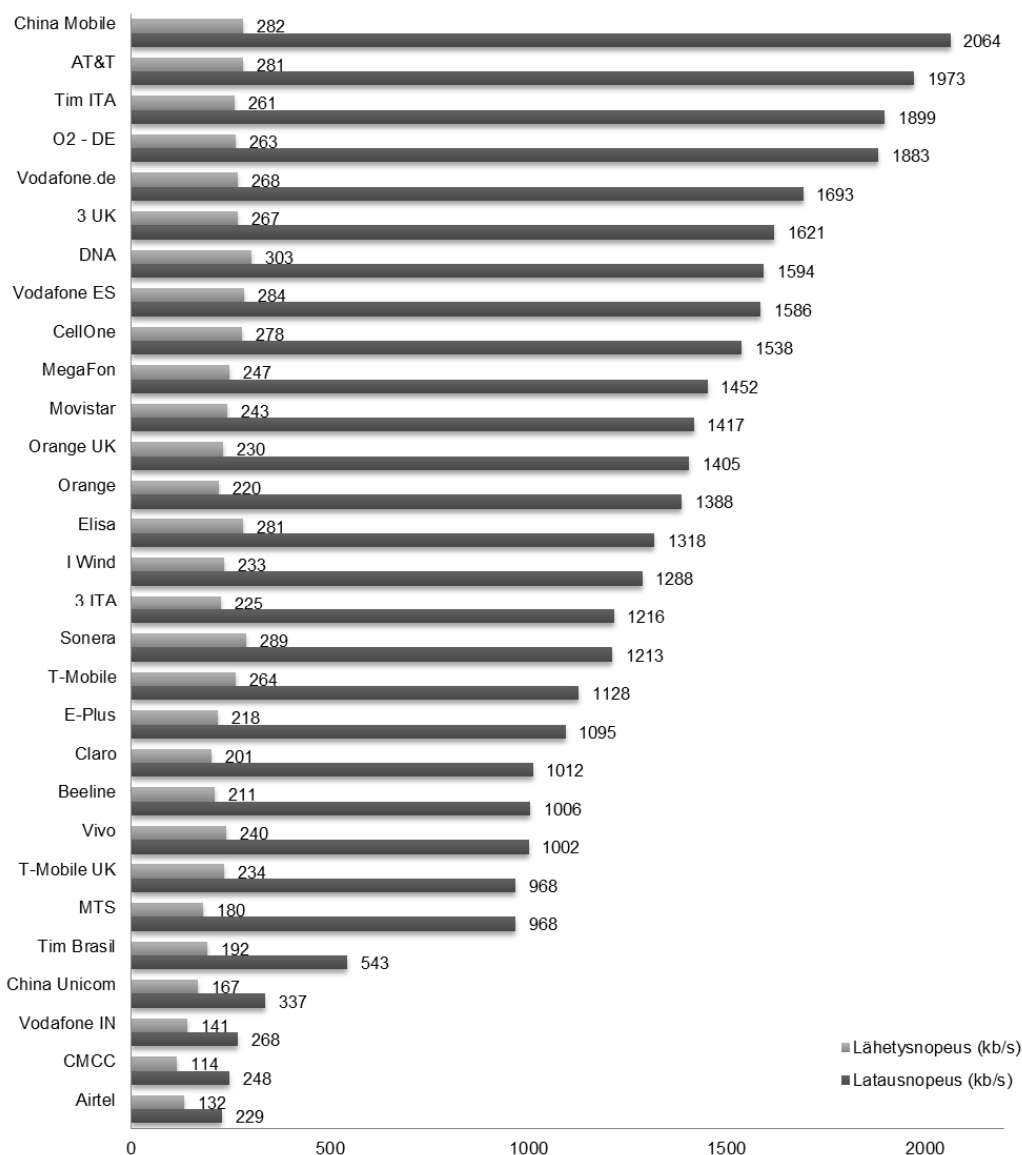
Koska JoikuSpot Analyzer Toolia ei ollut mahdollista käyttää nopeusdatan tutkimiseen, haettiin nopeusdata suoraan tietokannasta SQL-lauseiden avulla. Kyselylauseke muodostettiin Joikusoftissa käytössä olevista lauseista lisäämällä niihin määre, joka rajasi tulokset koskemaan vain tarkastelujaksoa 1.7.–31.12.2010. Lausekkeeseen lisättiin myös matkaviestinnän maatunnus (mobile country code), jotta kyselyn tulokset saatiin rajattua vain tutkittavana oleviin maihin. Maatunnus on SIM-kortin IMSI-numeron kolme ensimmäistä numeroa (ks. liite 2). Maat oli ensin selvitetty QlikView'n avulla ja ne olivat jo aiemmin mainitut Kiina, Intia, Venäjä, Saksa, Brasilia, Iso-Britannia, Italia, Suomi, Yhdysvallat ja Espanja. Saatuja tuloksia tarkasteltiin Excel-ohjelmassa siten, että nopeusdataa tutkittiin kunkin maan kolmessa käytetyimmässä matkapuhelinverkossa, poikkeuksena Yhdysvallat, jonka operaattoreista mukana oli vain kaksi.

7.2.1 Lataus- ja lähetysnopeus

Latausnopeudella tarkoitetaan nopeutta, jolla dataa siirtyy verkosta käyttäjän koneelle. Lähetysnopeus on vastaavasti nopeus, jolla käyttäjän koneelta dataa siirtyy verkkoon päin.

JoikuSpotin rekisteröimät nopeudet ilmoittavat yhteyden aikana saavutetun maksiminopeuden. Nopeudet on alun perin ilmoitettu kilotavuina sekunnissa (kB/s), mutta tulosten tarkastelua varten ne muutettiin kilobiteiksi sekunnissa (kb/s). Suurimpia latausnopeuksia on ollut käytössä Kiinassa China Mobilen verkossa. Lähetysten maksiminopeus on ollut paras Suomessa DNA:n verkossa (303 kb/s).

Lataus- ja lähetyksenopeudet tarkasteltavien maiden verkoissa, joissa on ollut eniten JoikuSpot-yhteyksiä tarkastelujaksolla, on esitetty kuviossa 20.



Kuvio 20. Lataus- ja lähetyksenopeudet operaattoreittain

Latausnopeudet kuvaavat käyttäjän matkapuhelinoperaattorin tarjoaman yhteyden toteutunutta nopeutta, ei siis teoreettista maksiminopeutta. Esimerkiksi Elisan verkossa GPRS:n teoreettinen maksiminopeus on 56 kb/s mutta käytännössä nopeus on 20–40 kb/s. Vastaavat lukemat EDGE:lle ovat 238,6 kb/s ja 100–150 kb/s ja 3G:lle 384 kb/s ja 150–200 kb/s. HSDPA:n teoreettinen maksiminopeus on 14,4 Mb/s, mutta käytännön nopeus on 2–10 Mb/s. (Elisa Oyj.) JoikuSpot-käyttökokemusten perusteella on huomattu, että hetkittäin käyttäjän kokema latausnopeus voi kuitenkin saavuttaa tai jopa ylittää teoreettisen maksiminopeuden. Puhelimessa on ollut mobiililaajakaista, jonka

teoreettinen maksiminopeus on 512 kb/s, mutta JoikuSpotilla on päästy 600 kb/s nopeuteen. Jos oletetaan tilanteen oleva tämä myös tarkasteltavien operaattoreiden verkoissa, silloin suurimmalla osalla JoikuSpotin-käyttäjistä on puhelimessaan vähintään yhden megabitin Internet-yhteys palveluntarjoajaltaan.

Nopeuksia olisi voitu tarkastella myös sen oletuksen mukaan, että langattomissa verkoissa nopeudet ovat vain noin kolmasosa teoreettisesta maksiminopeudesta. Tällä perusteella JoikuSpotia käytettäisiin kolmen megabitin Internet-yhteydellä.

7.2.2 Läpimenoaika

Läpimenoaika on aika, joka kuluu, kun asiakaskone lähettää pyynnön palvelimelle ja palvelin vastaa siihen. Läpimenoaikaan ei kuulu varsinaisen tiedon siirtoon kuluva aika, vaan ainoastaan asiakkaan ja palvelimen välillä tapahtuvaan kommunikointiin kuluva aika. Selaimen ottaessa yhteyden web-palvelimelle, kuluu vähintään kolme läpimenoaika: ensimmäinen on DNS-kyselyyn kuluva aika, toinen TCP-yhteyden muodostamiseen kuluva aika ja kolmas HTTP-pyyntöön ja vastauksen ensimmäiseen tavuun kuluva aika (Minimize round-trip times 2011).

Läpimenoaikaa mitataan yleensä millisekunteina (ms) eli sekunnin tuhannesosina. Mitä pienempi lukema on, sitä nopeammin yhteys on muodostunut. Lähiverkoissa läpimenoajat voivat olla alle millisekunnin kun taas modeemiyhteydellä toisella mantereella sijaitsevalle palvelimelle jopa yli sekunnin (Minimize...2011). Keskimääräiset läpimenoajat JoikuSpotilla eri operaattoreiden verkoissa on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Keskimääräiset läpimenoajat operaattoreittain

Operaattori	RTT (ms)	Operaattori	RTT (ms)
DNA	495	T-Mobile	783
3 UK	535	Vivo	789
China Mobile	560	Orange	806
Vodafone.de	571	Orange UK	827
Tim ITA	648	E-Plus	827
3 ITA	661	T-Mobile	840
Elisa	670	CellOne	1030
O2 - de	685	Beeline	1039
Claro	711	MTS	1078
AT&T	727	Tim Brasil	1129
Sonera	732	Airtel	1349
Vodafone ES	758	Vodafone IN	1422
I Wind	768	China Unicom	1446
MegaFon	776	CMCC	1562
Movistar	777		

Nopeimpien operaattoreiden verkoissa keskimääräiset läpimenoajat ovat olleet alle sekunnin, ja hitaimmissa verkoissa sekunnista puoleentoista sekuntiin. Kaikki taulukon 7 loppupäässä olevat operaattorit sijaitsevat Suomesta katsottuna kaukaisissa maissa (Kiina, Intia, Brasilia). Näissä maissa Internet-yhteydet ovat todennäköisesti suuntautuneet toisella puolella maailmaa oleville nettisivuille, mikä voi osaltaan selittää hitaita läpimenoaikoja. Myös matkapuhelimen hitaalla Internet-yhteydellä saattaa olla vaikutusta asiaan. On mielenkiintoista huomata, että kiinalaisen China Mobilen verkossa on päästy kolmanneksi nopeimpiin läpimenoaikoihin, kun taas kahden muun kiinalaisen operaattorin verkossa läpimenoajat ovat olleet tutkimuksen hitaimpia.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, millaista dataa JoikuSpotin tietokantaan tallentuu. Tarkasteltavat tiedot olivat kertyneet tietokantaan 1.7.–31.12.2010 välisenä aikana. Tarkoituksena oli analysoida matkapuhelinverkkoja JoikuSpot-sovelluksen tallentamien tietojen perusteella sekä tutkia missä maissa ja minkä operaattoreiden verkoissa JoikuSpotia käytetään eniten ja millä puhelinmalleilla. Lisäksi tarkoitus oli selvittää, millaisiin tarkoituksiin JoikuSpotia käytetään sekä analysoida tietokantaan tallentunutta tietoa yhteyksien määrästä ja kestoista, niiden aikana siirretyistä datamääristä ja tiedonsiirtonopeuksista.

Käyttäjä- ja yhteysmäärillä mitattuna JoikuSpotia käytettiin eniten Kiinassa. Yli viidennes kaikista käyttäjistä oli kiinalaisia, joista yli puolet luotti operaattorivalinnassaan Kiinan suurimpaan operaattoriin China Mobileen. On melko loogista, että Kiinassa on runsaasti JoikuSpot-käyttäjiä, sillä Kiina on 1,34 miljardilla asukkaallaan maailman väkirikkain maa. Noin viidennes maapallon asukkaista on siis kiinalaisia. Kiinassa Internet-sensuuri on merkittävää, minkä takia voisi helposti kuvitella, ettei JoikuSpotilla ole niin paljon käyttöä kuin muualla maailmassa. On kuitenkin mahdollista, että JoikuSpotin käyttäjät muodostavat ensin VPN-yhteyden, käynnistävät sitten JoikuSpotin ja käyttävät Internet-yhteyttä VPN:n kautta, jolloin myös sensuurin vuoksi estetyille sivuille pääsy onnistuu. VPN:n lisäksi Kiinassa on suosittua käyttää eri puolilla maailmaa olevia välityspalvelimia (proxy server), jotka näyttävät käyttäjän IP-osoitteen sijasta välityspalvelimen IP:n, jolloin estetyille sivuille päästään myös Kiinassa sijaitsevalta tietokoneelta (Siltala 2009). JoikuSpotin VPN-tuki on siis mahdollisesti yksi syy siihen, miksi sovellus on niin käytetty Kiinassa.

Oli mielenkiintoista huomata, että vaikka China Mobilen verkossa oli eniten käyttäjiä ja yhteyksiä, silti yhteyden kesto ja yhteyden aikana siirretty datamäärä olivat tarkastelussa mukana olleista operaattoreista kaikista pienimmät, vain 27 minuuttia ja 2,41 megabittiä. Ilmeisesti JoikuSpotia käytetään Kiinassa vain johonkin tiettyyn tarkoitukseen, minkä jälkeen yhteys suljetaan. Yhteyksiä tulee määrällisesti paljon, kun jokaista tarvetta varten muodostetaan uusi JoikuSpot-yhteys, mutta samalla yhteyden kesto ja siirretty datamäärä pienenevät.

Saatujen tulosten perusteella JoikuSpotia käytettiin eniten Nokian 5800 XpressMusic -puhelimella, joka oli melkein jokaisessa tarkastelussa mukana olleessa maassa kolmen käytetyimmän puhelinmallin joukossa. Myös yhteysmäärillä mitattuna sama puhelin oli JoikuSpot-käyttäjien suosiossa. Puhelimen suosiota selittävät osaltaan varmasti sen monipuoliset mediaominaisuudet, iso kosketusnäyttö sekä edullinen hinta. Nokia 5800 XpressMusic sopii liikkuvalla käyttäjälle muun muassa sen musiikkisoittimen, videokameran ja GPS-ominaisuuden takia. JoikuSpot täydentää puhelimen monipuolisia toimintoja ja mahdollistaa esimerkiksi Youtube-videoiden katselun, kun kiinteää Internet-yhteyttä ei ole käytettävissä.

Käytetyimpien puhelimien joukossa olivat myös Nokia N97 ja E71, joista erityisesti E71 on tarkoitettu liike-elämän tarpeisiin. E71 on monissa yrityksissä suosittu työsuhdepuhelin sen hyvän akun keston, vakaan WLAN:in ja monipuolisten ominaisuuksien ansiosta. Lisäksi E71:ssä on hyvä antenni, mikä mahdollistaa katkeamattoman JoikuSpot-yhteyden myös liikkuvassa käytössä, kuten junassa. E71 oli esimerkiksi Suomessa Elisan verkossa käytetyin puhelin ja sillä saavutettiin pisimmät yhteydet kyseisen operaattorin verkossa. Yhteyksien kestot vaihtelevat operaattoreittain, mutta tulosten perusteella näyttäisi siltä, että Suomessa JoikuSpotia käytetään varsin pitkiä aikoja yhtäjaksoisesti. DNA:n ja Elisan asiakkaat viihtyivät lähes kaksi tuntia JoikuSpot-yhteyden ääressä, kun taas kiinalaiset pärjäisivät alle puolen tunnin yhteyksillä. Pisimpiä yhteyksien kestoja on rekisteröitynyt Nokian N900 ja 5800 XpressMusic -puhelimilla.

JoikuSpotin kautta kulkee dataa koko ajan, kun Internet-yhteyttä käytetään. Työssä tarkastelluissa maissa JoikuSpot-yhteyden aikana dataa siirtyi keskimäärin 26 megabittia ja yhteyden kesto oli 92,5 minuuttia, kun kaikki tarkasteltavien maiden operaattorit huomioitiin. On hyvä tietää, että yhteyden aikana voi olla pitkiäkin hetkiä, jolloin dataa ei liiku suuntaan tai toiseen. Tämän tiedon ja saatujen tulosten perusteella voidaan olettaa, että JoikuSpotia käytetään myös muuhun, kuin pelkkään sähköpostin lukemiseen. On hyvin todennäköistä, että yhä useampi JoikuSpot-käyttäjä käyttää sovellusta samoihin tarkoituksiin kuin langallista tai langatonta Internet-yhteyttäkin. Tätä tietoa voitaisiin hyödyntää esimerkiksi markkinoitaessa JoikuSpotia uusille yhteistyöoperaattoreille.

JoikuSpotin käyttöä lisäävät myös uudet palvelut ja laitteet, joita tulee kuluttajien saataville koko ajan. Suomessa esimerkiksi TVkaista, joka mahdollistaa tv-kanavien tallentamisen ja katsomisen myöhemmin itselle sopivana ajankohtana, on oiva palvelu

liikkuvalle JoikuSpot-käyttäjälle. TVkaistan ja JoikuSpotin avulla käyttäjä tai hänen lapsensa voivat viihdyttää itseään katsomalla televisiota juna- tai automatkoilla. TVkaistan kaltaiset liikkuville ihmisille soveltuvat palvelut lisäävät JoikuSpotin tiedon-siirtomääriä ja kasvattavat yhteyksien kestoa. Laitteista erityisesti Applen iPad lisää JoikuSpotin hyötyarvoa kuluttajalle, mikä vaikuttaa suoraan JoikuSpotin käyttömääriin. Applen iPadista on olemassa kaksi erilaista versiota, joista toisessa on pelkkä Wi-Fi-ominaisuus ja toisessa Wi-Fi + 3G (Apple). Jos kuluttajalla on käytössään iPad ilman 3G:tä, hän pystyy JoikuSpotin Internet-yhteyden avulla saamaan samat hyödyt, kuin jos hänellä olisi Wi-Fi + 3G -malli. Tämän lisäksi kuluttaja säästää selvää rahaa, kun hänen ei tarvitse maksaa iPadin 3G-mallista eikä sen vaatimasta ylimääräisestä SIM-kortista ja datapakettiliittymästä.

Tietokantaan tallentuneesta nopeusdatasta selvitettiin lataus- ja lähetysnopeudet sekä läpimenoaika. Mahdollista olisi ollut tutkia myös millainen signaalin voimakkuus eri verkoissa on ollut, mutta luotettavan analyysin tekeminen osoittautui haastavaksi, ja se rajattiin työn ulkopuolelle. Latausnopeuksien perusteella pääteltiin, että suurimmalla osalla JoikuSpot-käyttäjistä oli matkapuhelimessaan vähintään 1 Mb/s mobiililaajakais-tayhteys. Nopeimmat yhteydet olivat rekisteröityneet Kiinan China Mobilen verkossa, ja tulosten perusteella näyttää siltä, että kiinalaisilla oli käytössään 2 Mb/s Internet-yhteys. Kaikista maista parhaimpiin lähetysnopeuksiin oli päästy Suomessa DNA:n ja Soneran verkoissa.

JoikuSpotin rekisteröimät läpimenoajat vaihtelivat noin puolesta sekunnista puoleen-toista sekuntiin. Tyypillisesti läpimenoaika on alle sekunnin luokkaa, mutta jos haluttu www-sivu sijaitsee toisella puolella maapalloa olevalla palvelimella, voi läpimenoaika venyä yli sekuntiin. Pitkä läpimenoaika selittyy osittain sillä, että tieto joutuu kulke-maan useiden palvelimien kautta maantieteellisen etäisyyden ollessa suuri. Nopeimmat läpimenoajat saavutettiin Suomessa DNA:n verkossa, kun taas hitaimmat ajat olivat rekisteröityneet kiinalaisten operaattoreiden CMCC:n ja China Unicomien verkoissa. Tästä voidaan karkeasti päätellä, että Suomessa suositaan suomalaisia ja eurooppalaisia Internet-sivuja, kun taas kiinalaisten suosimat sivut saattavat sijaita kaukana Kiinasta. Tietoja voidaan hyödyntää esimerkiksi Joikusoftin asiakastuessa silloin, kun asiakas ihmettelee, miksi yhteyden muodostus kestää poikkeuksellisen pitkään.

Työn teoreettista viitekehystä varten tutustuttiin useisiin painettuihin teoksiin ja Internet-sivuihin, joista valittiin asiallisimmilta ja luotettavimmilta vaikuttavat tarkempaa tutustumista varten. Internet-sivuista oli kuitenkin melko hankala päätellä, kuinka vanhaa tietoa ne sisältävät, jos tarkasteltavan artikkelin julkaisupäivää tai viimeistä päivitysajankohtaa ei ollut merkitty näkyviin. Tästä huolimatta työssä turvauduttiin myös Internet-lähteisiin silloin, kun sopivaa painettua lähdeosta ei löytynyt. Radioaaltoja ja WLAN-standardeja käsittelevää tietoa löytyi useasta eri lähteestä, minkä takia eri lähteiden tietoja pystyttiin vertailemaan kattavan käsityksen ja luotettavan lopputuloksen aikaansaamiseksi. Uusimmista matkapuhelintekniikoista löytyi myös hyvin monenlaista tietoa, niin uutta kuin vanhaakin, minkä vuoksi oleellisen tiedon valinta oli haasteellista. Sen selvittämisessä ei 3G:n ja 4G:n osalta onnistuttu aivan halutulla tavalla.

Selvitystyön lopputulos vaikuttaa melko hyvältä. Dataa olisi voinut analysoida vieläkin yksityiskohtaisemmin, mutta nyt saatujen tulosten perusteella pystytään kuitenkin luomaan käsitys JoikuSpotin käytöstä eri puolilla maailmaa. JoikuSpotin tietokanta sisältää tietoa miljoonista yhteyksistä, mikä mahdollisti JoikuSpotin käyttöön liittyvän maakoh-taisen tarkastelun. Tietokantaan tallentuneiden tietojen perusteella JoikuSpotin käyttöä voidaan käsitellä useista näkökulmista, joista tässä työssä keskityttiin erityisesti maa- ja operaattorikohtaisen datan analysointiin. Työssä tutkittiin melko laajaa maa- ja operaattorijoukkoa, minkä vuoksi yksittäisten operaattoreiden syvälinen tarkastelu ei ollut työn puitteissa mahdollista. Vastaavanlainen tutkimus voitaisiin jatkossa toteuttaa esimerkiksi puolivuositain, jolloin nähtäisiin, miten eri matkapuhelinmallien käyttömäärät muuttuvat uusien matkapuhelinmallien tullessa markkinoille. Samalla voitaisiin vertailla, miten nopeudet kehittyvät eri matkapuhelinoperaattoreiden verkoissa uusien tekniikoiden myötä. Tuloksia olisi mahdollista hyödyntää kehitettäessä sovellusta entistä paremmin käyttäjien tarpeita vastaavaksi. Myös operaattoriyhteistyötä voitaisiin kehittää saatujen tulosten perusteella.

Tulevaisuudessa voisi olla järkevää miettiä, miten vastaavanlainen tutkimus saataisiin mahdollisimman pitkälle automatisoitua, jolloin tulokset saataisiin nopeammin hyödynnettäviksi ilman aikaa vievää ja työlästä käsityön osuutta.

LÄHTEET

3GPP. [www-sivu]. Luettu 14.3.2011. <http://www.3gpp.org>

About.com. Wireless / Networking. [www-sivu]. Luettu 9.1.2011.
<http://compnetworking.about.com/>

Apple. [www-sivu]. Luettu 13.4.2011. <http://www.apple.com/finland/ipad/3g/>

Basagni, S., Conti, M. & Giordano, S., Stojmenovic, I. 2004. Mobile Ad Hoc Networking. Yhdysvallat: John Wiley & Sons, Incorporated.

Brain, M. & Wilson, T. V. How WiFi Works. [www-sivu]. Luettu 9.1.2011.
<http://computer.howstuffworks.com/wireless-network2.htm>

Coleman, D. D. & Westcott, D. A. 2009. CWNA: Certified Wireless Network Administrator Official Study Guide. Yhdysvallat: John Wiley & Sons, Incorporated.

Daily Downloads. [www-sivu]. Luettu 12.2.2011.
<http://dailydownloads4free.blogspot.com/2010/10/manet-mobile-ad-hoc-network.html>

Finlex 2007. Valtioneuvoston asetus televisio- ja radiotoimintaan sekä toimiluvanvaraiseen teletoimintaan määrättyjen taajuusalueiden käyttösuunnitelmasta. 680/2007.

Geier, J. 2010. Designing and Deploying 802.11n Wireless Networks. Yhdysvallat: Cisco Press.

GSM World. [www-sivu]. Luettu 23.1.2011. <http://www.gsmworld.com>

Harwood, M., Goncalves, M., Pemble, M. 2010. Security Strategies in Web Applications and Social Networking. Yhdysvallat: Jones & Bartlett Learning.

Hiertz, G. R., Denteneer, D., Max, S., Taori, R., Cardona, J. Berlemann, L. & Walke, B. 2010. IEEE 802.11s: The WLAN Mesh Standard. IEEE Wireless Communications 17 (1), 104–111.

ITU 2010. ITU World Radiocommunication Seminar highlights future communication technologies. Lehdistöiedote 6. joulukuuta 2010. Luettu 14.3.2011.
http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2010/48.aspx

ITU-T 1999. List of Mobile Country or Geographical Area Codes.
http://www.ictps.com/Downloads/e212_685.pdf

iXBT Labs. Development of Wireless Network Technologies: IEEE 802.11 Standard. Luettu 10.4.2011. <http://ixbtlabs.com/articles/wlan/>

Japan-guide.com. [www-sivu]. Luettu 27.1.2011. <http://www.japan-guide.com/e/e2223.html>

- Juutilainen, M. 2006. Siirtyvä tietoliikenne. [luentomateriaali].
<http://www2.it.lut.fi/kurssit/06-07/Ti5312600/luentokalvot/luento03.pdf>
- Khan, A. H., Qadeer, M. A., Ansari, J. A. & Waheed, S. 2009. 4G as a Next Generation Wireless Network. 2009 International Conference on Future Computer and Communication, 334–338.
- Korhonen, J. 2003. Introduction to 3G Mobile Communications (Second Edition). Yhdysvallat: Artech House, Incorporated.
- Minimize round-trip times. [www-sivu]. Luettu 31.3.2011.
<http://code.google.com/intl/fi-FI/speed/page-speed/docs/rtt.html>
- MVnet 2005. Langaton kotiverkko. [www-sivu]. Luettu 6.9.2010.
http://www.mvnet.fi/index.php?osio=Tietokoneet&sivu=Langaton_kotiverkko
- Net Index. [www-sivu]. Luettu 17.1.2011. <http://www.netindex.com/>
- Netgear. [www-sivu]. Luettu 9.1.2011. <http://kb.netgear.com/>
- Raunio, H. 2010. 4G on vielä vajaa. Tekniikka & Talous 5.11.2010, 16–17.
- Saching.com. [www-sivu]. Luettu 12.1.2011. <http://www.saching.com>
- Siltala, V. 2009. Kuuma linja Kiinaan - Internet Kiinassa. Luettu 11.4.2011.
<http://fi.radio86.com/ihmiset-elama/kuuma-linja-kiinaan/kuuma-linja-kiinaan-internet-kiinassa>
- Speedtest.net. [www-sivu]. Luettu 17.1.2011. <http://speedtest.net/>
- Spoonauer M. 2010. What's the Best Mobile Hotspot Smart Phone?. Luettu 6.3.2011.
<http://blog.laptopmag.com/what%E2%80%99s-the-best-mobile-hotspot-phone>
- T-Mobile HotSpot 2010. [www-sivu]. Luettu 6.3.2011. <http://hotspot.t-mobile.com>
- Viestintävirasto. [www.sivu]. Päivitetty 1.3.2010. Luettu 23.1.2011.
http://www.ficora.fi/index/viestintavirasto/esittely/kansallinenyhteisty_13_1/taajuuksienkaytostasovitaanradioviestintakonferensseissa.html
- Wi-Fi Alliance: Discover and Learn. [www-sivu]. Luettu 25.5.2010. http://www.wi-fi.org/discover_and_learn.php
- Wireless Router & Networking 2009. Luettu 27.2.2011. <http://www.wireless-router-net.com/wp-content/uploads/2009/08/infrastructure-mode.gif>
- Zheng, P., Peterson, L., Davie, B. & Farrel, A. 2009. Wireless Networking Complete. Yhdysvallat: Morgan Kaufmann Publishers.

LIITTEET

Liite 1. Lyhenteet ja termit

Liite 2. Matkaviestinnän maatunnukset

2G	Second Generation, matkapuhelinteknologia
3G	Third Generation, matkapuhelinteknologia
4G	Fourth Generation, matkapuhelinteknologia
ACK	Acknowledgement, vastaanottokuittaus lähettäjälle, kun ilmoitus (paketti) on vastaanotettu
AP	Access Point, liityntäpiste
BSS	Basic Service Set, liityntäpiste ja siihen yhteydessä olevat laitteet muodostavat BSS:n
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations, Euroopan radio-, tele- ja postihallintojen yhteistyöjärjestö
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance, tietoliikenteen vuoronvarausmenetelmä, jolla WLAN-verkko jaetaan käyttäjien kesken
CTS	Clear To Send, liityntäpisteen vastaus RTS:ään, jos se on vapaa vastaanottamaan dataa
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol, protokolla, jonka avulla verkkopalvelin jakaa verkko-osoitteet laitteille.
DNS	Domain Name System, nimipalvelujärjestelmä, joka avulla tekstimuotoiset verkko-osoitteet muuntuvat IP-osoitteiksi ja päinvastoin
EHF	Extremely High Frequency, taajuusalue 30–300 GHz
ELF	Extremely Low Frequency, taajuusalue 3–30 Hz
ESS	Extended Service Set, kaksi tai useampi BSS muodostavat ESS:n
FCC	Federal Communications Commission, Yhdysvaltain Telehallintovirasto
GPRS	General Packet Radio Service, toisen sukupolven matkapuhelintekniikka
GSM	Global System for Mobile communications, toisen sukupolven matkapuhelintekniikka
HF	High Frequency, taajuusalue 3–30 MHz
HSDPA	High-Speed Download Packet Access

HSPA	High Speed Packet Access, yhteisnimitys HSDPA:lle ja HSUPA:lle
HSUPA	High-Speed Upload Packet Access
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IMSI	International Mobile Subscriber Identity, SIM-kortille tallennettu enintään 15 merkinen numerosarja, joka yksilöi matkapuhelimen käyttäjän.
IP Address	IP-osoite. Internetpalveluntarjoaja jakaa verkko-osoitteen jokaiselle verkossa olevalle laitteelle. Muodostuu neljästä pisteellä erotellusta luvusta välillä 0–255.
ITU	International Telecommunication Union, Kansainvälinen televiestintäliitto
JS	JoikuSpot
LF	Low Frequency, taajuusalue 30–300 kHz
LTE	Long Term Evolution, matkapuhelintekniikka
LTE-A	Long Term Evolution Advanced
MAC Address	Media Access Control Address, verkkokortin yksilöllinen osoite. Muodostuu kuudesta kaksimerkkisestä heksadesimaalinumerosta.
MANET	Mobile Ad Hoc Network
MF	Medium Frequency, taajuusalue 300–3000 kHz, käytetään puhuttaessa keskitaajuuksista
NAT	Network Address Translation, lähiverkon sisäisten IP-osoitteiden muuntaminen yhdeksi ulkoiseksi IP-osoitteeksi
NTIA	National Telecommunications and Information Administration
RTS	Request To Send, datapaketti, jonka tietokone lähettää liityntäpisteelle ennen varsinaisen datan lähettämistä. Vastauksena CTS.
RTT	Round Trip Time, läpimenoaika
SHF	Super-high Frequency, taajuusalue 3–30 GHz
SIM-kortti	Subscriber Identity Module, matkaviestimeen sijoitettava kortti, joka sisältää käyttäjän tunnistamiseen ja radioliikenteen salaamiseen tarvittavia tietoja
SSID	Service Set Identifier, langattoman verkon tunniste
UHF	Ultra-high Frequency, taajuusalue 300 MHz - 3 GHz

WEP	Wired Equivalent Privacy, langattoman verkon suojausmenetelmä
VHF	Very High Frequency, taajuusalue 30–300 MHz
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WLAN	Wireless Local Area Network, langaton lähiverkko
VLF	Very Low Frequency, taajuusalue 3–30 kHz
WPA	Wi-Fi Protected Access, langattoman verkon suojausmenetelmä, vaikeampi murtaa kuin WEP
WRC	World Radiocommunication Conference, maailmanlaajuinen radiotaajuuskonferenssi

MATKAVIESTINNÄN MAATUNNUKSET

LIITE 2

Maa	Matkaviestinnän maatunnus
Brasilia	724
Espanja	214
Intia	404, 405, 406
Iso-Britannia	234, 235
Italia	222
Kiina	460, 461
Saksa	262
Suomi	244
Venäjä	250
Yhdysvallat	310, 311, 312, 313, 314, 315, 316

(mukaillen ITU-T 1999)