

Opinnäytetyö (AMK)

Tietojenkäsittely

Yrityksen tietoliikenne ja tietoturva

2015

Rami Sillanpää

LANGATTOMIEN RADIOMIKROFONIEN KÄYTTÖ TAAJUUSALUEELLA 470 – 790 MHZ

Tapaustutkimus: Turku & Dublin



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tietojenkäsittely | Yrityksen tietoliikenne ja tietoturva

2015 | 40 sivua

Ohjaaja: Jarkko Paavola

Rami Sillanpää

LANGATTOMIEN RADIOMIKROFONIEN KÄYTTÖ TAAJUUSALUEELLA 470-790 MHZ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kuinka paljon radiomikrofoneja on käytössä Turun ja Dublinin keskustan alueilla, jotta saataisiin selville kuinka paljon 470-790 MHz taajuusalueella on jäljellä käyttämättömiä taajuuksia, white spacea. Vapaiden taajuuksien käytön tehostamista vastaamaan kasvavaa langattoman tiedonsiirron tarvetta tutkitaan eri puolilla maailmaa. Tästä niin sanotusta white space -tutkimuksesta kerrotaan opinnäytetyön ensimmäisessä luvussa.

Opinnäytetyö tehtiin WISE-projektille ja Dublinin osuus tehtiin yhteistyössä CTVR-tutkimuskeskuksen kanssa. WISE-projekti tutkii radiomikrofonien suojausta geolokaatitietokannalla ja toimii Turun ammattikorkeakoulun sekä Turun yliopiston yhteydessä.. CTVR on Irlantilainen telekommunikaatitutkimuskeskus, jonka tutkimus keskittyy langattomiin ja optisiin verkkoihin ja heidän toimitilat sijaitsevat Dublinissa Trinity Collegen yhteydessä.

Tutkimus tehtiin kyselytutkimuksena, sähköpostin avulla ja yrityksissä käyden. Kappaleessa kaksi esitellään tutkimuksessa käytetyt ohjelmat ja kappaleessa kolme kerrotaan tarkemmin kyselytutkimuksen tekemisestä.

Tutkimuksen tulos oli, että Dublinissa lähes ainoat kiinteästi sijaitsevat langattomat radiomikrofonit löytyivät Trinity Collegen omista auditorioista. Langattomia radiomikrofoneja kaikella todennäköisyydellä kuitenkin on vaikka niitä ei tutkimuksessa vastaan tullutkaan. Tästä kerrotaan opinnäytetyön tuloksissa tarkemmin. Turussa langattomien radiomikrofonien käyttö on yleisempää, mutta vastaan tuli muun muassa toimijoiden haluttomuus osallistua tutkimukseen. Radiomikrofonien osalta tutkimuksen tulokset ovat niin vähäiset, että on mahdotonta antaa radiomikrofonien käytön määrästä kunnollista tulkintaa. Tutkimuksen suurin antina voidaan pitää opinnäytetyön lopussa olevaa selvitystä, miten vastaavanlaista tutkimuksen tekemistä voisi parantaa. Nämä ehdotukset esitellään opinnäytetyön lopussa, tulosten analysoinnissa sekä johtopäätöksissä.

ASIASANAT:

White space, TV-white space, langaton tiedonsiirto, PMSE, langaton radiomikrofoni

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Business Information Technology | Data Communications and Information Security

2015 | 40 pages

Instructor: Jarkko Paavola

Rami Sillanpää

THE USAGE OF WIRELESS RADIO MICROPHONES IN FREQUENCY BAND 470-790 MHZ

The subject of this bachelor's thesis was to determine the possible use and extent of wireless radio microphone in the city centers of Turku and Dublin. The study was carried out as part of the WISE project and in collaboration with the CTVR. The WISE project studies protecting radio microphones with a geolocation database and is based in Turku University of Applied Sciences and Turku University. The CTVR is a telecommunications research center in Ireland focusing on wireless and optical networks and locates in Trinity College Dublin area.

Thesis was conducted as a survey via email and by visiting business premises. The programs used for the study are presented in chapter two followed by an in-depth description in chapter three on the way the study was conducted.

As a result of the study, no conclusive remarks can be made about how many wireless radio microphones there are as the operators' interest to participate in the study was low and specific information was almost nonexistent. The best part of this thesis can be said to be the improvement suggestions for conducting a similar study in the future. The results and conclusions are presented in detail at the end of the thesis in their respective chapters.

KEYWORDS:

White space, TV white space, wireless broadband, PMSE, wireless radiomicrophone

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
1.1 Yleistä	7
1.2 Tutkimusongelma	7
1.3 Langattoman tietoliikenteen tulevaisuus	7
1.4 Langattomien radiomikrofonien suojaus	9
2 HYÖDYNNETYT OHJELMISTOT JA JÄRJESTELMÄT	10
2.1 Radiomikrofonikäyttäjän ohjelmat	10
2.2 Tutkimuksessa käytetyt ohjelmat	13
3 TAPAUSTUTKIMUS: MIKROFONITIE TOJEN KERÄÄMINEN TURUSSA JA DUBLINISSA	16
3.1 Prosessin kuvaus	16
3.2 Käytetyt tiedonkeruumenetelmät	20
3.3 Otos	21
4 TULOKSET	22
4.1 Dublin	22
4.2 Turku	23
5 TULOSTEN ANALYSOINTI	24
5.1 Dublin	24
5.2 Turku	26
5.3 Skenaariot	27
6 AJATUKSET, PÄÄTELMÄT JA SUOSITUKSET	28
LÄHTEET	30

LIITTEET

- Liite 1. Dublin, organisaatiot
- Liite 2. Turku, organisaatiot
- Liite 3. Sähköposti, Dublin
- Liite 4. Sähköposti, Turku

KUVAT

Kuva 1. PMSE Manager.	11
Kuva 2. White Space Map Analyzer.	13
Kuva 3. Dublin, mastot.	17
Kuva 4. Dublin, "priority zone".	18
Kuva 5. Dublin, organisaatiot.	19
Kuva 6. Turku, organisaatiot.	20

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Turun ammattikorkeakoulussa toimivalle WISE-projektille. WISE-projektissa tutkitaan PMSE -laitteiden, eli muun muassa langattomien radiomikrofonien, suojaamista geolokaatitietokannalla tulevaisuudessa, jos TV-taajuusalueen 470-790 MHz käyttöä tullaan tehostamaan tuomalla markkinoille white space -laitteita. Turussa on tehty white space -tutkimusta WISE-projektissa vuodesta 2011 lähtien. Turussa on white space -testialueeksi myönnetty 40 x 40 km kokoinen alue (Fairspectrum 2012).

White space tarkoittaa taajuusalueella olevia käyttämättömiä taajuuksia. Kun TV-lähetykset vaihtuivat analogisista digitaalisiksi, taajuusalueella 470-790 MHz vapautui taajuuksia muuhun käyttöön. Ensimmäiseksi tälle taajuusalueelle ohjattiin langattomat radiomikrofonit. WISEn tutkimus pyrkii selvittämään, kuinka paljon näillä taajuuksilla tällä hetkellä on käytössä langattomia radiomikrofoneja ja jääkö niiden tarvitsemien taajuuksien jälkeen alueelle edelleen käyttämättömiä taajuuksia, eli white spacea. Jos käyttämättömiä taajuuksia edelleen jää, pyritään nämä taajuudet mahdollisesti ottamaan käyttöön ja hyödyntämään langattomaan tiedonsiirtoon tuomalla alueelle myös white space -laitteita. White space -laitteeksi kutsutaan laitteita, jotka voivat hyödyntää näitä vapaana olevia taajuuksia langattomassa tiedonsiirrossa etsimällä vapaana olevat taajuudet tietokannasta. White space -laitteet hyödyntävät käyttämättömien taajuuksien etsimiseen geolokaatitietokantaa, jotta laitteet eivät käyttäisi jo käytössä olevia taajuuksia ja mahdollisilta häiriöiltä välttyttäisiin.

Tämän opinnäytetyön tutkimus aloitettiin suorittamalla työharjoittelu Turussa ja Dublinissa kesällä 2013. Aiheen ajankohtaisuuden sekä laajuuden vuoksi samasta aiheesta päätettiin myös tehdä opinnäytetyö.

1.1 Yleistä

Alati kehittyvässä yhteiskunnassa tuotetaan uutta teknologiaa, se halpenee ja tulee yhä useamman ihmisen saataville. Tämä aiheuttaa muun muassa langattoman tiedonsiirron tarpeen kasvua, mikä vuorostaan aiheuttaa tarpeen saada lisää taajuuksia käyttöön. (Kaleva 2013.)

Alalla pyritään valmistautumaan langattoman tiedonsiirron tarpeen kasvun moninkertaistumiseen. Lähteestä riippuen tiedonsiirron kasvun arvioidaan olevan vuoden 2010 lukemien 33-kertaistumisesta (EU 2013) jopa tuhatkertaiseen (Qualcomm 2013) vuoteen 2020 mennessä. Vastausta tiedonsiirron tarpeen lisääntymiseen haetaan monin eri keinoin, joista kerrotaan lisää myöhemmin johdannon luvussa ”1.3 Langattoman tietoliikenteen tulevaisuus”.

1.2 Tutkimusongelma

Tässä lopputyössä tutkitaan langattomien mikrofoniin käytön yleisyyttä TV-taajuusalueella 470-790 MHz, suojausta tietokannalla, tarkastellaan erilaisia mahdollisuuksia niiden saamiseksi tietokantaan tehokkaampaa hallintaa varten sekä tarkastellaan kuinka paljon taajuusalueelta jää tilaa white space -laitteille Turussa ja Dublinissa.

1.3 Langattoman tietoliikenteen tulevaisuus

Kirjallisuudessa lisääntyneeseen taajuuksien tarpeeseen tarjotaan kolmenlaista ratkaisumallia. Ensinnä voidaan kehittää teknologiaa niin, että tietoa saadaan kulkemaan enemmän samalla spektrin käytöllä. Tämä tarkoittaisi olemassa olevien mobiiliverkkojen (3G sekä 4G) parantamista (Qualcomm 2013) tai kokonaan uuden mobiiliverkon kehittämistä (5G). 5G-verkon kehittäminen on aloitettu 2008 esimerkiksi Etelä-Koreassa (Unwired View 2008). Nykyisin tutkimusta tehdään eri puolilla maailmaa, myös muun muassa Suomessa (Oulu 2012). Euroopan komission varapresidentti Neelie Kroes tarjosi alustavasti 50 miljoonaa euroa 5G

verkkojen tutkimukselle sekä käyttöön saattamiselle vuoteen 2020 mennessä. Leijonanos, 16 miljoonaa, tästä summasta menee EU:n Komission osittain rahoittamalle 5G-verkon tutkimukseen perustetulle projektille nimeltä METIS. (EU 2013.)

Toinen ratkaisu olisi mobiiliverkon pienemmät solut, eli pienitehoisia tukiasemia tiheästi ympäristöön sijoitettuna. Tukiasemia voisi olla sijoitettuna rakennuksiin sisälle tai ulkona esimerkiksi lyhtypylväisiin. Ratkaisu perustuu siihen, että yhden ison tukiaseman, joka kattaa suuren alueen, sijasta jaetaan työ useille pienille tukiasemille. Yhden suuren tukiaseman kapasiteetti tulee nopeasti täyteen, kun taas monelle pienelle tukiasemalle jaettu työn määrä jää laitekohtaisesti pieneksi, eikä yhden pienen aseman kapasiteetti näin ollen tule vastaan yhtä helposti. (Qualcomm 2013, Femtocell 2014.)

Kolmanneksi ratkaisuksi tarjotaan taajuusalueiden lisäämistä mobiilioperaattoreiden käyttöön. Ensisijaisesti tämä tapahtuisi huutokauppojen kautta lisensoimalla lisää spektriä 3G/4G käyttöön. Taajuusalueita voidaan myös saattaa langattomaan tiedonsiirtoon käytettäväksi jakamalla käyttöön lisensoituja, mutta käyttämättömiä taajuuksia. (Qualcomm 2013.) Opinnäytetyössä keskitytään juuri tähän ratkaisuun, jota kutsutaan spektrin jakamiseksi (spectrum sharing). Spektrin jakamisella tarkoitetaan taajuusalueiden vapauttamista muiden käyttäjien saattaville silloin, kun itse lisenssin omistaja ei tarvitse omaa taajuusaluettaan (Google 2013). Tässä tapauksessa radiomikrofonien lisenssien haltijat voisivat vapauttaa käyttämänsä taajuudet langattoman tiedonsiirron käyttöön silloin, kun he itse eivät käytä mikrofonejaan. Jaettua spektriä on jo käytössä lisensoimattoilla taajuusalueilla, kuten 2,4 GHz:n taajuusalue, jolla toimii esimerkiksi sekä WiFi- että Bluetooth-laitteet. Laitteet käyttävät samaa taajuusaluetta, mutta tunnistavat sieltä vapaita kanavia, joilla operoida. Tällaisella spektrin jakamisella voidaan tulevaisuudessa hyödyntää myös lisensoituja taajuusalueita langattomaan tiedonsiirtoon käyttämällä white space -laitteita.

1.4 Langattomien radiomikrofonien suojaus

Langattomat radiomikrofonit toimivat, white space -laitteiden tapaan, TV-taajuusalueella 470 - 790 MHz. On mahdollista, että mikrofonin sekä white space -laitteen osuessa samalle taajuudelle aiheuttavat ne toisilleen käytössä häiriötä. Langattomia mikrofoneja käytetään muun muassa kouluissa, konferenssiloissa, kirkoissa, teattereissa, konserteissa, karaokebaareissa sekä muussa ohjelmatuotannossa (esim. Voice of Finland). Tällaisessa ammattikäytössä on olennaista että mikrofonit toimivat keskeytyksettä ja siksi langattomien mikrofonien suojaaminen tulee olemaan olennaista, jos white space -laitteet tulevat markkinoille. White space -laitteelle pieni häiriö käytössä ei ole suuri ongelma eikä juuri näy käytössä, mutta langattomille mikrofoneille aiheutuva häiriö ei ole hyväksyttävää. Pienetkin katkokset mikrofonien käytössä erottuvat kuulijoille.

White space -tutkimusta tehdään laaja-alaisesti ympäri maailmaa, muun muassa Yhdysvalloissa, Singaporessa, Etelä-Afrikassa, Filippiineillä sekä Skotlannissa (TechRepublic 2014) unohtamatta eri puolella Suomea tehtävää tutkimusta. Wilmingtonissa, USA:ssa, white space on jo kaupallisessa käytössä (TechRepublic 2014) ja Englannissa on käynnissä esikaupallinen pilotti (Ofcom 2014, Computing 2013).

2 HYÖDYNNETYT OHJELMISTOT JA JÄRJESTELMÄT

Tässä luvussa esitellään WISE-projektin tarjoamat työkalut langattomien mikrofonien hallintaan sekä tutkimuksen datankeruussa käytettyjä ohjelmistoja.

2.1 Radiomikrofonikäyttäjän ohjelmat

PMSE Manager

PMSE Manager on WISE-projektissa tehty radiomikrofonitietokanta, jonka käyttämisestä on kuvakaappaus kuvassa 1. PMSE Managerin tietokanta sisältyy helsinkiläisen start-up yrityksen Fairspectrumin geolokaatitietokantaan. Jäljempänä puhuttaessa (radiomikrofoni)tietokannasta tarkoitetaan PMSE Managerin tietokantaa sekä Fairspectrumin geolokaatitietokantaa yhdistettynä toisiinsa. Palvelun avulla pyritään suojaamaan siihen syötettyjen langattomien mikrofonien taajuuksia häiriöiltä. Palveluun voidaan tallentaa organisaation nimi ja sähköpostiosoite sekä mikrofonien nimet, sijainnit, käytetyt taajuuksien ja käyttöajankohdat.

PMSE Manager

Wireless microphone manager

Asemat Lisenssit Organisaatio Oma käyttäjätilini Kirjaudu ulos

▼ Mikrofonioryhmät - Valitse suojattava mikrofonioryhmä

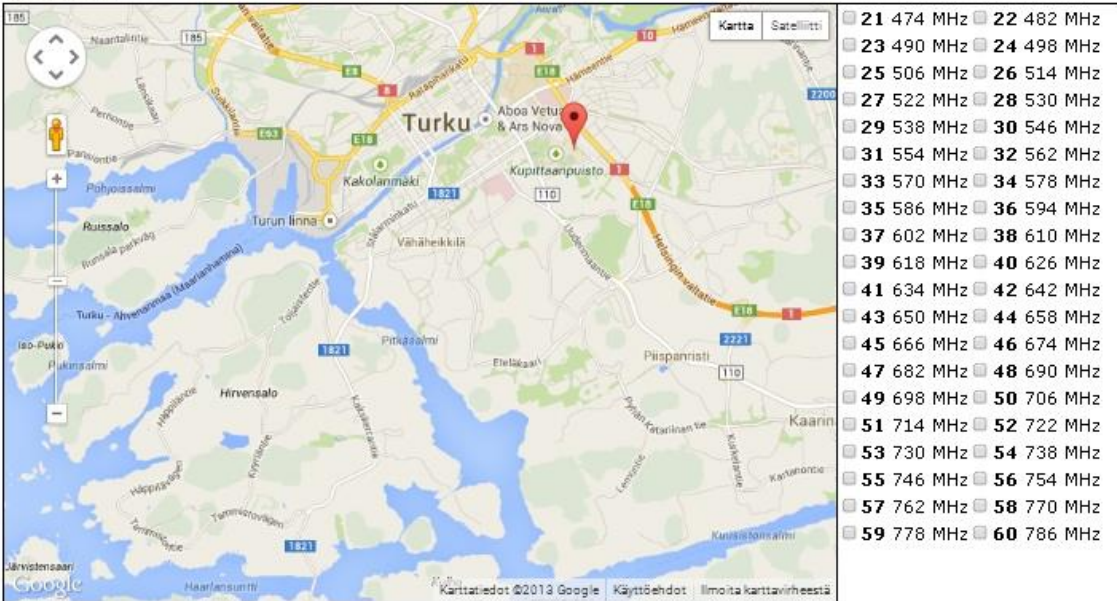
PMSE mikrofonit

Kartta Postiosoite

Aseman nimi	Aseta sijainti	Leveysaste	Pituusaste	MHz ala	MHz ylä	Aloituspäiv	Kello	Lopetuspäiv	Kello	Sisätit
Asema_1	Avaa kartta	60.445365	22.298812	MHz	MHz	17.12.201	21:27	17.12.2015	21:27	a <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Tallenna asema Peruuta

Close map



<input type="checkbox"/> 21 474 MHz	<input type="checkbox"/> 22 482 MHz
<input type="checkbox"/> 23 490 MHz	<input type="checkbox"/> 24 498 MHz
<input type="checkbox"/> 25 506 MHz	<input type="checkbox"/> 26 514 MHz
<input type="checkbox"/> 27 522 MHz	<input type="checkbox"/> 28 530 MHz
<input type="checkbox"/> 29 538 MHz	<input type="checkbox"/> 30 546 MHz
<input type="checkbox"/> 31 554 MHz	<input type="checkbox"/> 32 562 MHz
<input type="checkbox"/> 33 570 MHz	<input type="checkbox"/> 34 578 MHz
<input type="checkbox"/> 35 586 MHz	<input type="checkbox"/> 36 594 MHz
<input type="checkbox"/> 37 602 MHz	<input type="checkbox"/> 38 610 MHz
<input type="checkbox"/> 39 618 MHz	<input type="checkbox"/> 40 626 MHz
<input type="checkbox"/> 41 634 MHz	<input type="checkbox"/> 42 642 MHz
<input type="checkbox"/> 43 650 MHz	<input type="checkbox"/> 44 658 MHz
<input type="checkbox"/> 45 666 MHz	<input type="checkbox"/> 46 674 MHz
<input type="checkbox"/> 47 682 MHz	<input type="checkbox"/> 48 690 MHz
<input type="checkbox"/> 49 698 MHz	<input type="checkbox"/> 50 706 MHz
<input type="checkbox"/> 51 714 MHz	<input type="checkbox"/> 52 722 MHz
<input type="checkbox"/> 53 730 MHz	<input type="checkbox"/> 54 738 MHz
<input type="checkbox"/> 55 746 MHz	<input type="checkbox"/> 56 754 MHz
<input type="checkbox"/> 57 762 MHz	<input type="checkbox"/> 58 770 MHz
<input type="checkbox"/> 59 778 MHz	<input type="checkbox"/> 60 786 MHz



Kuva 1. PMSE Manager.

Shure Workbench

Shure Workbench on kattava ohjelma Shuren langattomien laitteiden hallintaan. Sen avulla voidaan muun muassa skannata alueella vapaana olevia taajuuksia ja asettaa nämä Shuren langattomiin mikrofoneihin käyttöön esimerkiksi esityksen ajaksi.

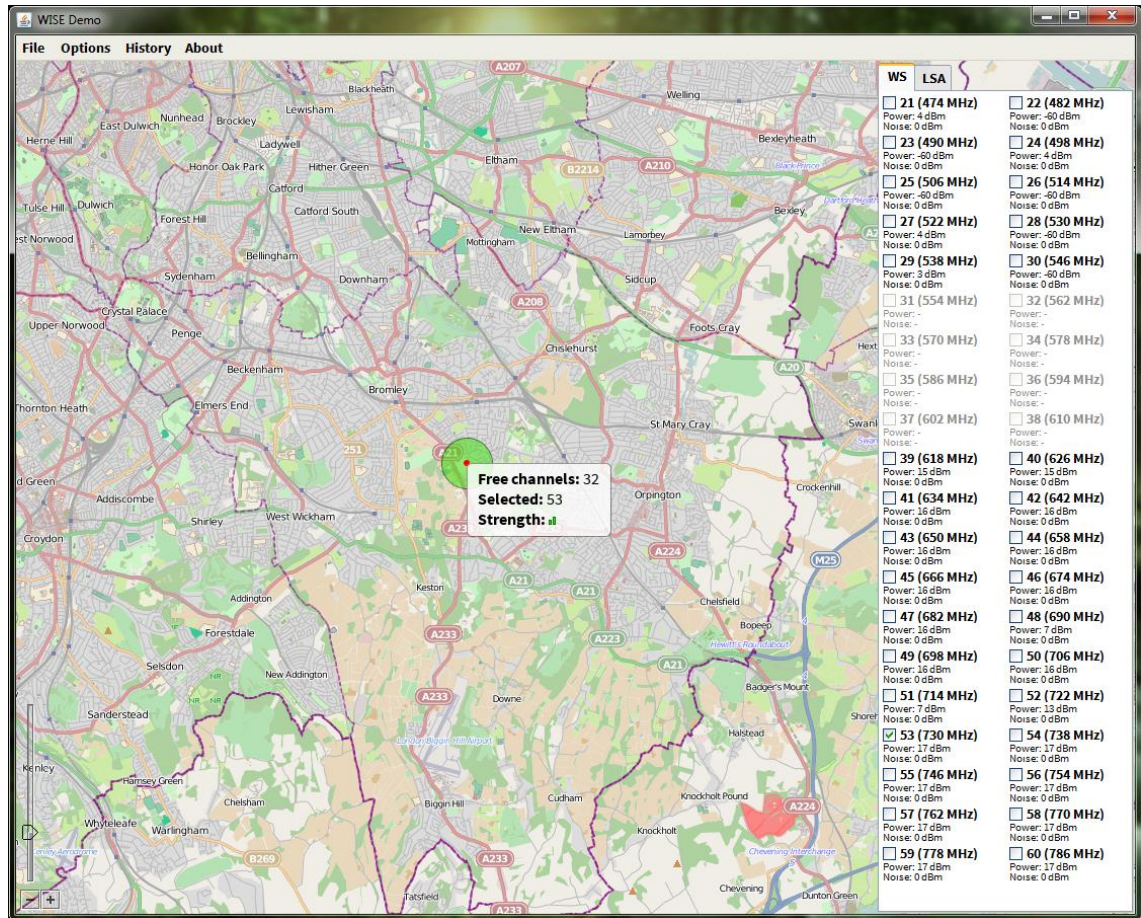
Workbenchin toimintaa on integroitu PMSE Manageriin erillisellä sovelluksella. Workbenchillä voidaan tallentaa skannauksen tiedot lokitiedostoon ja se voidaan ajaa PMSE Manageriin tämän sovelluksen kautta. Sovellus tulkitsee tiedostosta vapaat taajuudet ja asettaa ne tietokantaan automaattisesti.

Android-sovellus

Android -sovelluksen avulla voidaan osoittaa käytettävän mikrofoniin sijainti reaaliajassa. Siihen kirjaututaan PMSE Manageriin luodulla käyttäjätunnuksella. Sovellus tarkkailee laitteen GPS-koordinaatteja ja ilmoittaa sijaintitiedot PMSE Managerille 10 sekunnin välein. Sovelluksen kohdeyleisö on mikrofoniikäyttäjät, jotka ovat liikkeessä, kuten esimerkiksi reportterit.

White Space Map Analyzer

White Space Map Analyzer on tarkoitettu helppokäyttöiseksi karttasovellukseksi, jolla voidaan tarkistaa karttanäkymän avulla jonkin sijainnin vapaat taajuusalueet ja kanavat. Sovelluksesta on näkymä kuvassa 2. Sovellus on saatavilla Windows -käyttöjärjestelmällä toimiville laitteille.



Kuva 2. White Space Map Analyzer.

2.2 Tutkimuksessa käytetyt ohjelmat

Sähköposti

Sähköposti on tarkoitettu viestien lähettämiseen internetin välityksellä. Erilaisia ilmaisia sähköpostipalveluja löytyy paljon. Tutkimusta tehtäessä käytössä olivat Turun ammattikorkeakoulun opiskelijasähköpostiosoitteet sekä henkilökohtaiset Gmail-sähköpostiosoitteet.

Sähköposti oli alun perin ensisijainen yhteydenottoväline yrityksiin. Sähköpostin ajateltiin olevan helppo lähestymis- ja kommunikointitapa, johon jokainen voisi tutustua ajallaan ja vastata, kun muilta kiireiltään ehtii. Sähköpostia käytettiin myös yhteydenpitoon Suomen ja Dublinin välillä.

Google Maps

Google Maps on Googlen tarjoama ilmainen karttapalvelu. Maps:in avulla voi etsiä erilaisia kohteita syöttämällä hakusanoja hakukenttään, luoda ja muokata omia karttoja sekä jakaa ne muille ihmisille nähtäväksi. Hakukenttään syöttämällä hakusanan, esimerkiksi ”kirkko turku”, näyttää palvelu Turussa sijaitsevat kirkot. Yrityksen tai liikkeen sijaintia osoittavaa kuvaketta hiirellä klikatessa saa lisää tietoa paikasta, esimerkiksi puhelinnumeron, postiosoitteen ja internetsivun osoitteen.

Googlen karttapalvelua käytettiin pääasiallisena lähteenä kerätessä tietoja mahdollisten langattomia radiomikrofoneja käyttävien organisaatioiden sijainneista sekä yhteystiedoista.

Google Docs

Google Docs on Googlen tuoteperheeseen kuuluva pilvipalvelu, jota voi käyttää ilmaiseksi Google -tilillä. Google Docs on Googlen vastine Microsoftin Office -ohjelmistopakettille, joka tarjoaa mahdollisuuden luoda muun muassa teksti- ja taulukkodokumentteja sekä diaesityksiä. Google Docs oli valinta lähes kaikkeen dokumentointiin sekä raportointiin.

Evernote

Evernote on internetissä toimiva pilvipalvelu, joka sopii muun muassa muistiinpanojen kirjoittamiseen ja muistioiden jakamiseen muille käyttäjille. Sovellukseen voi luoda oman käyttäjätunnuksen ilmaiseksi. Evernotea käytettiin viikoittaiseen, ja ajoittain päivittäiseen, raportointiin. Palvelusta on myös saatavilla mobiililaitteille tarkoitetut ilmaiset sovellukset.

Skype

Skype on ilmainen sovellus, jonka avulla sovelluksen käyttäjät voivat soittaa ääni- ja videopuheluita internetissä. Käyttäjä luo oman tunnuksen sovellusta varten, jonka jälkeen ilmaiset puhelut on kenen tahansa saatavilla, riippumatta sijainnista ja etäisyydestä internet-yhteyden ollessa ainoa edellytys. Sovellus on saatavissa ilmaiseksi Windows-, Linux- sekä Mac OS X-tietokoneille, kuten myös lukuisille eri mobiililaitteille. Sovellusta käytettiin konferenssipuheluiden pitämiseen Turun ja Dublinin välillä.

3 TAPAUSTUTKIMUS: MIKROFONITIE TOJEN KERÄÄMINEN TURUSSA JA DUBLINISSA

Tietoja langattomien radiomikrofonien käytöstä kerättiin Turussa sekä Dublinissa kesän ja syksyn aikana 2013. Tietoa langattomien mikrofonien sijainneista sekä käytettävistä taajuuksista kerättiin suoraan potentiaalisilta käyttäjiltä. Organisaatioihin otettiin yhteyttä sähköpostilla sekä käymällä paikan päällä.

Lähtökohtaisesti langattomien radiomikrofonien käyttäjistä sekä sijainneista ei ollut tietoa, eikä ollut olemassa valmista rekisteriä, josta tietoja organisaatioista olisi voinut etsiä. Tutkimus aloitettiin tyhjältä pöydältä, omiin johtopäätöksiin nojaten, jotta saataisiin selville minkälaisista organisaatioista langattomia mikrofoneja voisi löytää.

3.1 Prosessin kuvaus

Tutkimus aloitettiin etsimällä yrityksiä ja yhdistyksiä, jotka saattaisivat käyttää langattomia radiomikrofoneja. Esitutkimuksen perusteella todettiin, että todennäköisimpiä paikkoja etsiä langattomia radiomikrofoneja ovat koulut, konferenssitilat, kirkot, teatterit, konserttitilat sekä karaokebaarit.

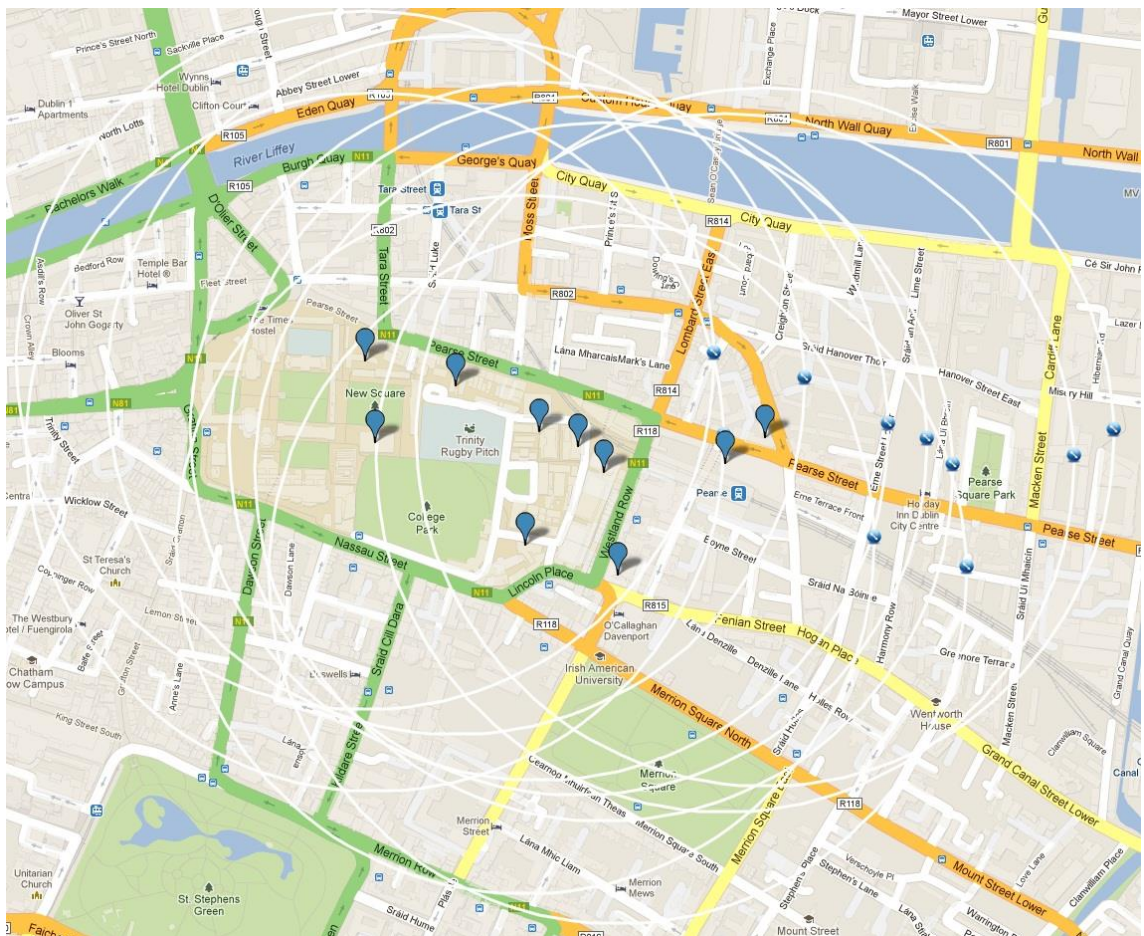
Tämän jälkeen tietoja organisaatioista ryhdyttiin etsimään käyttämällä Google Maps -sovellusta. Löydetyt tiedot, sähköpostiosoite, käyntiosoite, internetsivujen osoite sekä puhelinnumero, syötettiin Google Docs:in taulukko-ohjelmaan talteen ja lopuksi koostettiin karttakuva yrityksistä Google Maps:in Maps Engine:llä. Kartat esitellään kaupunkikohtaisesti seuraavaksi.

Dublin

Dublin saatiin tutkimuskohteeksi, kun Irlannin suurin telekommunikaatiotutkimuslaitos, Trinity College Dublinin yhteydessä toimiva CTVR esitti ehdotuksen yhteistyöstä Turun ammattikorkeakoululle, koska heillä on alkamassa white space

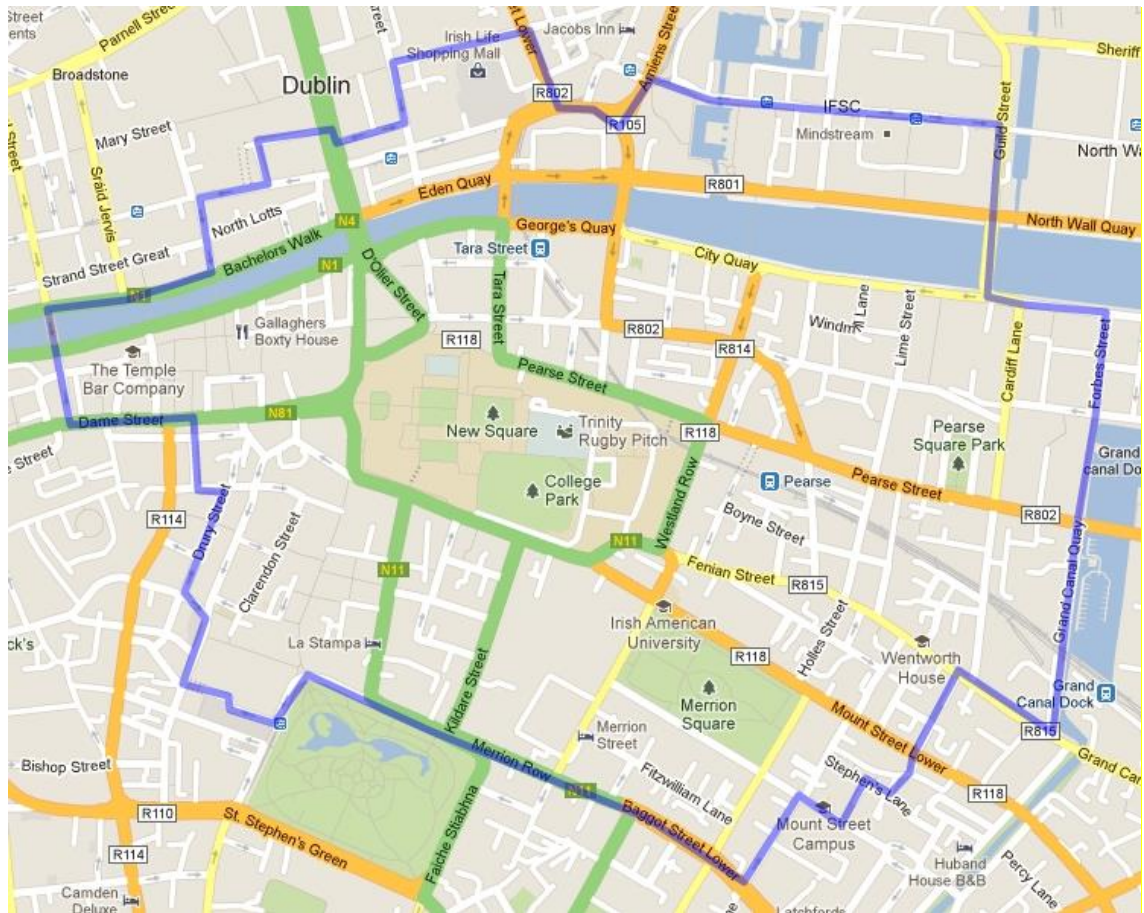
-pilotti. CTVR tekee tietoliikennetutkimusta, joka painottuu langattomien ja optisten verkkojen tutkimukselle. CTVR työllistää yli 80 aktiivista tutkijaa. (CTVR 2014.)

Google Maps:in avulla luotiin kartta, johon rajattiin Dublinissa tutkittava alue. Tämä alue luotiin Fairspectrumilta saatujen tietojen perusteella siitä, missä asennettuja white space -mastoja sijaitsee. Luotu karttakuva mastojen sijainneista on kuvassa 3. Jokaiselle mastolle määritettiin 500 metrin kantama, joka näkyy kuvassa valkoisella renkaalla.



Kuva 3. Dublin, mastot.

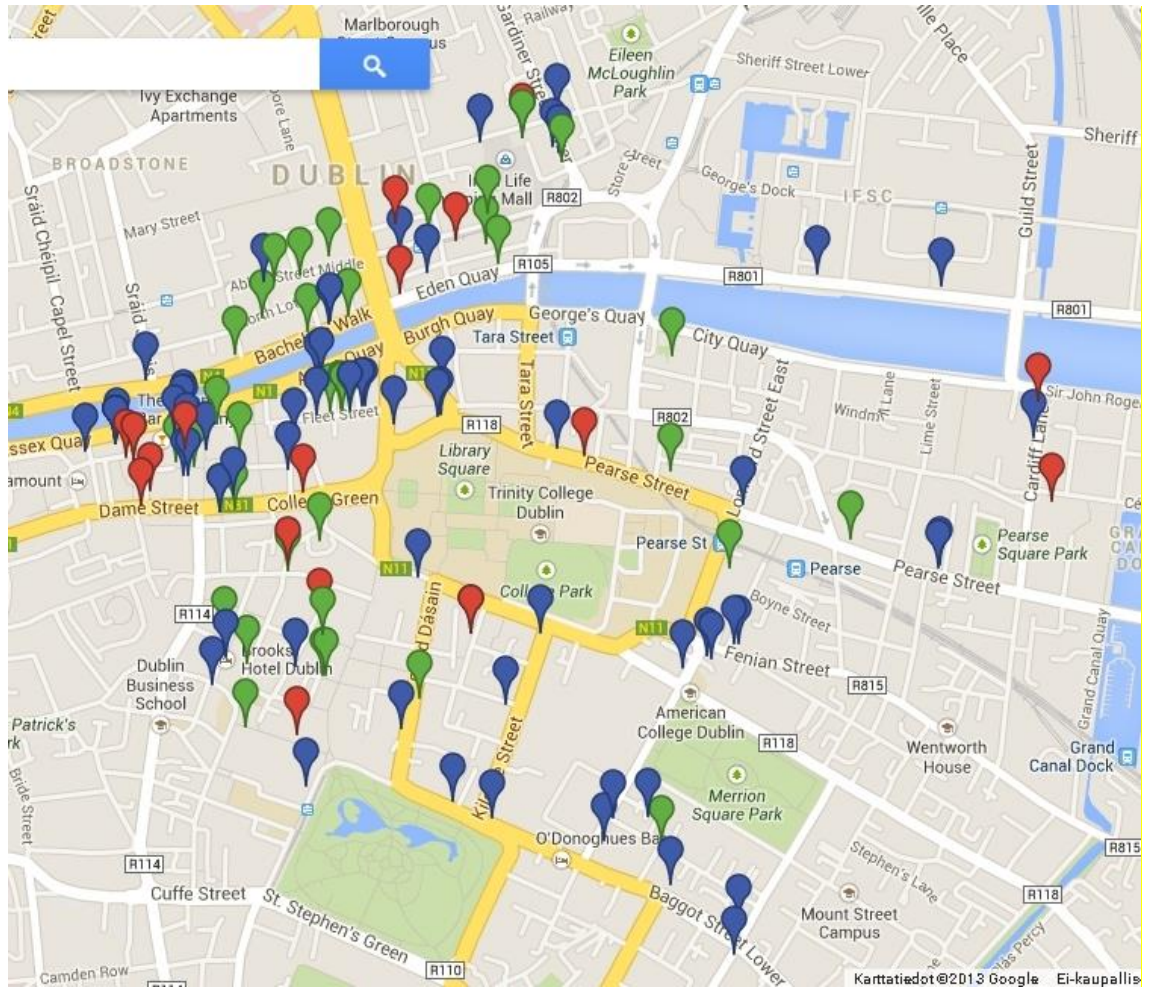
Mastojen sijoittamisen jälkeen piirrettiin kartalle rajattu alue, kuvassa 4, joka kattoi kaikkien antennien kantaman. Rajaus tehtiin kattamaan vähintään mastojen kantama seuraten lähimpiä teitä.



Kuva 4. Dublin, "priority zone".

Kaikki potentiaaliset langattomia mikrofoneja käyttävät organisaatiot, jotka Google Maps:in avulla rajatulta alueelta löydettiin, yhdistettiin Google Maps Engine:n beta versiossa yhdeksi kartaksi. Kuvassa 5 sinisellä merkatut paikat ovat hotelleja, punaisella teatterit, vihreällä on merkattu kirkot ja livemusiikkipaikat. Googlen Maps Engine -palvelussa oli rajoitteena kolmen piirtotason luominen, joten kaikkia eri alojen kohteita ei saatu esitettyä omilla värikoodeillaan.

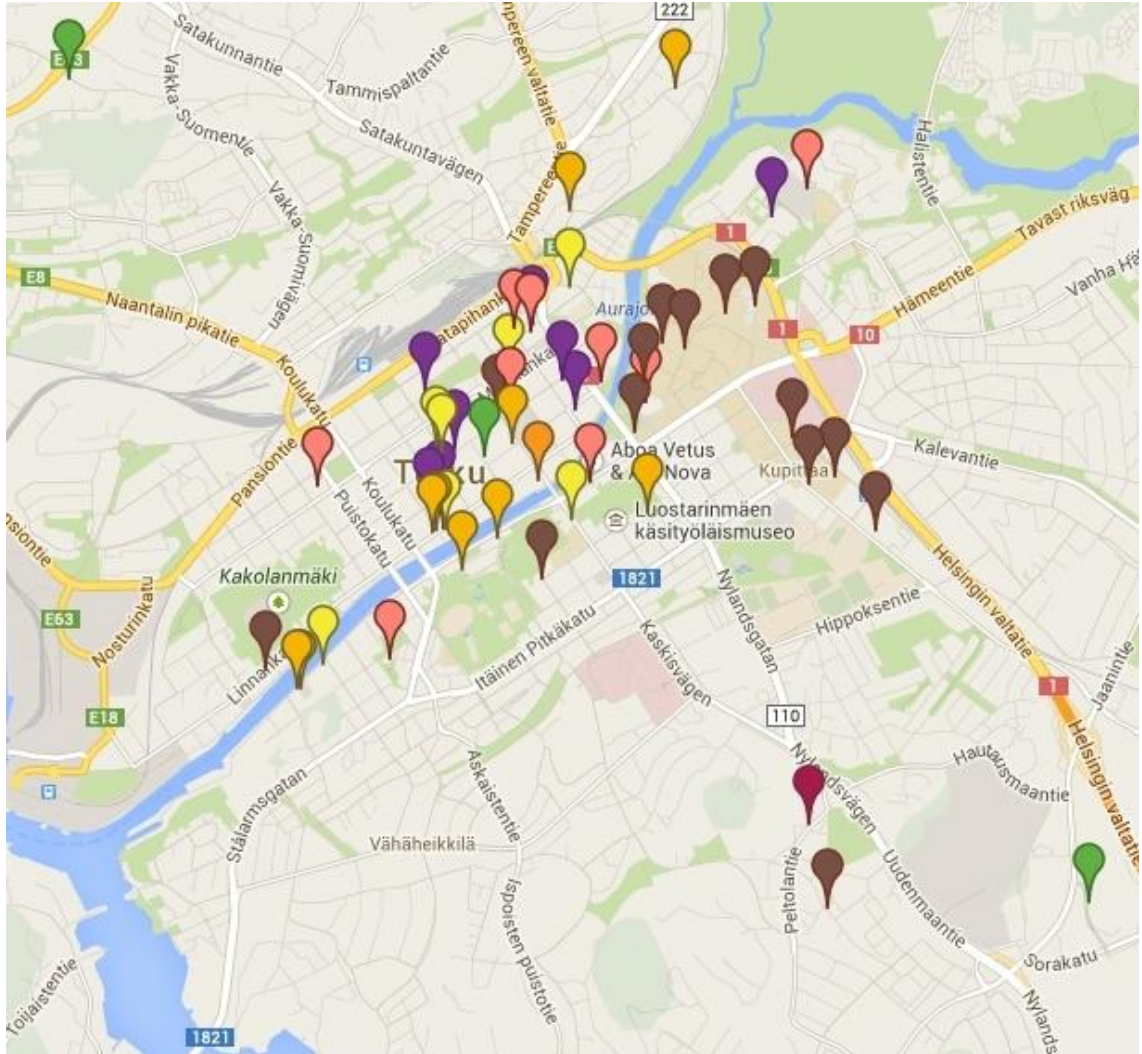
Edellä mainittujen organisaatioiden lisäksi tiedot kerättiin myös Trinity Collegen langattomista radiomikrofoneista.



Kuva 5. Dublin, organisaatiot.

Turku

Karttakuva koostettiin Google Maps Engine:llä samaan tapaan kuin Dublinista. Sattuman kautta tai ohjelmistopäivityksen myötä eri alojen kohteet onnistuttiin merkkamaan eri väreillä. Kuvan 6 kartassa punaisella on merkattu kirkot, oranssilla teatterit, ruskealla koulut, violetilla hotellit, keltaisella ravintolat, vihreällä kauppakeskukset, Turkuhalli sekä Turun messu- ja kongressikeskus. Turussa organisaatioita etsittiin koko keskustan alueelta.



Kuva 6. Turku, organisaatiot.

3.2 Käytetyt tiedonkeruumenetelmät

Mahdollisiin radiomikrofonikäyttäjiin otettiin yhteyttä sähköpostitse. Sähköpostissa selvitettiin tutkimuksen tarkoitus, kysyttiin onko organisaatiolla langattomia radiomikrofoneja, selvitettiin halukkuutta osallistua tutkimukseen ja tarjottiin mahdollisuutta tutustua PMSE Manageriin omatoimisesti tai halutessa tietää lisää pyytää meidät käymään paikan päällä.

Dublinissa kaikkiin kohteisiin ei sähköpostiosoitetta ollut internetissä saatavilla. Suurimpaan osaan oli ja näihin lähetettiin vähintään kahdesti sähköpostia.

Sähköpostien lähettämisen jälkeen jalkauduttiin ja organisaatioissa käytiin paikan päällä.

Turussa mahdollisille radiomikrofonikäyttäjille lähetettiin sähköpostia samalla tavalla kuin Dublinissa. Kahden sähköpostikierroksen jälkeen toimijoille, joiden puhelinnumerot löytyivät internetistä, soitettiin puhelimitse.

3.3 Otos

Dublin

Yhteyttä otettiin niihin yrityksiin, joiden sähköpostiosoite löytyi internetistä. Sähköposteja lähetettiin keskimäärin kaksi kertaa jokaiselle yritykselle.

Dublinissa sähköposteja lähetettiin yhteensä 43 sähköpostiosoitteeseen: 27 hotelliin, kuuteen teatteriin sekä kymmeneen livemusiikkiklubiin. Jalkaisin käyntejä eri toimipisteisiin kertyi yhteensä 40 kappaletta. Nämä organisaatiot on listattu liitteessä 1. Kaikkia listaan kerättyjä paikkoja ei löytynyt, vaikka ne näkyvät Google Mapsissa.

Turku

Turussa sähköposteja lähetettiin yhteensä 36 sähköpostiosoitteeseen: 11 hotelliin, 11 teatteriin, 1 karaokebaariin, 4 kouluun ja 6 kauppa- ja messukeskukseen. Puheluita tehtiin viisi kappaletta ja pyynnöstä käyntejä tehtiin kolmeen paikkaan. Lista Turusta kerätyistä organisaatioista löytyy liitteestä 2.

4 TULOKSET

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen tuloksia. Kärjistetysti oli odotettavissa kaksi mahdollista lopputulosta tutkimukselle.

Vaihtoehto yksi oli löytää alueilta suuri määrä langattomia radiomikrofoneja. Mikrofoneja olisi ollut alueilla niin paljon, että white space -tutkimusta ei olisi voitu kyseisillä alueilla aloittaa tai jatkaa.

Vaihtoehto kaksi olisi ollut, että alueilta löytyy vähän tai ei ollenkaan langattomia mikrofoneja. Tämän vaihtoehdon myötä white space -tutkimuksen aloittaminen tai jatkaminen olisi ollut mahdollista aiheuttamatta haittaa käytössä oleville langattomille mikrofoneille ja kerättyä tietokantaa olisi voitu hyödyntää tutkimuksen tekemisessä.

Tutkimusten edetessä ilmeni myös kolmas tulostavaihtoehto. Organisaatioiden mielenkiinnon puute sekä haluttomuus tietää tutkimuksesta johti monen toimijan osalta siihen, että heidän kanssa ei päästy yhteistyöhön. Tällaiselle tutkimustulokselle on vaikea antaa yksiselitteistä tulkintaa.

4.1 Dublin

Sähköposteihin saatujen vastausten määrä oli lähes nolla, vaikka sähköposteja lähetettiin kahdesti jokaiseen yritykseen. Tähän ei oltu osattu varautua ja se aiheutti ajankäytöllisesti ison haasteen. Yksi yritys vastasi sähköpostiin, että eivät omista langattomia mikrofoneja. Yksi yritys oli laittanut omatoimisesti mikrofonitietoja PMSE Manageriin lähettämämme sähköpostin myötä. Lopuista kohteista ei saatu vastauksia sähköpostiin.

Jalkautumisen myötä saatiin melkein jokaisesta käydystä paikasta jonkinlainen vastaus. Yksi yritys ilmoitti, että eivät ole kiinnostuneita osallistumaan tutkimukseen. Yksi ilmoitti, että omistavat langattoman mikrofonin, mutta eivät tiedä, mitä taajuutta heidän mikrofoninsa käyttää eivätkä näin ollen voi osallistua tutkimukseen. Kaksi yritystä kertoi, että heidän langattomien mikrofonien hallintansa on

ulkoistettu. Loput yritykset sanoivat, että eivät omista langattomia radiomikrofoneja.

Joidenkin hotellien konferenssitaloissa on langattomia mikrofoneja, mutta näiden ylläpito on ulkoistettu. Aikataulusta johtuen näitä mikrofoneja hallinnoivaan yritykseen ei ehditty olla yhteydessä.

Teattereissa käytetään todennäköisesti langattomia radiomikrofoneja, mutta yhdestäkään teatterista ei saatu vastauksia. Kävimme paikan päällä ja pyysimme saada tavata AV-henkilöä, mutta saimme vain heidän sähköpostiosoitteensa. Lähetettyihin sähköposteihin ei heiltä saatu vastauksia. Teatterien osalta PMSE-laitteiden käyttö on siis pimennossa.

4.2 Turku

Suomessa vastauksia sähköpostiin saatiin 14 kappaletta, mukaan lukien automaattiset vastausviestit. Vastausprosentti sähköposteihin ei ollut edelleenkään kovin suuri, mutta huomattava kehitys parempaan suuntaan, kun verrataan Dublinissa saatuihin vastauksiin.

Sähköpostilla saaduista vastauksista kuusi kappaletta oli ”emme käytä langattomia mikrofoneja”, kuusi oli muotoa ”viesti mennyt eteenpäin” mukaan lukien automaattiset vastaukset ja kaksi ilmoitti, että eivät ole kiinnostuneita osallistumaan tutkimukseen.

Kolmesta paikasta ilmaistiin halukkuus tietää white space -tutkimuksesta lisää ja näissä paikoissa käytiin paikan päällä. Tietokantaan saatujen mikrofoniin määrä kuitenkin jäi näiden käyntien myötä nolaksi.

5 TULOSTEN ANALYSOINTI

Tässä kappaleessa esitän omaa tulkintaani Turusta ja Dublinista saaduista tutkimustuloksista. Lisäksi, johtuen verrattain pienestä otoksesta sekä vastausten määrästä, tässä kappaleessa esitellään myös kaksi erilaista skenaariota, jotka olisivat mahdollisia, riippuen käytettävien radiomikrofonien yleisyydestä.

Radiomikrofonit käyttävät 200 kHz taajuusalueen per mikrofoni ja niitä mahtuu teoriassa viisi kappaletta megahertsille (*Wireless microphone 2014*). Euroopassa yksi kanava tarkoittaa kahdeksan megahertsin aluetta, eli yhdelle kanavalle mahtuu 40 radiomikronia. Näihin lukemiin nojaten kappaleen lopussa esimerkki radiomikrofonien käytön tiheydestä.

5.1 Dublin

Vastaukset sähköpostiin

Alhaiselle vastausprosentille voi olla monia eri syitä. Oman näkemykseni mukaan syitä voivat olla

- Turun ammattikorkeakoulun sähköpostin käyttäminen
- sähköpostin joutuminen roskapostisuotimeen
- yritys on haluton osallistumaan tutkimukseen
- sähköposti ei ole tavoittanut oikeaa henkilöä
- mielenkiintoa ei saatu herätettyä sähköpostilla
- organisaatiolla ei ollut/ole radiomikrofoneja eivätkä nähneet tarpeelliseksi vastata
- etukäteen vähäinen tai olematon tieto white space –tutkimuksesta.

Mahdollisia syitä olemattomaan vastausten määrään voi olla monia muitakin, mutta mitään varmaa syytä on näiden tulosten valossa mahdoton sanoa. Kuten mainittu, syynä voi esimerkiksi olla sähköpostien lähettämiseen käytetty suoma-

lainen Turun ammattikorkeakoulun opiskelijasähköposti. Tällaisen käyttö ei välttämättä herätä luottamusta tai halua vastata. Ihmiset saattavat olla varovaisia, kun sähköposti tulee osoitteesta joka ei ole kotimaisella, tässä tapauksessa .ie, tai yleisellä .com -päätteellä. Ongelma saattaa olla myös siinä, että ihmiset eivät etukäteen olleet tietoisia white space -tutkimuksesta. Jos asiasta olisi käsitys se saattaisi aiheuttaa halun tietää lisää, kun siihen tarjotaan mahdollisuus.

Mikrofonien käyttö

Tähän opinnäytetyöhön suoritettun tutkimuksen perusteella white space -tutkimuksen jatkamiselle tai white space -laitteiden käyttöönottamiselle Dublinissa ei näyttäisi olevan esteitä, koska yrityksistä jalkaisin kerätyt vastaukset olivat lähes kaikkialla ”emme käytä langattomia mikrofoneja”. Kuitenkin, ravintoloiden AV-henkilöiden kanssa keskustellessa kävi ilmi, että langattomia mikrofoneja on käytössä alueella, kuten esimerkiksi esiintyvät artistit omistavat omat langattomat mikrofonsinsa ja tuovat esiintymisiin mukanaan. Artistit jäivät kuitenkin meidän tutkimuksemme otoksen ulkopuolelle johtuen aikataulusta. Lisäksi, haastattelimme laitevalmistaja Shuren edustajaa ja hänen ammatillinen näkemyksensä oli että Dublinissa on satoja, ellei tuhansia, PMSE-laitteita (Tuomo Tolonen 2013). Näiden tulosten perusteella langattomien mikrofoniin omistajat siis eivät joko kuulu neillä tutkimuksessa mukana olleisiin organisaatioihin tai ne sijaitsevat tutkimamme alueen ulkopuolella. Myöskään hotellien ulkoistamien mikrofoniin tietoja ei saatu tähän tutkimukseen lopun kiireisen aikataulun vuoksi.

Tietokantaan saadut tiedot

Vähäinen aktiivisuus palvelun käyttöön ihmetytti aluksi, mutta tämä selittynee sillä, että tutkimallamme alueella organisaatiot käyttävät langallisia mikrofoneja tai eivät mikrofoneja ollenkaan. On myös mahdollista että lähettämämme viestit eivät tavoittaneet oikeita henkilöitä, jotka hoitavat organisaatioiden AV-laitteita.

5.2 Turku

Vastaukset sähköpostiin

Saatujen vastausten määrä lisääntyi Turussa huomattavasti verrattuna Dubliniin. On todennäköistä, että Turussa Turun ammattikorkeakoulun sähköpostiosoitteen käytöstä oli etua. Edelleen kuitenkin vastausprosentti jäi melko alhaiseksi. Tähän voi olla syynä

- sähköpostin joutuminen roskapostisuotimeen
- yritys on haluton osallistumaan tutkimukseen
- sähköposti ei ole tavoittanut oikeaa henkilöä
- mielenkiintoa ei saatu herätettyä sähköpostilla
- organisaatiolla ei ollut/ole radiomikrofoneja eivätkä nähneet tarpeelliseksi vastata.

Mikrofonien käyttö

Kuten aiemmin on mainittu, hieman yllättäen Turussa langattomien radiomikrofonien käyttö oli yleisempää kuin Dublinissa. Tähän työhön saatu aineisto jäi kuitenkin liian pieneksi, jotta voitaisiin esittää suoria johtopäätöksiä langattomien radiomikrofonien käytön laajuudesta.

Tietokantaan saadut tiedot

Huolimatta kolmesta tapaamisesta eri käyttäjien kanssa yhtäkään mikrofoni-tietoa ei saatu tietokantaan. Kaikista kolmesta organisaatioista oltiin halukkaita tietämään asiasta lisää ja heidän luonaan käytiin paikan päällä puhumassa white space -tutkimuksesta. Eräällä yrityksellä kuitenkin mikrofoni-hallinta oli ulkoistettu, yhden yrityksen oli tarkoitus tutustua PMSE Manageriin tapaamisemme jälkeen ja yhdellä yrityksellä ei ollut omia kiinteitä mikrofoneja, vaan he kulkivat tapahtumissa niiden kanssa.

5.3 Skenaario

Johtuen saatujen radiomikrofonitietojen pienestä määrästä en pysty esittämään oikean elämän esimerkkiä radiomikrofonien käytöstä jommankumman kaupungin alueella. Esitän seuraavaksi esimerkin tulkiten CEPT:in ECC Raportti 224:ssa mainittuja lukuja.

Esimerkki 1

Raportin mukaan päivittäisessä tuotannossa vaaditaan 60-90 laitteen yhtäaikaista toimintaa (CEPT 2014). Todennäköisesti tämä tarkoittaa esimerkiksi teattereiden keskiuuria esityksiä. Yksi laite tarvitsee toimiakseen oman 200 kHz taajuusalueen, joten yhteensä nämä 60-90 laitetta tarvitsevat 12-18 MHz toimiakseen häiriöttä. UHF TV-taajuusalue on käytettävissä kokonaisuudessaan 320 MHz, joten vapaita taajuuksia jää vielä muuhun, esimerkiksi white space -laitteiden, käyttöön. 12-18 MHz taajuusalue tarvitsisi kahdesta kolmeen TV-kanavan alueen toimiakseen häiriöttä.

A/V-henkilö, joka vastaa tuotannon mikrofoneista, syöttää, tai muuttaa jo syötetyistä, produktiossa käytettävistä langattomista mikrofoneista tiedot ja käyttöajankohdat PMSE Managerin avulla tietokantaan. Lähialueella olevat white space -laitteet saisivat tiedon käyttöön varatuista taajuuksista tietokannasta ja se ohjaisi white space -laitteet käyttämään vapaana olevia taajuuksia.

On mahdollista, suuremmissa kaupungeissa myös todennäköistä, että joillain alueilla on käynnissä samanaikaisesti monta langattomia radiomikrofoneja käytävää produktiota. Kuten esimerkistä huomataan, 320 MHz aluetta voidaan hyödyntää samanaikaisesti varsin monessa ohjelmatuotannossa samanaikaisesti.

6 AJATUKSET, PÄÄTELMÄT JA SUOSITUKSET

Sähköposti saattaisi tuntua kaikkein luonnollisimmalta ja helpoimmalta tavalta lähestyä yrityksiä. Sähköposti tarjoaa myös vastaanottajalle mahdollisuuden tutustua viestin sisältöön, kun siihen on aikaa. Kaikesta huolimatta sähköposti osoitautui erittäin epäkäytännölliseksi yhteydenottovälineeksi. Viestin sisältöön kiinnitettiin paljon huomiota, sitä muokattiin pitkään ja tarkasti. Sähköpostit ovat liitteinä 3 ja 4. Kuitenkin vastausprosentti oli Turussa alhainen, Dublinissa käytännössä olematon.

Dublinissa suoritettiin merkittävä strategian vaihdos, kun päätettiin jalkautua ja kiertää ovelta ovelle jokainen yritys, jonka tiedot oli kerätty taulukkoon. Tämä muutos tuotti huomattavasti paremman tuloksen kuin sähköposti ja kohteessa käynti osoitautui paljon aikaisemmin kuviteltua nopeammaksi sekä helpommaksi. Dublinissa jalkautuminen oli myös käypä metodi tiedonkeruuseen, koska yritykset sijaitsivat tutkittavalla alueella tiheässä.

Sähköposti olisi saattanut osoittautua merkittävästi toimivammaksi välineeksi, jos viestin sisällön kanssa ei olisi täytynyt olla varovainen ja poliittisesti korrekti. Aihe on langattomien mikrofoniin käyttäjille arkaluontoinen, koska juuri 2013 vuoden lopussa he joutuivat taipumaan taajuuspoliittiseen periaatepäätökseen 800 MHz taajuusalueen huutokauppaamisesta matkaviestimien käyttöön (Viestintävirasto 2013). Lähetetyn viestin sisällön oli oltava mahdollisimman vähän uhkaava. On syytä olettaa, että yrityksillä ei ole motivaatiota lähteä tarpeettomaksi tai erikoiseksi kokemaansa tutkimukseen mukaan hyvää hyvyttään. Jos yrityksille olisi voinut suoraan informoida tutkimuksen lähtökohdat, olisi ollut todennäköisempää, että yritykset olisivat uhranneet aikaansa edistääkseen tutkimusta.

Jos alkaisin tehdä tutkimusta uudelleen näillä tiedoilla, unohtaisin sähköpostin käytön lähes kokonaan ja keskittyisin ainoastaan paikalla käynteihin sekä puhe-
linsoittoihin. Sähköposti on helppo sivuuttaa, jolloin sähköpostin lähettämisellä ei ole ollut tutkimukselle mitään arvoa koska minkäänlaista vastausta ei ole saatu.

Puhelimitse ja suoraan kysymällä saa välittömästi kerättyä tutkimukseen tarvittavaa dataa. Sähköpostia voisi ajatella lähetettävän ennakkotietona tutkimuksesta ja ilmoituksena tulevasta puhelinsoitosta tai käynnistä, mutta datankeruuseen siitä ei ole.

Google Maps:in käyttö osoittautui todella toimivaksi. Karttaa oli hyvä käyttää kulkiessa paikasta toiseen ja Maps:in avulla löytyi useimmista paikoista myös tarpeellisia lisätietoja, kuten tarkka käyntiosoite, puhelinnumero sekä internetsivujen linkki.

Yksittäisten radiomikrofonikäyttäjien, esimerkiksi Dublinissa muusikkojen, mikrofoni-tietoja on vaikea alkaa kerätä omin toimin. Laajamittaiseen datankeruuseen tutkimukselle tarvittaisiin enemmän näkyvyyttä. Jos langattomien radiomikrofonien käyttäjät lukisivat tai kuulisivat white space -tutkimuksesta luotettavasta lähteestä, esimerkiksi paikallisesta tai valtakunnallisesta TV- tai radiolähetyksestä tai uutislehdestä, olisi syytä olettaa, että mielenkiintoa osallistua tutkimukseen löytyisi enemmän.

Tehokkain ja luultavasti ainoa tapa saada laajamittaisesti radiomikrofonit tietokantaan, on tehdä asiasta laissa määrätty. Esimerkiksi PMSE Managerin käyttö on suhteellisen yksinkertaista ja on varsinkin paikallaan olevien radiomikrofonien käyttäjille vaivatonta, koska mikrofoni-tiedot täytyy syöttää tietokantaan vain kerran. Myös liikkuvien radiomikrofonien käyttäjille on työkalunsa, joten heillekään tietokannan käyttämisen ei pitäisi olla ylitsepääsemätön este.

LÄHTEET

CTVR 2014. CTVR. Viitattu 12.5.2014. <http://ledoyle.wordpress.com/ctvr>.

Computing 2013. Ofcom to pilot 'white space' radio spectrum in advance of 2014 roll-out. Viitattu 18.5.2014. <http://www.computing.co.uk/ctg/news/2265056/ofcom-to-pilot-white-space-radio-spectrum-in-advance-of-2014-rollout>.

CEPT 2014. Draft ECC Report 224: Long Term Vision for the UHF broadcasting band. Viitattu 14.12.2014.

EU 2013. Mobile communications: Fresh €50 million EU research grants in 2013 to develop '5G' technology. Viitattu 17.12.2013. http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-159_en.htm.

Fairspectrum 2012. Press release: Fairspectrum Provides TV White Space Database for Europe's First Geolocation Radio License. Viitattu 13.5.2014. <http://www.fairspectrum.com/propagating-thoughts/pressreleasefairspectrumprovidestvwhitespacedatabasefor-europe%E2%80%99sfirstgeolocationradiolicense>.

Femtocell 2014. Femtocell Solution. Viitattu 23.1.2014. <http://nsn.com/portfolio/solutions/heterogeneous-networks/femtocell>.

Google 2013. What is spectrum sharing? Viitattu 17.12.2013. <https://support.google.com/spectrumdatabase/#2998432>.

Kaleva 2013. Oulussa tutkitaan kiivaasti 5G:tä. Viitattu 17.12.2013. <http://www.kaleva.fi/uutiset/talous/oulussa-tutkitaan-kiivaasti-5gta/648202>.

Viestintävirasto 2013. Taajuusalueen 791-821 MHz/832-862 MHz huutokauppa. Viitattu 17.5.2014. <https://www.viestintavirasto.fi/taajuudet/radiotaajuuksienkaytto/taajuushuutokauppa.html>.

Ofcom 2014. TV White-spaces. Viitattu 17.5. 2014. <http://stakeholders.ofcom.org.uk/spectrum/tv-white-spaces>.

Oulu 2012. University of Oulu participates in mobile and wireless project metis. Viitattu 5.4.2014. <http://www oulu.fi/english/news/2012/11/university-oulu-participates-mobile-and-wireless-project-metis>.

TechRepublic 2014. White Space broadband: 10 communities doing big projects. Viitattu 6.5.2014. <http://www.techrepublic.com/article/white-space-broadband-10-communities-doing-big-projects/#>.

The Guardian 2013. White space broadband: your questions answered. Viitattu 17.12.2013. <http://www.theguardian.com/technology/2013/oct/02/white-space-broadband-microsoft-google-wireless-rural>.

TUAS 2014. WISE - White space test environment for broadcast frequencies. Viitattu 13.5.2014. <http://www.tuas.fi/en/research-and-development/projects/wise>.

TV Technology 2012. FCC establishes wireless mic comment deadline. Viitattu 17.5.2014. <http://www.tvtechnology.com/article/fcc-establishes-wireless-mic-comment-deadline/216317>.

Unwired View 2008. Korea to begin developing 5G. Viitattu 17.12.2013. <http://www.unwiredview.com/2008/07/08/korea-to-start-working-on-5g>.

Wireless microphone 2014. Wikipedia. Viitattu 14.5.2014. http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_microphone#Bandwidth_and_Spectrum.

Qualcomm 2013. The 1000x Data Challenge. Viitattu 17.12.2013. <http://www.qualcomm.com/solutions/wireless-networks/technologies/1000x-data>.

Liite1: Dublin, organisaatiot

Nimi	Käyntiosoite
Hotellit	
The Westbury Hotel	Clarendon Street
Morrison Hotel	Ormond Quay, Dublin 1
The Pearse Hotel	107 Pearse St
La Stampa Hotel & Spa	35-36 Dawson St., Dublin 2
The Shelbourne Dublin, A Renaissance Hotel	27 Saint Stephen's Green
The Merrion Hotel Dublin	Upper Merrion St
The Morgan Hotell	10 Fleet Street
Temple Bar Hotel	13-17 Fleet St
Wynn's Hotel	35/39 Lower Abbey Street
Anchor house	
Blooms Hotel Hotell	6 Sráid Anglesea
Brooks Hotel Dublin	59-63 An Bóthar Beag
Buswells Hotel	26 Molesworth St
Clarion Hotel Dublin City	Excise Walk, IFSC, Dublin 1
Dublin Citi Hotel	46-49 Dame Street
Ferryman Inn Dublin Hotell	35 Sir John Rogerson Quay. Dublin
Fitzismons Temple Bar	21-22 Wellington Quay, Temple Bar, Dublin 2
Fleet Street Hotel	19-20 Fleet St
Hotel Clarendon	8 Wellington Quay
Jury's Inn Custom House Hotel	1 Custom House Quay, Dublin 1, Co. Dublin
Maldron Hotel Cardiff Lane	Cardiff Lane, Sir John Rogersons Quay
O'Callaghan Alexander	
O'Callaghan Davenport Hotel	
O'Callaghan Mont Clare	
O'Neills Victorian Pub and Townhouse	37 Pearse st. Dublin
O'sheas Hotell	19 Talbot Street, Dublin 1
Paramount Hotel	2 Parliament Street
River House Hotel	23-24 Eustace Street, Temple Bar, Dublin 2

The Clarence Hotel	6-8 Wellington Quay
The Cliff Town House Hotell	22 Saint Stephen's Green
The Fitzwilliam Hotel Dublin	St. Stephen's Green
The Kildare Street Hotel	47-49 Kildare St. Dublin 2
The Lombard Pub & Townhouse	44 Pearse st. Dublin
The Marker Hotel Dublin	Grand Canal Square, Docklands Dublin 2
The Merchant House	8 Eustace Street
The Townhouse	48 Gardiner Street Lower
Travelodge Hotel - Dublin Stephens Green	Lower Mercer Street
Trinity Capital Hotel	Pearse st. Dublin 2
Westin Dublin Hotell	35-39 Westmoreland Street
Teatterit	
Abbey Theatre	26/27 Lower Abbey St., Dublin 1
Bord Gáis Energy Theatre	Grand Canal Square, Docklands, Dublin 2
Denzille Cinema	13 Denzille Lane, Dublin 2, Ireland
Gaiety Theatre	South King Street, Dublin 2
Irish Film Institute	6 Eustace Street, Temple Bar, Dublin 2
Jig, the Story of Irish Dance	Clarendon Street Dublin 2 Co. Dublin
Project Arts Centre	39 East Essex Street, Temple Bar, Dublin 2
Screen Cinema	2 Townsend Street, Dublin 2, Ireland
The Glór Sessions Music & Poetry	23 Wicklow Street, Dublin
The Lir	Pearse Street at Grand Canal Quay, Dublin 2, Ireland
The New Theatre	43 East Essex Street, Temple Bar, Dublin 2
The olympia theatre	72 Dame Street, Dublin 2, Ireland
Livemusiikkipaikat	
Alchemy Nightclub and Venue	13 – 17 Fleet Street,
Ark Childrens Cultural Centre	Lárionad Cultúir na Leanaí, 11a Eustace St, Temple Bar, Dublin 2
Bad Bobs Temple Bar	35-37 Essex Street East
Bagots Hutton	28 Sráid Liam Theas
Bruxelles	7-8 Harry Street
Buskers	13 Fleet Street

Button Factory	Curved Street, Temple Bar, Dublin 2
Celt Pub	81 Talbot Street
Farrington's Temple Bar	
Hard Rock Cafe Dublin	12 Fleet Street, Temple Bar Dublin
La Caverna Italian Restaurant	12 Fownes Street Upper
Luis Fitzgerald	
McGrattans Café Bar	76 Fitzwilliam Lane, Baggot Street, Dublin 2
Oliver St. John Gogarty	
Project Arts Centre	39 E Essex St Temple Bar, Dublin 2
The Glór Sessions Music & Poetry	23 Wicklow St Dublin
The Grand Social	35 Lr Liffey Street
The Mercantile Bar and Live Music Venue	28 Dame St Dublin
The Pint	28 Eden Quay
The Sweeney Mongrel	32 Dame St
The Temple Bar Company	5 Wellington Quay
Trinity Bar	
Twisted Pepper	54 Abbey Street Middle
Kirkot	
St. Ann's Church of Ireland	Dawson Street, Dublin, Co. Dublin City
St. Andrews Church	Westland Row, Dublin 2, Co. Dublin
The Apostolic Church	Pearse Street
Church of the Immaculate Heart of Mary	City Quay, Dublin 2, Co. Dublin

Liite 2: Turku, organisaatiot

Nimi	Käyntiosoite
Hotellit	
Petrea säätiö/Kuntoutuskeskus Petrea	Peltolantie 3, 20720 Turku
Radisson Blu Marina Palace Hotelli	Linnankatu 32, Turku
Holiday Inn Turku	Eerikinkatu 28, 20100 TURKU
Hotelli Cumulus Turku	Eerikinkatu 30, 20100 Turku
Scandic Hotel Plaza Turku	Yliopistonkatu 29, Turku
Scandic Julia	Eerikinkatu 4, 20100 Turku
Break Sokos Hotel Caribia	Kongressikuja 1, 20540 Turku
Centro Hotel Turku	Yliopistonkatu 12a, 20100 Turku
Park Hotel	Rauhankatu 1, turku
Hotelli Helmi	Tuureporinkatu 11, 20100 Turku
Hirvensalon Golf Oy	Syvälahdentie 55, 20900 Turku
Teatterit	
Barker-Teatteri	Virusmäentie 65, Turku, Suomi
Teatteri Tarmo	Virusmäentie 10, Turku, Suomi
Åbo Svenska Teater	Eerikinkatu 13, Turku, Suomi
Turun Kesäteatteri	Vartiovuori, Turku, Suomi
Turun Kaupunginteatteri	Itäinen Rantakatu 14, Turku, Suomi
Samppalinnan Kesäteatteri	Paavo Nurmen puistotie 3, Turku, Suomi
Turun Nuori Teatteri ry	Ursininkatu 4, Turku, Suomi
Linnateatteri	Linnankatu 31, Turku, Suomi
Aurinkobaletti	Itäinen Rantakatu 64, Turku, Suomi
TEHDAS Teatteri	Itäinen Rantakatu 64, Turku, Suomi
Turun ylioppilasteatteri	
Karaokebaarit	
Ravintola Laituri	Itäinen Rantakatu 60, Turku, Suomi
Bar Toimisto	Kaskenkatu 3, Turku, Suomi
Ravintola Aurora	Linnankatu 32, Turku, Suomi
Ravintola Viinille avoin yhtiö	Humalistonkatu 6, Turku, Suomi

KaraokeBar Silvermoon	Humalistonkatu 6, Turku, Suomi
Ravintola Baan Thai / Karaoke bar Pelimies	Kauppiaskatu 15, Turku, Suomi
Bambu-Garden	Verkatehtaankatu 8, Turku, Suomi
Koulut	
Turun normaalikoulu	Annikanpolku 9, Turku, Suomi
Turun Ammattikorkeakoulu, Taideakatemia	Linnankatu 54, Turku, Suomi
Turun ammattikorkeakoulu	Sepänkatu 1, Turku, Suomi
Turun ammattikorkeakoulu	Ruiskatu 8, Turku, Suomi
Turun ammattikorkeakoulu	Lemminkäisenkatu 30, Turku, Suomi
ICT-talo	Joukahaisenkatu 3-5, Turku, Suomi
Åbo Akademi	Tuomiokirkontori 3, Turku, Suomi
Turun yliopisto	Vatselankatu 2, Turku, Suomi
Åbo Akademi - Kemian laitos	Piispankatu 8, Turku, Suomi
Turun yliopisto	Sirkkalankatu 1, Turku, Suomi
Åbo Akademi	Piispankatu 16, Turku, Suomi
Turun kesäyliopisto	Aurakatu 14, Turku, Suomi
Turun Kauppakorkeakoulu - Åbo Handelshög	Henrikinkatu 1, Turku, Suomi
Turun Kauppakorkeakoulu - Åbo Handelshög	Lemminkäisenkatu 14, Turku, Suomi
Kirkot	
Pyhän marttyyrikeisarinna Aleksandran kirkko	Yliopistonkatu 19, Turku
Turun Mikaelinkirkko	Eerikinkatu 3, 20100
Martinkirkko	Huovinkatu, 20810 Turku
Turun Raamattu Puhuu-seurakunta / Suuri Armo ry	Hämeenkatu 28, 2.kerros, 20700 Turku
Turun Tuomiokirkko	Tuomiokirkonkatu 1, Turku
Turun ja Kaarinan Seurakuntayhtymä	Eriksgatan 2, Eerikinkatu 3, Turku, Suomi
Turun Juutalainen Seurakunta	Brahenkatu 17, Turku, Suomi
Turun Vapaaseurakunta	Tuureporinkatu 10, Turku, Suomi
Pyhän Katariinan kirkko	Kirkkotie 46, Turku, Suomi
Turun metodistiseurakunta	Ekmaninkatu 4, Turku, Suomi
Kauppa- ja messukeskukset yms.	
Kauppakeskus Mylly	Myllynkatu 1-99, Raisio, Suomi

Suikkilan Kauppakeskus Oy	Kustavintie 4, Turku, Finland
Turun Hansakortteli Oy	Kristiinankatu 9, Turku, Suomi
Kauppakeskus Skanssi	Skanssinkatu 10, Turku, Suomi
Itäkeskus	Littoistentie, Suomi
Turkuhalli	Turkuhalli, Artukaistentie 8, 20210 Turku, Suomi
Turun Messu- ja Kongressikeskus	Messukentänkatu 13, Turku, Suomi
Turkuaudio	
Logomo	

Liite 3: Sähköposti, Dublin

Ostikko: To A/V Technician: CTVR / Trinity College, Wireless Microphone Study

CTVR (www.ctvr.ie), the national telecommunications research centre headquartered at Trinity College, is conducting experiments in unused parts of the UHF TV spectrum under test license. This work looks at how new services can share the UHF spectrum with TV broadcast signals and wireless microphones. As part of this learning and evaluation process we at the WISE- project (located in Turku, southern Finland) have developed a service for Trinity College to register wireless microphones in a database and we are now collecting information on wireless microphone usage in Dublin area.

The idea behind that database is that registered microphones will be assured of protection from interference when the spectrum is opened up to other users. We would like to include your microphones to our trial database so that we capture as full a view as possible of the level of wireless microphone use in Dublin.

The database service is now at test phase and every piece of information regarding wireless microphone frequencies and all the feedback on the service will help to make the system better and helps CTVR, Trinity College to fulfil their research goals.

The service is available online at:

<http://radiomikrofonit.fi/pmse/en>

We would appreciate it if you could register your equipment on to the service. The service is fairly simple to use so registering your wireless microphones should take only about fifteen minutes or so.

If any questions about our service (PMSE-manager) occur feel free to contact us via email. If any questions about this project in general comes into mind please contact Tim Forde of the CTVR via email fordeti@tcd.ie.

Thank you for your interest. We appreciate any help in gathering the wireless microphone information and all feedback is welcome. Please inform us even in the case you don't have any wireless microphones as this information is also valuable to us. We are happy to answer any questions that you might have about the service and/or any related issues to it!

Best regards

Ville Mattila,

Data Communications Specialist, WISE- project

ville.an.mattila@students.turkuamk.fi

089 9749851

Rami Sillanpää,

IT-Specialist, Wise- project

rami.o.sillanpaa@students.turkuamk.fi

089 9752743

Liite 4: Sähköposti, Turku

Otsikko: A/V-henkilölle: Radiomikrofoniasiaa

Hei!

Työskentelen Turun Ammattikorkeakoulun yhteydessä toimivassa WISE- projektissa. Teemme tällä hetkellä tutkimusta radiomikrofonien käytöstä sekä käytön suojaamisesta Turun alueella ja olisimme kiinnostuneita mahdollisesti käyttämätänne laitteistosta.

Tavoitteenamme on kehittää luotettava ja helppokäyttöinen järjestelmä turvaamaan mikrofoniin häiriötön toiminta tulevaisuudessa. Kehitämme tällä hetkellä tietokantaan pohjautuvaa langattomien mikrofoniin suojausjärjestelmää vastaamaan lisääntyvän ja optimoidun spektrinkäytön langattomille mikrofoneille tuomiin haasteisiin. Toivoisimme, että saisimme lisätä laitteenne kyseiseen järjestelmään.

Järjestelmäämme kehitetään maksuttomana ja sen käyttö ei sido teitä mihinkään. Tietokannan tietoja ei myöskään käytetä mihinkään muuhun kuin tutkimukseen sekä mikrofoniin suojaukseen. Järjestelmällämme on Viestintäviraston hyväksyntä ja sitä on kehitetty yhteistyössä alan johtavien yritysten kanssa.

Järjestelmämme löytyy seuraavasta osoitteesta: <http://www.radiomikrofonit.fi/pmse/>

Voitte täyttää mikrofoniin tiedot järjestelmään itsenäisesti, mutta jos haluatte apua tietojen lisäämisessä tai järjestelmän käytössä voimme sopia tapaamisen ja tulemme erittäin mielellämme opastamaan teitä järjestelmän käytössä.

Jos ette käytä radiomikrofoneja tai ette ole kiinnostuneita lisäämään laitteitanne suojaustietokantaan toivoisimme silti vastausta tähän sähköpostiin, jotta saamme kartoitettua Turun radiomikrofonien käyttöä mahdollisimman kattavasti.

Kiitokset mielenkiinnostanne!

Ystävällisin terveisin

Rami Sillanpää

Turun ammattikorkeakoulu / Turku University of Applied Sciences

Bioalat ja liiketalous / Life Sciences and Business

Business Information Technology

Lemminkäisenkatu 30

GSM: +358 40 544 6856