

LANGATON KUULUTUSJÄRJESTELMÄ

Internet-radio ja Android-laitteisto

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tekniikan ala

Tietotekniikka

Ohjelmistotekniikka

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Henri Skog

Lahden ammattikorkeakoulu
Tietotekniikka

SKOG, HENRI:

Langaton kuulusjärjestelmä
Internet-radio ja Android-laitteisto

Ohjelmistotekniikan opinnäytetyö, 35 sivua, 7 liitesivua

Kevät 2011

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö sisältää langattoman kuulusjärjestelmän sekä Internet-radion suunnittelun ja toteuttamisen. Kuulusjärjestelmän on tarkoitus tulla myöhemmin perustettavan yrityksen käyttöön. Yrityksen tarkoituksena on yhtenä tuotteenaan vuokrata laitteistoa tapahtumien yleisötapahtumien järjestäjille, jolloin tapahtuman järjestäjän ei tarvitse tehdä laitteiston asentamisen suhteen muuta kuin valita kuuluspisteille halutut paikat. Opinnäytetyössä on perehdytty jo olemassa oleviin valmiisiin ohjelmistoihin sekä laitteistoihin ja rakennettu niiden avulla täysin uusi toimiva kokonaisuus.

Langaton kuuluslaitteisto on toteutettu Android-pohjaisilla älypuhelimilla sekä avoimen lähdekoodin Push To Talk -ohjelmistolla. Laitteiston etuna perinteisiin langallisiin kuuluslaitteistoihin verrattuna on sen helppo liikuteltavuus sekä nopea käyttöönottoaika. Lisäksi koko laitteistoon kohdistuvien häiriöiden riskialttius vähenee, kun jokainen kuuluspiste toimii omana itsenäisenä yksikkönään, jolloin esimerkiksi johdon katkeaminen ei mykistä kaikkia kyseisen kuuluspisteen jälkeen olevia kuuluspisteitä.

Kuuluslaitteiston ohelle on toteutettu Internet-radio, jolla tapahtumapaikalla kuultava selostus saadaan laajennettua myös tapahtumapaikan ulkopuolelle. Internet-radion lähetin sekä palvelin on toteutettu avoimen lähdekoodin ohjelmia hyödyntäen. Internet-radio tulee olemaan langattoman kuuluslaitteiston lisäpalvelu ja sitä tullaan käyttämään yleisötapahtumien yhteydessä tapahtumanjärjestäjän niin halutessaan.

Langaton kuulusjärjestelmä toteutettiin talven 2010 aikana ja sitä testattiin ensimmäistä kertaa Hausjärven SM-Talvirallisprintissä helmikuussa 2011. Tapahtuman aikana laitteiston toiminnasta saatiin hyödyllistä käyttökokemusta, ja sen perusteella laitteistoa tullaan kehittämään tulevaisuutta ajatellen parempaan suuntaan.

Avainsanat: langaton kuulusjärjestelmä, Android, Internet-radio, avoin lähdekoodi

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Information Technology

SKOG, HENRI:

Wireless announcement system
Internet radio and Android-based system

Bachelor's Thesis in Software Engineering 35 pages, 7 appendices

Spring 2011

ABSTRACT

The objective of this study was to design and implement a wireless announcement system and Internet radio. The system will be used by a company that will be founded later and it uses Android-based smartphones and open source push-to-talk software. The system also includes open source based Internet radio that will be an optional part of the wireless announcement system. The main objective of this study was to create a completely new system by using existing software and electronic components.

The main advantage of the system compared to wired announcement systems is that it was built to be quickly deployable and easy to move. It means that a public event organizer only has to show the place where the announcement points have to be and it will be ready to use in a few minutes. The system is also less vulnerable to disturbances that may mute the entire system.

Alongside the wireless announcement system, an Internet radio was implemented, in order to provide commentary also outside the venue. Open source programs were used in the transmitter and server. The Internet radio will be an optional service to the wireless announcement system and it will be used if organizers decide to use it in their events.

The wireless announcement system was created during the winter 2010 and it was tested at the Hausjärvi Winter Rally Sprint in February 2011 for the first time. During the event, the testing gave some useful user experiences that can be used in the future product development.

Key words: wireless announcement system, Android, Internet radio, open source

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	LANGATON LUULUTUSJÄRJESTELMÄ	3
2.1	Toteutus Symbian-pohjaisella laitteistolla	3
2.2	Toteutus Android-pohjaisella laitteistolla	4
2.2.1	Sovellusten vertailu	5
2.2.2	Kuulutuslaitteiston toteuttaminen	8
2.2.3	Äänisignaalin koodaus Ventrilossa	11
2.3	Kuulutuslaitteistossa käytetty elektroniikka	13
3	INTERNET-RADIO	15
3.1	Internet-radion toimintaperiaate	15
3.2	Streamaustavat	16
3.3	Median koodaus ja pakkaus	17
3.4	Internet-radion toteutus	18
3.4.1	Icecast2-palvelimen asennus	19
3.4.2	Source clientin asennus	20
3.4.3	Icecast2-palvelimen ja source clientin konfigurointi	20
3.4.4	Icecast2-palvelimen ja source clientin käyttäminen	22
4	LAITTEISTOJEN YHDISTÄMINEN	26
5	LAITTEISTON KOEKÄYTTÖ JA JATKOKEHITYS	29
5.1	Laitteiston ylösajo, testaus ja toiminta tapahtumassa	29
5.2	Laitteiston jatkokehitys	31
6	YHTEENVETO	32
	LÄHTEET	35
	LIITTEET	36

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä kehitetään myöhemmin perustettavalle yritykselle toteutettua langatonta kuulutuslaitteistoa. Yritys tulee yhtenä tuotteenaan vuokraamaan langatonta kuulutuslaitteistoa yleisötapahtumien järjestäjille avaimet käteen -periaatteella, jolloin laitteisto toimitetaan valmiina pakettina, jonka käyttöönotto tapahtuu vaivattomasti muutamassa minuutissa. Suunnitteluvaiheessa yrityksestä käytetään työnimeä Loud Around, joten tässä opinnäytetyössä laitteistoihin tehtävissä asetuksissa tullaan käyttämään kyseistä nimeä. Opinnäytetyöhön kuuluu langattoman kuulutusjärjestelmän tuotekehittely sekä uuden laitteiston rakentaminen ja testaaminen. Lisäksi opinnäytetyössä toteutetaan langattoman kuulutusjärjestelmän rinnalle sen yhteydessä toimiva Internet-radio, jolla kuulutusjärjestelmä saadaan laajennettua myös tapahtuma-alueen ulkopuolelle. Työssä tutustutaan eri vaihtoehtoihin toteuttaa langaton kuulutusjärjestelmä hyödyntäen Android-pohjaisia puhelimia, joilla korvataan käytössä ollut Nokian puhelimilla toteutettu kuulutusjärjestelmä. Lisäksi tässä työssä tutustutaan Internet-radion toimintaperiaatteeseen sekä eri mahdollisuuksiin sen toteuttamisessa.

Alkuperäisen langattoman kuulutuslaitteiston rakentamiseen johti yrityksen toisen perustajan harrastetoiminta moottoriurheilukilpailuiden parissa. Autokilpailuissa langallisen kuulutuslaitteiston johtojen vetäminen on ollut työlästä ja aikaa vievää. Esimerkiksi Hausjärven SM-Talvirallisprintissä johtojen kokonaispituus on ollut yli 15 kilometriä. Lisäksi langallinen laitteisto on ollut haavoittuvaisempi erilaisille häiriötekijöille, kuten johdon katkeamisesta johtuvalle laitteiston mykistymiselle. Nämä tekijät johtivat langattoman laitteiston suunnittelun aloittamiseen vuonna 2008, ja sen rakentaminen aloitettiin vuonna 2009. Ensimmäistä kertaa langaton laitteisto oli koekäytössä vuonna 2010 juuri kyseisessä Hausjärven SM-Talvirallisprintissä.

Laitteiston tuotekehitykseen johti se, että vanhassa laitteistossa käytössä ollut palvelua tarjosi Suomessa vain yksi yhteisö. Koska laitteiston pohjalle on tarkoitus perustaa yritys, koettiin tarpeelliseksi kehittää laitteistoa niin, ettei se ole riippuvainen ainoastaan yhden palveluntarjoajan toiminnasta. Tällöin varmistetaan myös se, ettei koko järjestelmä lakkaa toimimasta kyseisen palveluntarjoajan lo-

pettaessa palvelunsa tarjoaminen. Lisäksi tuotekehittelyyn johtivat käytössä olleet Nokian puhelimet. Nokia ei enää uusimmissa Symbian-pohjaisissa malleissaan tarjoa tukea pikayhteydelle. Lisäksi ohjelmistot ovat suurimmaksi osin rakennettu suljetuiksi, jolloin niiden muokkaaminen on tehty mahdottomaksi.

Tuotekehityksen tavoitteena on kehittää laitteisto, jossa päästään irtautumaan ulkopuolisista palveluntarjoajista. Tällöin yrityksen toiminta saadaan tältä osin mahdollisimman omavaraiseksi, jolloin ulkopuolisten palveluntarjoajien toiminnalla ei ole niin suurta vaikutusta yrityksen toimintaan. Lisäksi tavoitteena on rakentaa uusi kuuluslaitteisto avoimen lähdekoodin ohjelmien varaan, jolloin sitä pystytään muokkaamaan yrityksen tarpeiden mukaiseksi ja minimoimaan aiheutuvat kustannukset ohjelmistokehityksessä.

Tämä opinnäytetyö käsittelee uudesta kuuluslaitteistosta ainoastaan pikayhteyteen ja Internet-radioon liittyvät asiat. Vanhaan laitteistoon sekä uudessa kuulusjärjestelmässä käytettyyn elektroniikkaan työssä perehdytään vain pintapuolisesti. Opinnäytetyössä käsitellään myös uuden laitteiston testaus ja koekäyttö Hausjärven SM-Talvirallisprintissä helmikuussa 2011 sekä pohditaan koekäytön perusteella saatuja kokemuksia. Lisäksi työssä vertaillaan eroavaisuuksia vanhaan laitteistoon verrattuna ja käsitellään pintapuolisesti tulevaisuuden tuotekehittelyä, jota tehtiin jo tämän opinnäytetyön tekemisen aikana.

2 LANGATON LUULUTUSJÄRJESTELMÄ

Langattoman kuulusjärjestelmän uusimisella oli tarkoitus korvata käytössä ollut Nokian puhelimilla toimiva järjestelmä uudemmilla Android-käyttöjärjestelmää käyttävillä puhelimilla. Samalla oli tarkoitus siirtyä Wippiesin PoC -palvelusta uuteen järjestelmään, jolloin päästään eroon palvelusta, jonka toiminta ja tarjonta ovat täysin Wippiesin varassa.

2.1 Toteutus Symbian-pohjaisella laitteistolla

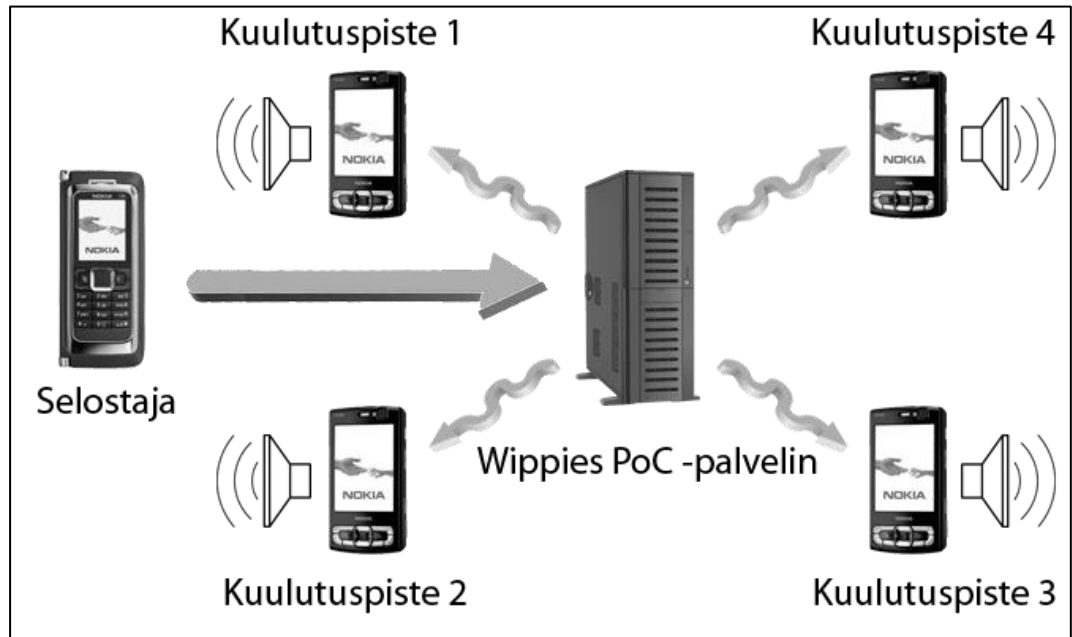
Vanha käytöstä poistuva laitteisto oli toteutettu käyttäen Nokian Symbian S60 3rd Edition -pohjaisia matkapuhelimia. Lähettimenä toimi Nokian E90 Communicator ja vastaanottimina Nokia N95 8GB (KUVIO 1). Laitteisto mahdollisti kuulutuksen neljään kuulutuspisteeseen, mikä johtui käytössä olleiden puhelinten määrästä.



KUVIO 1. Nokia E90 Communicator ja Nokia N95 8GB

Itse pikayhteys oli toteutettu hyödyntäen puhelimista löytyvää valmista pikayhteyttä sekä Wippiesin tarjoamaa PoC -palvelua. Wippiesin tarjoama PoC -palvelu oli liittymäsidonainen, jolloin palvelu saatiin käyttöön missä tahansa Nokian pikayhteyttä tukevassa puhelimessa, kun siihen asetettiin SIM-kortti, jolle kysei-

nen palvelu oli rekisteröity. Nokian pikayhteys mahdollisti lähettämisen vain yhdellä puhelimella kerrallaan, jolloin toinen puhelin ei päässyt linjalle häiritsemään lähetystä. Tämä kuitenkin vaati sen, että puhelimen tangenttipainiketta tuli pitää koko ajan pohjassa. Tangentin ollessa pohjassa lähettimenä toimiva puhelin lähetti signaalin Wippiesin PoC -palvelimelle, jolta se lähetettiin vastaanottaville puhelimille. Laitteiston toimintaperiaate on esitelty kuviossa 2.



KUVIO 2. Nokian puhelimilla toteutetun kuuluslaitteiston toimintaperiaate

2.2 Toteutus Android-pohjaisella laitteistolla

Uudessa Android-pohjaisessa laitteistossa toteutus tapahtui ZTE Blade -puhelimia käyttäen, joita hankittiin 8 kappaletta (KUVIO 3). Lisäksi puhelimiin hankittiin kiinteähintaiset dataliittymät. ZTE Blade toimii Android 2.1 -käyttöjärjestelmällä. Itse pikayhteys pyrittiin toteuttamaan ilmaisia avoimen lähdekoodin ohjelmia hyödyntäen. Tätä varten tutkittiin monien Android Marketista löytyvien push to talk -sovellusten toimintaperiaatteita ja niiden soveltuvuutta langattomaan kuuluslaitteistoon. Sovellukset jakautuivat lähetystavaltaan kahteen kategoriaan, jotka olivat ns. tallenna ja lähetä -periaate sekä suora lähetys. Ensimmäisen menetelmän toimintaperiaatteena on se, että ohjelman tulee ensin tallentaa ääni, minkä jälkeen se lähetetään vastaanottajille. Tällä toimintaperiaatteella toimivat sovellukset eivät sovellu langattomaan kuulusjärjestelmään, ja näin ollen ne suljettiin pois testat-

tavien ohjelmien listalta. Jälkimmäinen menetelmä tallentaa ja lähettää ääntä samanaikaisesti, joka mahdollistaa suorien lähetysten tekemisen. Tällä toimintaperiaatteella toimivia ilmaisia ohjelmia olivat esimerkiksi TiKL - Touch To Talk, Znuggler - Walkie-Talkie PTT, Talkative sekä Ventriloid.



KUVIO 3. ZTE Blade

2.2.1 Sovellusten vertailu

Sovelluksien testauksessa otettiin huomioon tapa, jolla laitteet tunnistavat toisensa sekä kuinka kommunikointi tapahtuu. Lisäksi ohjelman toimivuutta ja toiminnallisuutta tutkittiin. Lisäksi tarkasteltiin ohjelmien palvelimia sekä yhteensopivuutta tietokoneen kanssa.

Ensimmäisenä vaihtoehtona oli TIKL INC:in toteuttama TiKL - Touch To Talk, joka käytti tunnistamiseen puhelinnumeroa. Tämä vaati sen, että vastaanottajien puhelinnumerot tuli olla tallennettuna lähettävän puhelimen muistiin tai SIM-kortille. Lisäksi ohjelman toiminta vaati, että puhelin tunnisti oman numeron SIM-kortilta. Käytössä olevat puhelimet eivät tunnistaneet numeroa, eikä sitä pystynyt itse määrittämään. Tästä seurasi se, ettei ohjelma pystynyt yhdistämään TiKL:in palvelimelle, eikä sitä näin ollen pystynyt käyttämään, joten ohjelman testaaminen lopetettiin tähän.

Toisena vaihtoehtona oli PERK Innovationin toteuttama Znuggler - Walkie-Talkie PTT, jossa yhteyden muodostamista varten tuli luoda käyttäjätili. Käyttäjätilin luomisen jälkeen ohjelma yhdisti Znugglerin palvelimelle, jonne tuli luoda ryhmä, johon kaikki kuulutusjärjestelmään kuuluvat puhelimet tuli lisätä. Laitteiston toimintaa testattiin, kun kaikki puhelimet oli lisätty ryhmään. Tämä tapahtui painamalla puhelimen ruudulla olevaa ”Push-To-Talk” -painiketta ja puhumalla puhelimen mikrofoniiin. Ensimmäisenä ongelmana tuli vastaan se, että painiketta tuli pitää pohjassa koko ajan, kun halusi puhua. Toisena ongelmana ilmeni se, että kun ääntä oli lähetetty tietty aika, niin vastaanottimet alkoivat pätkiä ja ääneen alkoi ilmaantua särinää. Znuggler ei myöskään ollut yhteensopiva tietokoneen kanssa.

Kolmantena vaihtoehtona kuulutusjärjestelmän toteuttamiseen oli Martin Brucen tekemä Talkative. Ohjelmassa ei ollut valmiiksi omaa palvelinta, vaan sitä varten tuli olla erillinen palvelin, johon yhdistämällä puhelimet kommunikoivat keskenään. Palvelin oli toteutettu Javalla, jonka suorittamista varten käyttäjällä tuli olla palvelimena toimiva tietokone. Palvelin asennettiin käytössä olleelle tietokoneelle, jonka jälkeen ohjelman testaus pystyttiin aloittamaan. Ohjelman asetuksista tuli määrittää palvelimen osoite sekä lempinimi, jolla puhelin tunnistetaan. Ohjelman käyttäminen toimi samalla tavalla kuin Znugglerissa, eli puhelimen ruudulla olevaa ”Transmit”-painiketta tuli pitää pohjassa koko ajan, kun halusi puhua. Tästä seurasi satunnaisia lähetyksen katkeamisia. Lisäksi ohjelma lähetti vastaanottimiin radiopuhelimesta tutun kohinaäänen, kun signaalin lähettäminen loppui. Talkativessa ei itsessään ollut suoraa tukea tietokoneelle, mutta ohjelman kehittäjän sivuilta pystyy lataamaan Java-pohjaisen kuuntelijan, jolla pystytään yhdistämään palvelimelle. Kuuntelijassa ei kuitenkaan ollut minkäänlaista graafista käyttöliittymää, eikä sen asetuksia pystynyt säätämään millään tavoin.

Neljäntenä vaihtoehtona oli Justin Driggersin tekemä Ventriloid-sovellus. Ventriloid perustuu Mangler.orgin kehittämään Mangleriin, joka on Linuxissa ja Androidissa toimiva Ventrilo 3.x -sovellus. Ventriloid käyttää yhteyden muodostamiseen Ventrilo-palvelinta, jonka ilmaisen version saa ladattua Ventrilon kotisivuilta. Palvelimen asennuksen jälkeen ohjelmaa testattiin. Aikaisemmista ohjelmista poiketen ohjelman sai toimimaan myös niin, ettei ruudulla olevaa ”Push To Talk”

-painiketta tarvitse pitää pohjassa kun haluaa puhua. Ventriloid mahdollisti sen, että painiketta tarvitsee painaa vain kun haluaa aloittaa puhumisen ja uudelleen, kun puhumisen lopettaa. Lisäksi Ventriloidia pystyi käyttämään yhdessä tietokoneella toimivien Ventrilo-sovellusten kanssa.

TAULUKKO 1. Sovellusten vertailun tulokset

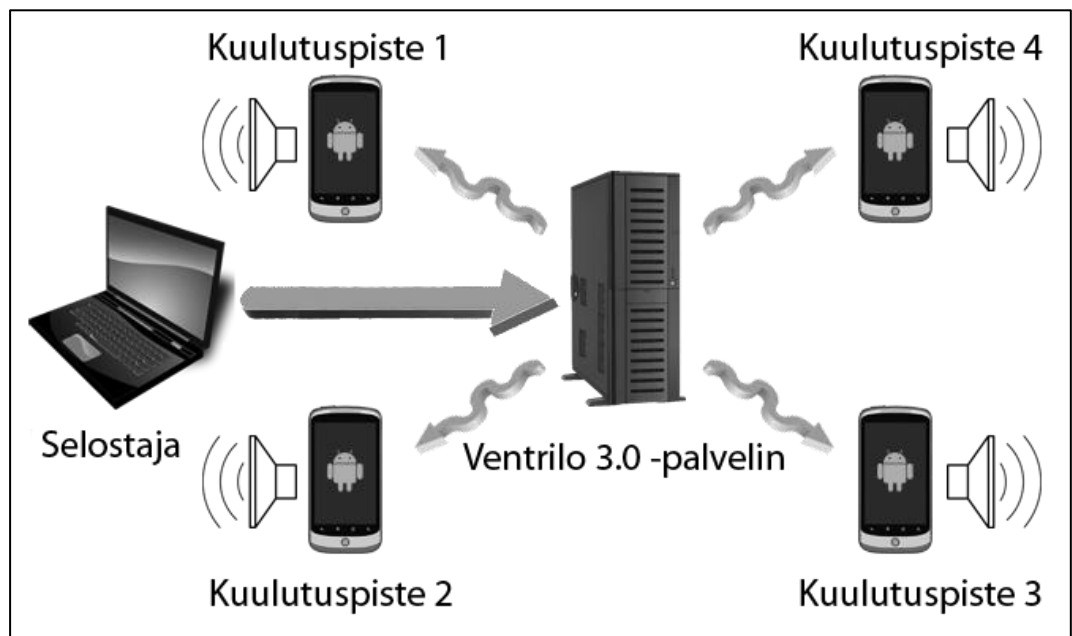
	TiKL	Znuggler	Talkative	Ventriloid
Tunnistautumistapa	Puhelinnumero	Käyttäjätili	Lempinimi	Lempinimi
PTT on/off tuki	Ei	Ei	Ei	Kyllä
Ohjelmalla oma palvelin	Kyllä	Kyllä	Ei	Ei
Tuki erilliselle palvelimelle	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä
Yhteensopiva tietokoneen kanssa	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä
Koesoitoin onnistuminen	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä

Sovellusten vertailun jälkeen ohjelmien soveltuvuutta kuuluslaitteiston toteuttamiseen tutkittiin saatujen tulosten perusteella, jotka on esitetty taulukossa 1. Koska ensimmäisenä testissä ollutta TiKL – Touch To Talk ei pystytty testaamaan kunnolla, niin sen käytöstä päätettiin luopua. Seuraavaksi testissä olleessa Znugglerissa puhelimen ruudulla ollutta painiketta tuli pitää pohjassa koko ajan, kun halusi puhua. Lisäksi ohjelman käytössä ilmeni ongelmia, joten tämän ohjelman käyttö kuuluslaitteiston toteuttamisessa päätettiin hylätä. Kolmantena testissä olleessa Talkativessa etuna oli tuki erilliselle palvelimelle sekä edes jonkinlainen yhteensopivuus tietokoneen kanssa. Kuten Znugglerissa niin myös Talkativessa puhelimen ruudulla ollutta painiketta tuli pitää pohjassa koko ajan, kun halusi puhua. Tästä syystä myös tämän ohjelman käytöstä päätettiin luopua. Viimeisenä testissä olleessa Ventriloidissa oli täysi tuki tietokoneella toimivien Ventrilo-

sovellusten kanssa sekä tuki erillisille palvelimille. Lisäksi ohjelma mahdollisti puhumisen ilman, että ruudulla olevaa painiketta tuli pitää pohjassa koko ajan, kun halusi puhua. Näistä syistä johtuen uusi laitteisto päätettiin toteuttaa Ventriloidia käyttäen.

2.2.2 Kuulutuslaitteiston toteuttaminen

Laitteiston toteuttaminen aloitettiin asentamalla Ventriloidin kaikkiin käytössä oleviin puhelimiin ja tutustumalla sekä Ventriloidin ja Ventrilon lisenssiehtoihin. Ventriloid perustaa vapaaseen lähdekoodiin ja on näin ollen vapaasti käytettävissä. Ventrilon palvelimen lisenssiehdoissa määritellään ilmaisen palvelimen käyttöehdot. Koska Ventrilon ilmaista palvelinta voi käyttää maksimissaan 8 käyttäjää kerrallaan ja sen käyttö on kiellettyä kaupallisessa käytössä, niin sitä käytettiin vain testivaiheessa, ja myöhempää käyttöä varten vuokrattiin kaupallinen palvelin. Kuten aikaisemmin käytössä olleessa Nokian puhelimilla toteutetussa ratkaisussa myös uudessa Ventrilolla ja Ventriloidilla toteutetussa ratkaisussa lähetin lähetti äänen palvelimelle, jolta se lähetettiin puhelimille. Laitteiston toimintaperiaate on esitelty kuviossa 4.



KUVIO 4. Ventrilolla toteutetun kuulutuslaitteiston toimintaperiaate

Palvelimen hankkimisen jälkeen puhelimen asetukset määriteltiin kuntoon (KUVIO 5). Ohjelman omissa asetuksissa määriteltiin, kuinka kommunikointi tapahtuu. Palvelimen asetuksissa tuli antaa käyttäjänimi, jolla puhelin tunnistetaan palvelimella. Puhelimet nimettiin juoksevasti nimille Kuulutus0 - Kuulutus7. Lisäksi tuli määrittää palvelimen nimi, osoite, portti sekä salasana.



KUVIO 5. Ventriloidin asetusten määrittäminen

Asetusten määrittämisen jälkeen kaikki puhelimet pystyttiin yhdistämään palvelimelle ja testaamaan pikayhteyden toimintaa. Koska Ventrilo toimii myös tietokoneella, niin testivaiheessa lähettimenä käytettiin tietokonetta, johon oli asennettu Ventrilon versio 3.0.8. Lähettimenä toimiva tietokone nimettiin nimellä Kuulutus0 ja vastaanottimina käytettiin puhelimia Kuulutus1 - Kuulutus7.

Lähettäessä Ventriloidin käyttöliittymässä Kuulutus0:n kohdalle syttyi erivärinen valo ilmoittamaan, että kyseisestä laitteesta lähetetään ääntä. Ventrilossa Kuulutus0:n kohdalle syttyi erivärinen valo, ja nimen edessä ollut kuvake muuttui ilmai-

semaan, että kyseisestä laitteesta lähetetään ääntä (KUVIO 6). Tässä vaiheessa pikayhteys oli valmis käytettäväksi.



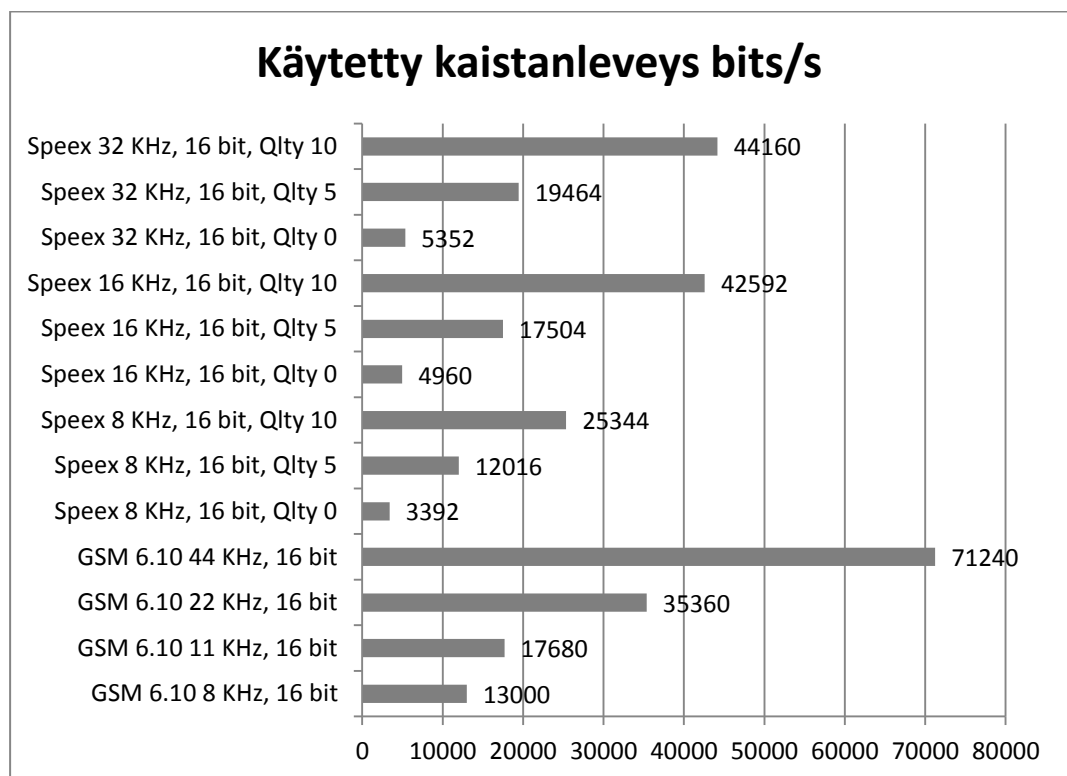
KUVIO 6. Ventriloidin ja Ventrilon käyttöliittymät lähetystilanteessa

Erona vanhaan laitteistoon oli se, että lähettimenä pystyi käyttämään sekä puhelinta että tietokonetta. Lisäksi useamman lähettimen samanaikainen käyttö sekä kanavien luonti tuli mahdolliseksi. Tämä mahdollisti sen, että useampi selostaja pystyy selostamaan samanaikaisesti niin, että tiettyihin kanavakohtaisesti määriteltyihin kuulutuspisteisiin kuuluu tietyn selostajan puhe. Esimerkiksi mikäli tietylle alueelle halutaan hetkellisesti kuulumaan alueella olevan selostajan tekemä haastattelu, niin se saadaan toteutettua häiritsemättä muita kuulutuspisteitä. Tällöin sekä selostaja että alueella olevat kuulutuspisteet siirretään tietokoneella hetkellisesti omalle kanavalle, josta ne siirretään myöhemmin takaisin kuulutuslaitteiston pääkanavalle. Vanhaan laitteistoon verrattuna myös kuulutusyksiköiden määrä kasvoi useamman puhelimen hankkimisen ansiosta neljästä seitsemään. Myös laitteiston käyttöliittymästä tuli käyttäjäystävällisempi, koska siitä pystyi heti nä-

kemään, mikäli jokin kuulutusyksiköistä ei jostakin syystä ollut enää linjalla tai mikäli jokin muu yksiköistä lähettää signaalia palvelimelle.

2.2.3 Äänisignaalin koodaus Ventrilossa

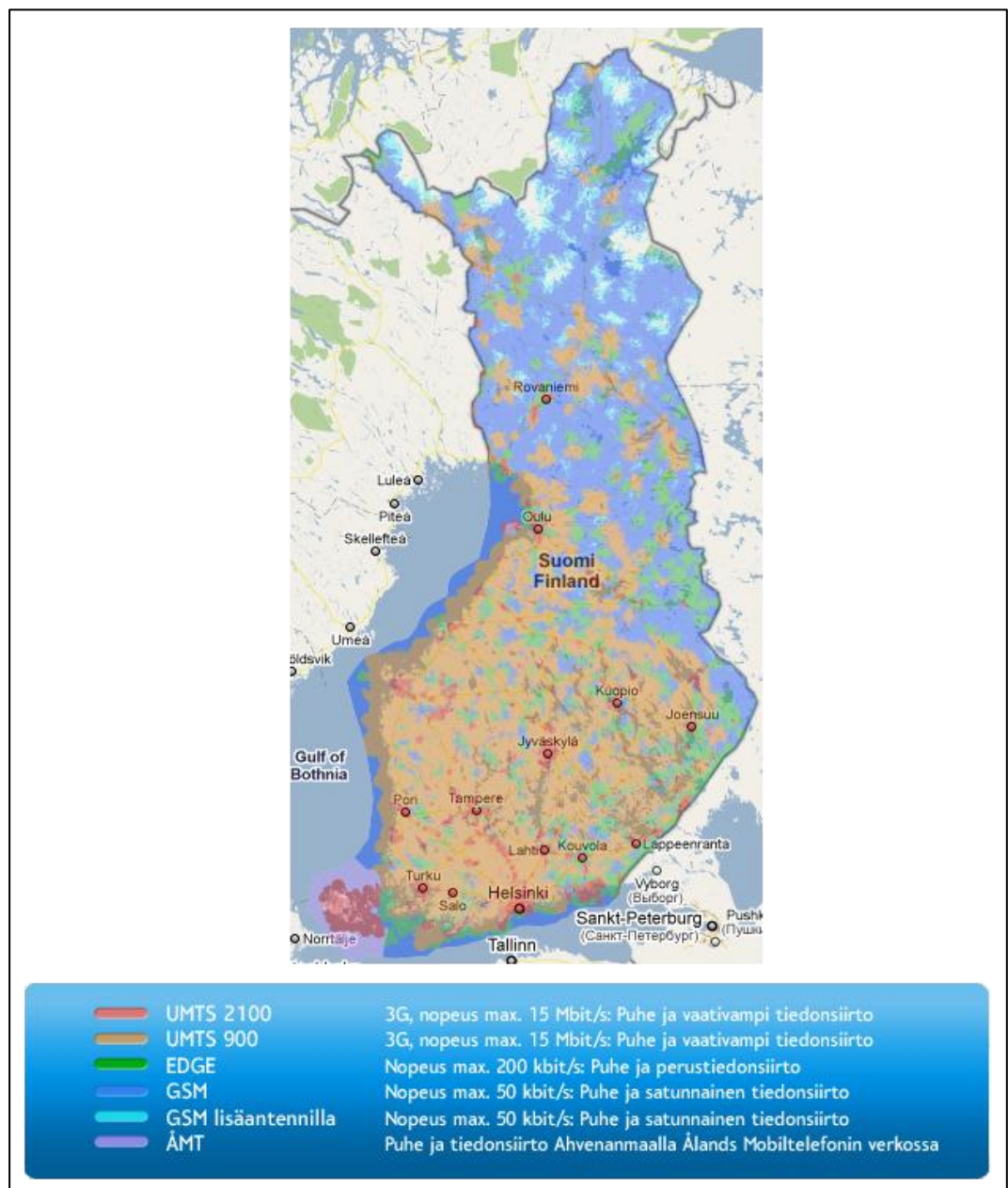
Vetrilo-palvelimen asetuksista pystytään määrittämään tapa, jolla äänisignaali koodataan ja pakataan. Ventrilo tukee äänisignaalin lähettämistä GSM Full Rate eli GSM 6.10 sekä Speex formaateissa. Ventrilo-palvelimen ilmainen versio tukee kuitenkin vain GSM 6.10-koodekin käyttöä ja mahdollisti äänisignaalin lähettämisen 16-bittisenä näytteenottotaajuuden ollessa 8000Hz-44000Hz. Ventrilo-palvelimen kaupallinen versio mahdollisti äänisignaalin lähettämisen myös Speex-koodekilla 16-bittisenä näytteenottotaajuuden ollessa 8000Hz-32000Hz. Jokaiselle taajuudelle oli lisäksi 11 eri laatuvalintoetta. Kuviossa 7 on esitetty Ventrilon ilmoittama eri koodekkien käyttämä kaistanleveys.



KUVIO 7. Käytetty kaistanleveys eri koodaustavoilla

Uuden kuulutuslaitteiston toiminta-alue rajoittuu kuviossa 8 esitetyn Saunalahden kuuluvuusalueen mukaisesti, joten äänisignaalin pakkaus tulee ottaa huomioon

tapauksittain. Koska laitteiston vaatimaa kaistanleveyttä pystytään muuttamaan Ventrilo-palvelimen asetuksista, niin alueilla, joilla on heikompi kuuluvuus, voidaan käyttää vähemmän kaistanleveyttä käyttävää koodausta. Tämä kuitenkin heikentää samalla äänenlaatua, mutta tällä ei kuitenkaan ole suurta merkitystä, koska kuulutuslaitteistossa lähetetään pääsääntöisesti vain puhetta.



KUVIO 8. Saunalahden kuuluvuusalue Suomessa

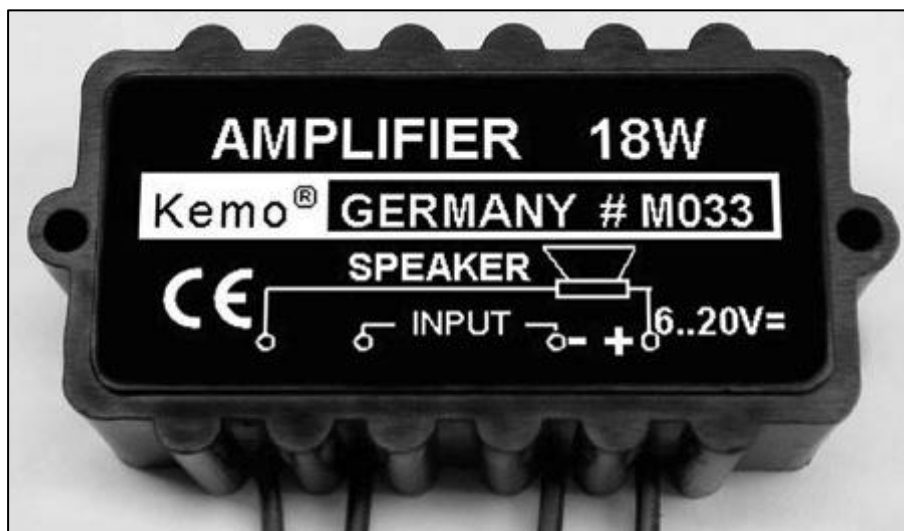
2.3 Kuulutuslaitteistossa käytetty elektroniikka

Kuulutuslaitteiston elektroniikka koostui vahvistimista, kuuluskaiuttimista sekä akuista. Lisäksi tarvittiin laitteiden välille kuuluvat kaapelit sekä tarvittavat liittimet. Kuuluskaiuttimina järjestelmässä käytettiin muovisia torvikaiuttimia (KUVIO 9). Kaiuttimien impedanssi on 8 ohmia, tehonkesto 40W ja niiden ääntentoistoalueeksi valmistaja lupaa 300Hz-6000Hz.



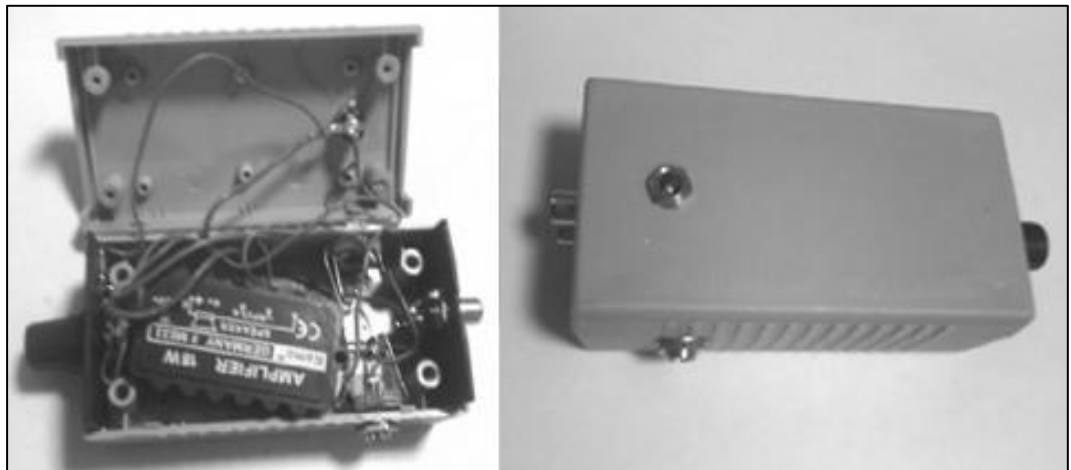
KUVIO 9. Laitteistossa käytössä ollut kuuluskaiutin

Vahvistimina toimivat Kemon valmistamat valmiiksi muoviin valetut monovahvistimet, joiden teho oli 18 wattia per 18 voltia (KUVIO 10). Koska vahvistin on kytketty 12 voltin akkuun on sen antama teho näin ollen 12 wattia. Ilmoitettu teho on laskettu 4 ohmin kuormalle. Näin ollen käytössä olleita 8 ohmin kaiuttimia tuli kytkeä vahvistimeen kaksi, jotta annettu 4 ohmin kuorma saavutetaan.



KUVIO 10. Kemon 18 watin monovahvistin

Kuulutusposteita varten vahvistimet sekä niihin liittyvät lisäkomponentit koteloitiin yhdeksi paketiksi (KUVIO 11), jolloin ne saatiin suojattua mahdollisilta häiriötekijöiltä, kuten johtojen irtoamiselta vahvistinyksikköä siirtäessä. Lisäksi paketoinnin yhteydessä vahvistimen yhteyteen lisättiin virtaliitin, 6,3 mm:n liittimet kaiutinlähdöille sekä RCA-liittimet äänisignaalin sisääntulolle. Lisäksi vahvistinyksikköön tuli äänenvoimakkuudensäätö, jotta äänenvoimakkuutta voitiin säätää kuulutusposteessa mahdollisimman helposti.



KUVIO 11. Paketoitu vahvistinyksikkö

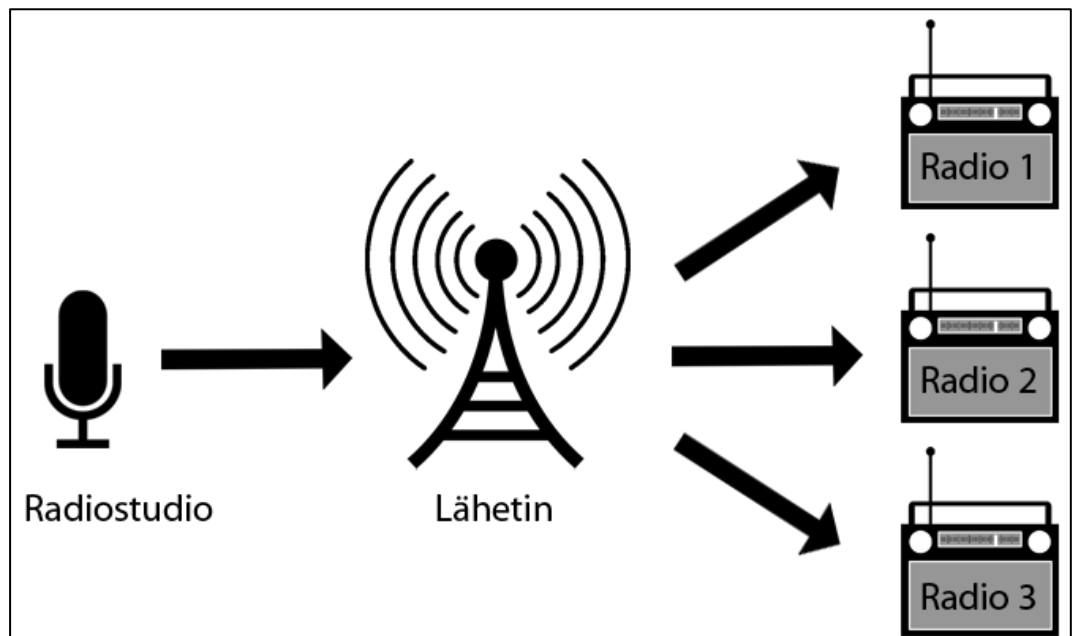
Lisäksi jokaiseen kuulutusposteeseen tarvittiin kaapelit vastaanottimena toimivan puhelimen ja vahvistimen välille. Puhelimen päässä kaapelissa tuli olla 3,5 mm:n audio-liitin ja vahvistimen päässä RCA-liitin. Lisäksi akusta tuli syöttää virtaa sekä vahvistimelle että vastaanottimena toimivalle puhelimelle. Tämä toteutettiin liittämällä tupakansytytin haaroitin akkuun ja jakamalla sen avulla virta sekä puhelimeen että vahvistimeen. Puhelinta varten käytettiin normaalia autolaturia ja vahvistinta varten rakennettiin erillinen virtajohto, joka oli yhteensopiva vahvistimessa olevan virtaliittimen kanssa.

3 INTERNET-RADIO

PTT-järjestelmän rinnalle toteutettiin Internet-radio, jolla langaton kuulutusjärjestelmä saadaan laajennettua myös tapahtumapaikan ulkopuolelle. Ennen varsinaisen toteutuksen aloittamista tutustuttiin eri Internet-radio toteutusvaihtoehtoihin. Työssä päädyttiin ratkaisuun, jossa toteutus pyrittiin tekemään mahdollisimman pitkälle ilmaisilla avoimen lähdekoodin ohjelmilla, jotta kulut saatiin pysymään mahdollisimman alhaisina.

3.1 Internet-radion toimintaperiaate

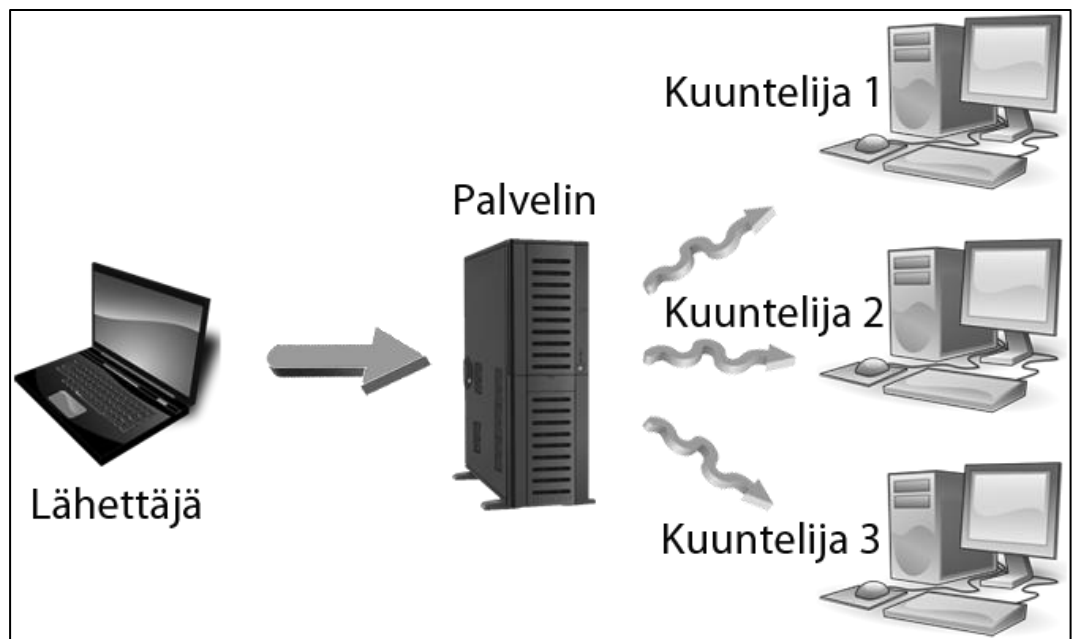
Radioasema koostuu kolmesta osasta, jotka ovat radiostudio, lähetin ja kuuntelijoiden vastaanottimet. Radiostudio toimii äänen lähteenä, josta äänisignaali lähetetään lähettimelle. Lähetin lähettää äänen eteenpäin FM-modulaatiolla, jonka kuuntelijoiden vastaanottimet toistavat. Tavallisen radion toimintaperiaate on esitelty kuviossa 12.



KUVIO 12. Tavallisen radion toimintaperiaate

Internet-radiossa normaalin radion radiostudio on korvattu lähettäjän tietokoneella, joka voi toimia samalla myös palvelimena, tai jolta voidaan ottaa yhteys erilliseen palvelimeen. Lähetin on korvattu streamaus-palvelimella, johon kuuntelijat

ottavat yhteyttä. Käytännössä tämä palvelin on tietokoneohjelma, jollaisia ovat esimerkiksi avoimen lähdekoodin Icecast sekä suljetun lähdekoodin SHOUTcast. Kuuntelijoiden vastaanottimena toimii tavallisen radion sijasta tietokone tai puhelin, jossa on Internet-yhteys. Internet-radion tarkoituksena onkin siis streamata eli lähettää pakattua videokuvaa ja ääntä verkon yli reaaliajassa. Streamaus soveltuu suorien radiolähetysten ja tapahtumien lähettämiseen Internetissä, jotta niiden seuraaminen on mahdollista myös kotona. Internet-radion toimintaperiaate on esitelty kuviossa 13.



KUVIO 13. Internet-radion toimintaperiaate

3.2 Streamaustavat

Ääni- ja videodatan siirtämiseen Internetin yli on olemassa kolme tapaa. Ensimmäinen tapa on lataa ja soita menetelmä, jossa toistettava media on ladattava kokonaan vastaanottajan kovalevylle, ennen kuin sen pystyy toistamaan. Toinen tapa on progressiivinen lataus, jossa mediaa pystytään toistamaan samalla, kun se latautuu vastaanottajan kovalevylle. Lataa ja soita menetelmään verrattuna tämä on käyttökelpoisempi menetelmä, sillä kuuntelijan ei tarvitse odottaa tiedoston latautumista valmiiksi, jotta sen toistamisen pystyy aloittamaan.

Reaaliaikaisen median lähettämiseen tarvitaan kuitenkin kolmatta menetelmää eli todellista streamaamista. Tämä menetelmä mahdollistaa suorien lähetysten lähettämisen, jota käytetään Internet-radioissa. Todellisessa streamaamisessa palvelin lähettää kuuntelijoille dataa reaaliajassa, jolloin esimerkiksi urheilutapahtuman selostus lähtee palvelimelta jokaiselle kuuntelijalle samanaikaisesti. Toisin kuin kahdessa aikaisemmassa menetelmässä, niin todellisessa streamauksessa suoran lähetyksen kuuntelua ei pysty keskeyttämään ja jatkamaan myöhemmin samasta kohdasta.

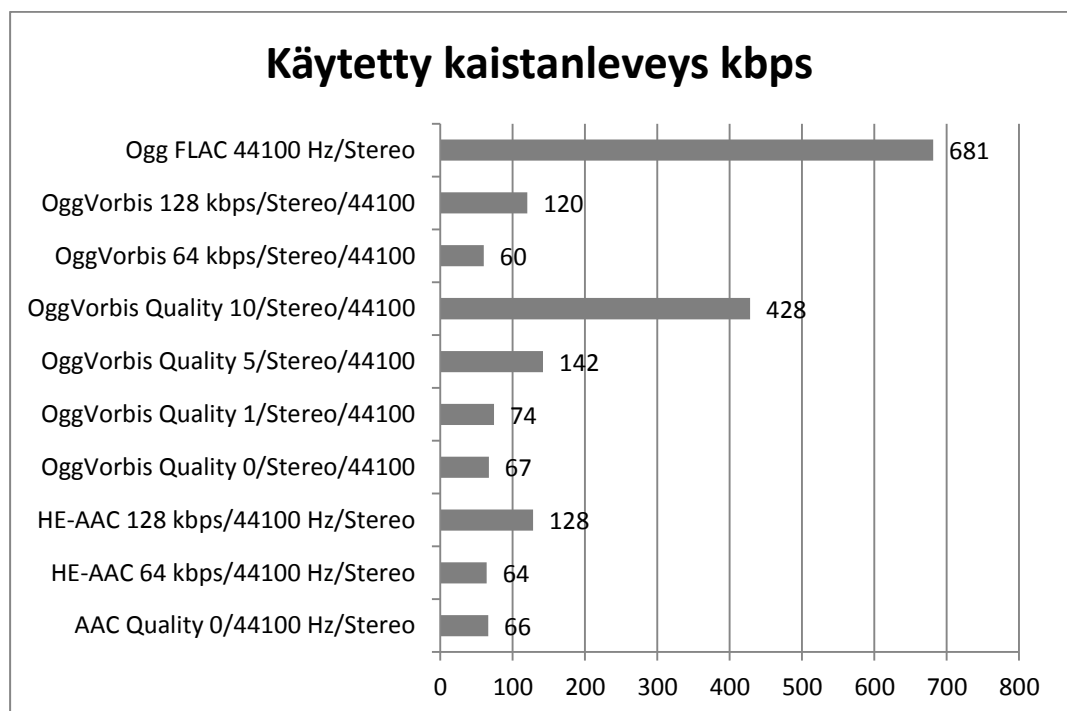
3.3 Median koodaus ja pakkaus

Jotta mediaa saadaan siirrettyä Internetin yli, tulee sen olla koodatussa muodossa. Media koodataan koodekilla tiettyyn formaattiin, jotta se saadaan lähettimen ja vastaanottimen ymmärtämään muotoon. Tällaisia koodekkeja ovat esimerkiksi MP3, AAC, HE-AAC, OggVorbis sekä Ogg FLAC. Näistä MP3, AAC ja HE-AAC formaatit ovat patentoituja sekä lisensoituja ja niiden koodereista ja dekodeereista tulee maksaa laitekohtainen lisenssimaksu. Tämän lisäksi MP3-formaatin lähettämistä varten tarvitsee ostaa erillinen lisenssi, mutta AAC- ja HE-AAC-formaatin lähettämistä varten tätä ei vaadita. OggVorbis- ja OggFLAC-formaatit ovat puolestaan patentittomia sekä lisensoimattomia, ja ne perustavat avoimeen lähdekoodiin. Näin ollen Vorbis-muotoista ääntä käsittelevät kooderit ja dekodeerit ovat vapaasti kaikkien käytettävissä.

Internetin yli välitettävä media on myös hyvä pakata, jotta sen vaatima kaistanleveys saadaan pienemmäksi. Pakkaaminen voi olla joko tappiollista tai tappiotonta pakkausta. Tappiottomassa pakkauksessa data sisältämä informaatio pakataan pienempään tilaan ilman, että dataa poistetaan. Tappiollisessa pakkauksessa puolestaan dataa poistetaan, jotta sen vaatimaa tilaa saadaan pienennettyä, mutta samalla äänen laatu heikkenee. Suorissa lähetyksissä pakkaus tapahtuu samalla tavalla, mutta tiedoston sijaan äänen sisääntulo koodataan ja lähetetään jatkuvana virtana streamaus-palvelimelle.

Äänisignaalin käyttämää kaistanleveyttä tutkittiin vertailemalla AAC, HE-AAC, OggVorbis sekä Ogg FLAC formaatteja eri laaduilla näytteenottotaajuuden olles-

sa kaikissa 44100 Hz. Yhteensä testattavia koodaustapoja oli 10 ja testauksessa saadut tulokset on esitelty kuviossa 14. Tulokset ovat testaukseen käytetystä ohjelmasta luettuja ja näin ollen vain suuntaa-antavia arvoja. AAC formaatilla laatua oli mahdollisuus määritellä Quality-asteikolla, mutta kaistanleveyden käyttö oli kaikilla testatuilla arvoilla sama. HE-AAC formaattia pystyttiin testaamaan antamalla haluttu bittinopeus, jota haluttiin käyttää. Testissä osoittautui, että vaadittu kaistanleveys oli sama kuin määritelty bittinopeus. OggVorbis mahdollisti testaamisen käyttämällä joko haluttua bittinopeutta tai Quality-arvoa. Kaistanleveyden tarve oli bittinopeuden kanssa suunnilleen samaa luokkaa. Quality-arvoilla kaistanleveyden tarve testattiin kolmella laadulla. Ogg FLAC-formaatissa bittinopeutta tai Quality-arvoa ei pystynyt säätämään, koska kyseessä on pakkaamaton formaatti.



KUVIO 14. Käytetty kaistanleveys eri koodaustavoilla

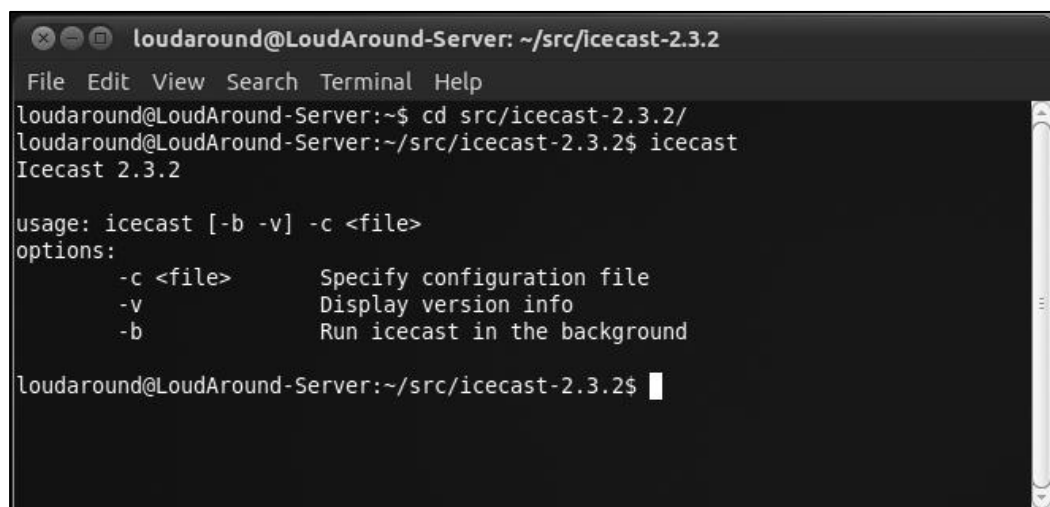
3.4 Internet-radion toteutus

Ennen radion toteutusta tutustuttiin eri mahdollisuuksiin toteuttaa Internet-radio Windows sekä Linux-käyttöjärjestelmissä. Internet-radion toteutuksessa päädyttiin käyttämään lähettimen päässä Windows-pohjaista ratkaisua ja palvelimen

päässä Linux-pohjaista ratkaisua. Lisäksi lähettimen yhteyteen toteutettiin Windows-pohjainen palvelimen, jota pystytään käyttämään testaus ja esittelytarkoituksiin. Koska tarkoituksena oli käyttää avoimen lähdekoodin ohjelmistoja, niin Internet-radio päädyttiin toteuttamaan hyödyntäen avointa Icecast2-tekniikkaa tunnetumman suljetun lähdekoodin SHOUTcast-tekniikan sijasta. Icecast2 on avoimeen lähdekoodiin perustuva lisenssitön ja patentiton Internet-radiosovellus, jota voidaan käyttää sekä Windows- että Linux-ympäristöissä.

3.4.1 Icecast2-palvelimen asennus

Internet-radion toteuttaminen aloitettiin asentamalla palvelinkoneeseen Icecast2-palvelimen version 2.3.2, jonka saa ladattua ilmaiseksi Icecastin kotisivuilta. Palvelimella olleeseen Ubuntu 10.10 The Maverick Meerkat -käyttöjärjestelmään Icecast2-palvelimen asennus tapahtui komentorivin kautta. Oletuksena Ubuntusta puuttui joitakin kirjastoja, joita Icecast2-palvelin vaatii toimiakseen. Puuttuvien kirjastojen asennuksen jälkeen palvelin saatiin asennettua ilman suurempia ongelmia. Varsinainen asennus tapahtui purkamalla asennustiedostot haluttuun asennuskansioon ja ajamalla asennuskansiossa komennot ”./configure”, ”make” ja ”make install”. Tämän jälkeen asennuksen onnistumisen pystyi testaamaan ajamalla ohjelman komennolla ”icecast”. Asennuksen onnistuessa ohjelma antoi ohjeet palvelimen käyttöön (KUVIO 15).



```
loudaround@LoudAround-Server: ~/src/icecast-2.3.2
File Edit View Search Terminal Help
loudaround@LoudAround-Server:~$ cd src/icecast-2.3.2/
loudaround@LoudAround-Server:~/src/icecast-2.3.2$ icecast
Icecast 2.3.2

usage: icecast [-b -v] -c <file>
options:
  -c <file>    Specify configuration file
  -v           Display version info
  -b           Run icecast in the background

loudaround@LoudAround-Server:~/src/icecast-2.3.2$
```

KUVIO 15. Icecast2-palvelimen käyttöliittymä Linuxissa asennuksen jälkeen

Seuraavaksi lähettimenä toimivalle koneelle asennettiin Icecast2-palvelimen Windows-versio. Ohjelman asennus tapahtui seuraamalla graafisen asennusohjelman ohjeita vaihe vaiheelta (LIITE 1). Asennuksen lopussa tuli valita, suoritetaanko Icecast2-palvelin Windowsin palveluna, jolloin Icecast2 toimii taustalla ilman, että varsinaista palvelinohjelmaa tarvitsee käynnistää erikseen. Oletusarvoisesti asennusohjelma asentaa palvelimen toimimaan juuri näin, mutta testipalvelimella tarkoituksena oli itse hallita palvelimen päällä olemista, joten tätä ominaisuutta ei asennettu. Tämän jälkeen Icecast2-palvelin oli valmis käytettäväksi.

3.4.2 Source clientin asennus

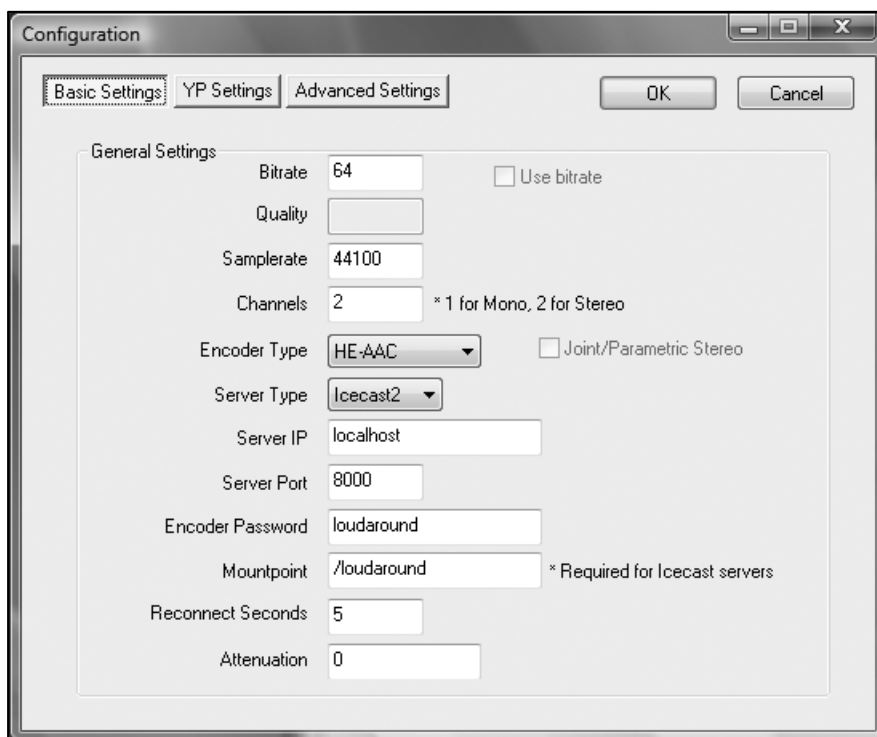
Palvelimen asennuksen jälkeen tarvittiin vielä source client, eli äänen lähde, jolla välitetään haluttu audiosignaali palvelimelle. Windows-puolelle oli saatavilla sekä graafisesti että komentoriviltä toimivia sovelluksia. Graafisia sovelluksia ovat esimerkiksi maksullinen Traktor DJ Studio 3 sekä ilmainen avoimen lähdekoodin Edcast, joka on tunnettu aikaisemmin nimellä Oddcast. Komentoriviltä suoritettavia sovelluksia olivat esimerkiksi ilmaiset avoimen lähdekoodin Ezstream ja Liquidsoap. Koska järjestelmä haluttiin pitää mahdollisimman edullisena ja helppokäyttöisenä, niin toteutuksessa päädyttiin graafisen käyttöliittymän Edcastiin. Kun palvelimen asennus, niin myös Edcastin asennus sujui ongelmitta graafisen asennusohjelman ohjeita seuraamalla. Asennuksen jälkeen Edcast oli valmis käytettäväksi.

3.4.3 Icecast2-palvelimen ja source clientin konfigurointi

Ennen kuin Internet-radiota pystyi käyttämään kunnolla, tuli palvelimen asetukset määrittellä kuntoon. Icecast2:ssa tämä tapahtui luomalla ja muokkaamalla icecast.xml tiedostoa. Testipalvelimella Windowsissa Icecast2-palvelin mahdollisti tämän tiedoston avaamisen suoraan ohjelman käyttöliittymän kautta. Ensisijaisen tärkeää oli muuttaa palvelimen salasanat sekä käyttäjätunnukset oletusarvoista. Tämän jälkeen palvelimen muita asetuksia lähdettiin muuttamaan halutunlaisiksi. Asetuksista rajattiin muun muassa maksimikuuntelijamäärä, jotta käytettävissä

oleva yhteysnopeus riittäisi kaikille yhtäaikaisille käyttäjille ilman, että lähetys alkaa pätkiä. Asetuksien määrittämisen jälkeen icecast.xml tiedosto pystyttiin kopiaamaan myös Ubuntuissa toimivalle varsinaiselle palvelimelle, jolla se toimi samoilla asetuksilla ilman muutoksia.

Source clientin puolella asetusten muuttamista oli palvelinta enemmän. Edcastissa asetuksia pystyi muuttamaan suoraan graafisessa käyttöliittymässä, joten editointi oli huomattavasti palvelinta helpompaa (KUVIO 16). Aluksi ohjelmaan tuli lisätä uusi kooderi, jota haluttiin käyttää, minkä jälkeen kooderin asetukset tuli määritellä. Edcastin asetukset jakautuvat kolmeen osa-alueeseen, jotka ovat Basic Settings, YP Settings sekä Advanced Settings. Basic Settings -valikossa määritellään halutun lähetyksen laatu sekä vastaanottavan palvelimen tiedot.



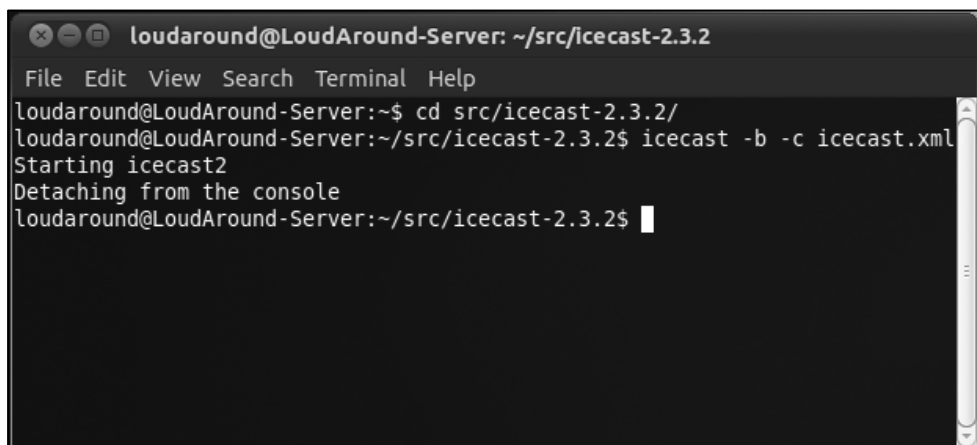
KUVIO 16. Edcastin konfiguointinäkökulma

Tässä vaiheessa pystyttiin valitsemaan myös koodaustapa, jolla media tullaan lähettämään palvelimelle ja siitä eteenpäin kuuntelijoille. Toteutuksessa päädyttiin käyttämään HE-AAC -koodausta, koska se on laadultaan hyvä sekä sen käyttämisestä ei tarvitse maksaa erillistä lisenssimaksua. Toisena vaihtoehtona oli Ogg-Vorbis, mutta se päätettiin hylätä, koska ainakaan Nokian Symbian S60 3rd Editi-

on matkapuhelinten oma Internet-radio -sovellus ei toistanut kyseistä formaattia. Laatuiedoiksi päätettiin valita stereoäänen, jonka bittinopeus on 64 kbps ja näytteenottotaajuus 44100 Hz. Alhaisesta bittinopeudesta huolimatta äänenlaatu oli riittävän hyvä kyseiseen käyttötarkoitukseen. Vastaanottavan palvelimen asetuksiin määriteltiin palvelimen asetuksien yhteydessä määritellyt asetukset sekä salasana. Lisäksi tässä vaiheessa tuli määrittellä myös mountpoint eli liitoskohta, johon Icecast2-palvelimella yhdistetään. Liitoskohdaksi määriteltiin ”/loudaround”, jolloin testipalvelimelle lokaalisti yhdistäessä osoitteeksi muodostuu `http://localhost:8000/loudaround`. YP Settings -valikossa määriteltiin asetukset, jotka välitetään kuuntelijalle. Streamin nimeksi määriteltiin Loud Around Radio ja kuvaukseksi Loud Around Live Stream. Advanced Settings -valikossa pystyttiin määrittelemään logitiedostojen sijainnin sekä tason, jolla tietoja tallennetaan logiin. Tasoksi päätettiin valita taso 2, jolloin logitiedostoon tallentuu tiedot virheistä ja varoituksista. Tämän jälkeen sekä palvelimet että source client ovat valmiita käytettäväksi.

3.4.4 Icecast2-palvelimen ja source clientin käyttäminen

Ubuntussa palvelin käynnistettiin ajamalla komentorivillä komento ”`icecast -c icecast.xml`”, jossa parametri ”-c” merkitsee konfiguraatiota, jota seuraa konfiguraatitiedoston nimi, eli tässä tapauksessa aikaisemmin määritelty `icecast.xml`. Palvelimen sai suoritettua taustalla lisäämällä komentoon parametrin ”-b”. Tämän komennon suorittamisen jälkeen palvelin oli valmis käytettäväksi (KUVIO 17).



```

loudaround@LoudAround-Server: ~/src/icecast-2.3.2
File Edit View Search Terminal Help
loudaround@LoudAround-Server:~$ cd src/icecast-2.3.2/
loudaround@LoudAround-Server:~/src/icecast-2.3.2$ icecast -b -c icecast.xml
Starting icecast2
Detaching from the console
loudaround@LoudAround-Server:~/src/icecast-2.3.2$

```

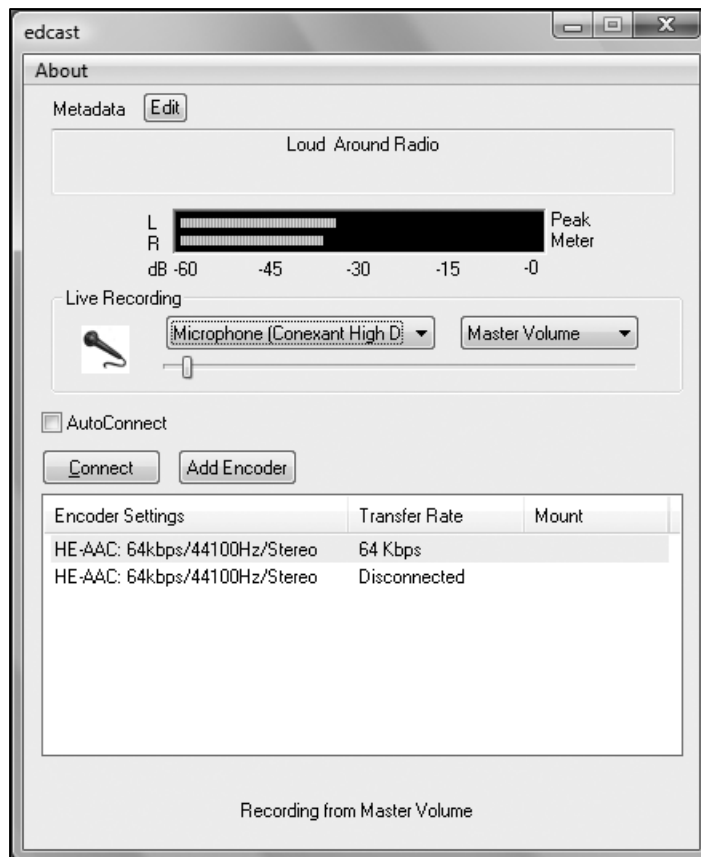
KUVIO 17. Icecast2-palvelimen käyttöliittymä Linuxissa käynnistämisen jälkeen

Koska testipalvelimen asennuksen yhteydessä päätettiin, ettei palvelinta ajeta Windowsin palveluna, niin tässä vaiheessa Icecast2-palvelin tuli käynnistää. Tämä tapahtui yksinkertaisesti painamalla graafisessa käyttöliittymässä olevaa ”Start Server” -painiketta. Tämän jälkeen käyttöliittymän Server Status -ruutuun ilmestyi palvelimen tiedot, jotka oli määritelty aikaisemmin (KUVIO 18).



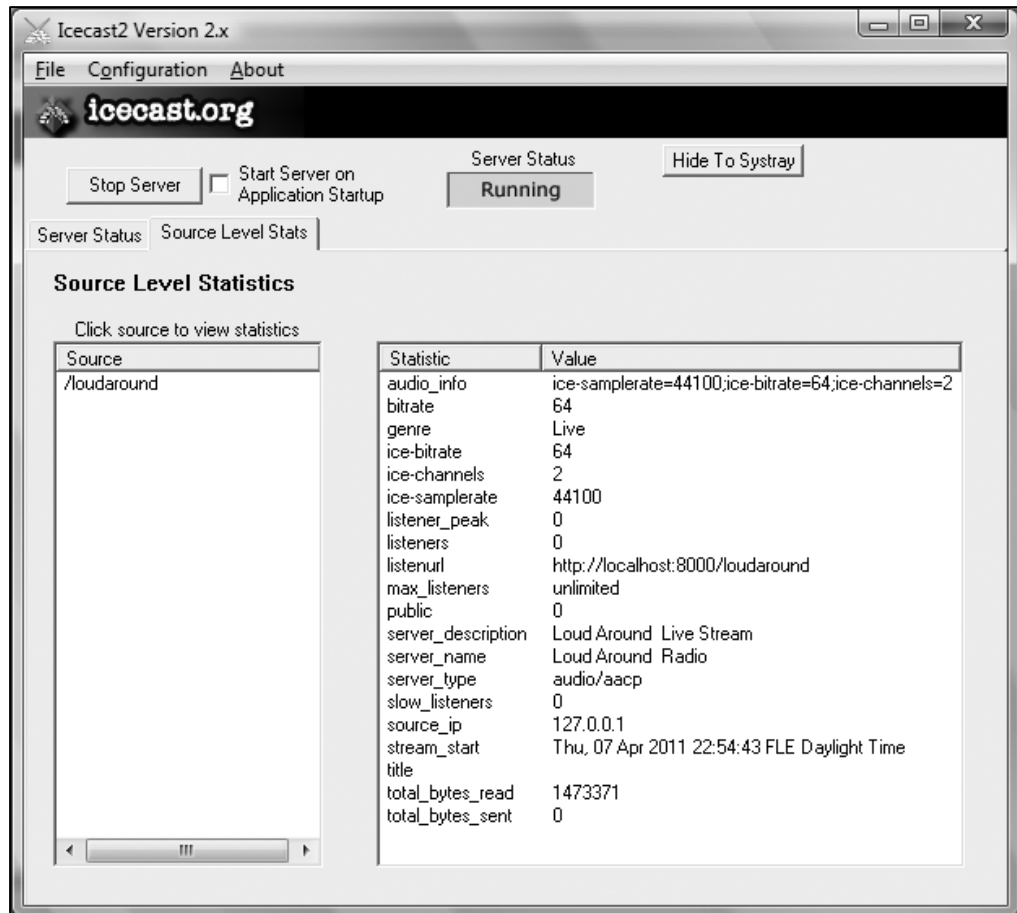
KUVIO 18. Icecast2-palvelimen käyttöliittymä Windowsissa käynnistämisen jälkeen

Tämän jälkeen tuli käynnistää Edcast, jotta audiosignaali saatiin välitettyä palvelimelle. Koska koneella oli vain yksi Live Recording -laite, eli mikrofoni, niin tämä on oletuksena valittuna käytettäväksi laitteeksi. Tämän jälkeen source client pystyttiin käynnistämään painamalla Edcastin käyttöliittymässä olevaa ”Connect” -painiketta. Mikäli yhdistäminen onnistuu, niin Edcast antaa ilmoituksen Connected ja ”Transfer Rate” -sarakeeseen ilmestyy lähettimen käyttämä kaistanleveys (KUVIO 19).



KUVIO 19. Edcastin käyttöliittymä

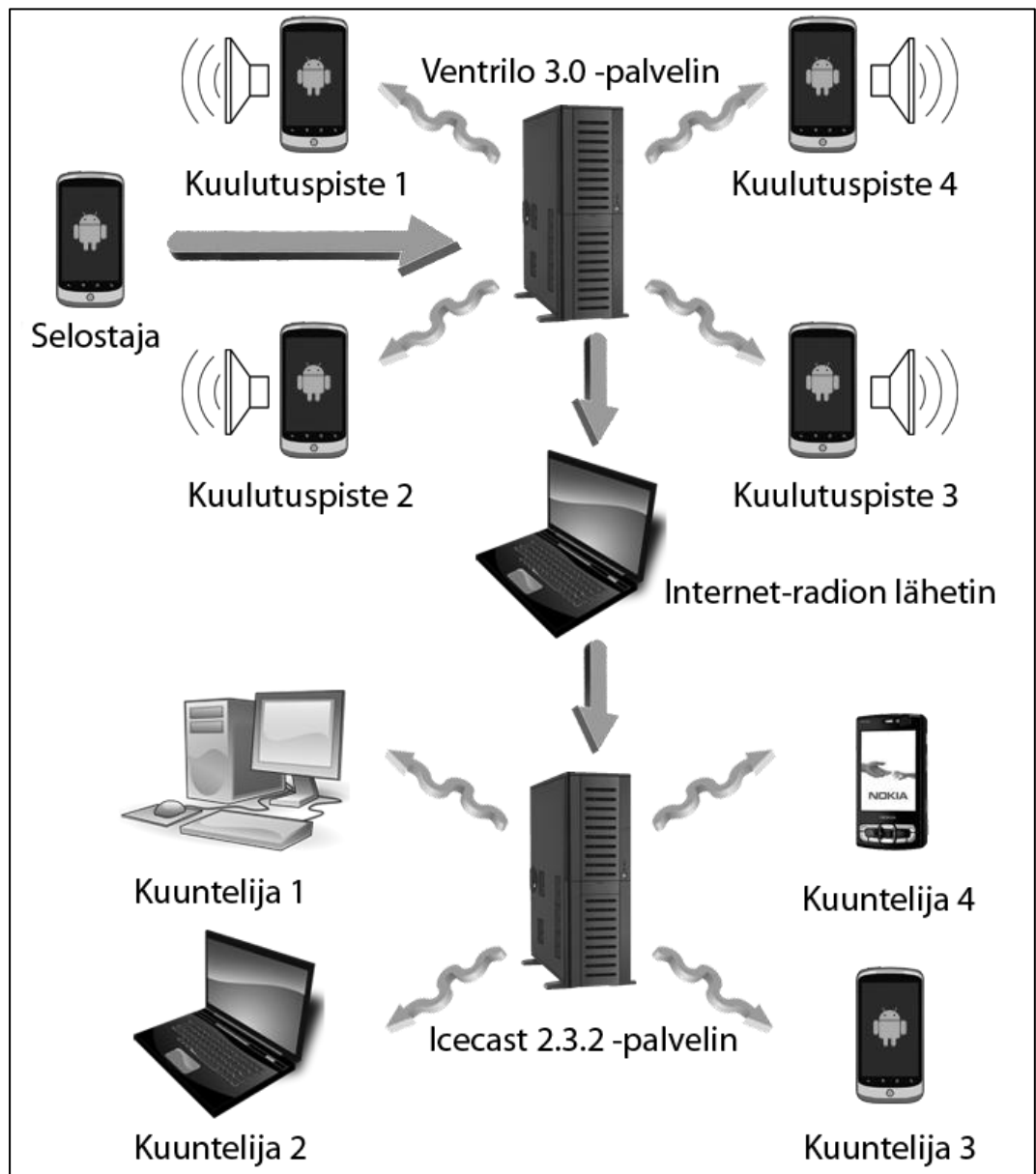
Mikäli yhdistäminen testipalvelimelle onnistuu, niin Icecast2-palvelimen ”Source Level Stats” -ruutuun ilmestyy ”Source” -kenttään ”/loudaround”. Tätä klikkaamalla saadaan näkyviin tiedot, jotka source client välittää palvelimelle (KUVIO 20). Tässä vaiheessa sekä palvelin että source client ovat toiminnassa, ja kuuntelija pystyy vastaanottamaan radiolähetystä omalta tietokoneeltaan esimerkiksi VLC media playerilla tai muulla vastaavalla ohjelmalla, joka tukee Icecast2-lähetysten vastaanottoa.



KUVIO 20. Icecast2-palvelimen käyttöliittymä Windowsissa Source Clientin yhdistämisen jälkeen.

4 LAITTEISTOJEN YHDISTÄMINEN

Opinnäytetyön tavoitteissa oli yhdistää langaton kuulutusjärjestelmä ja Internet-radio toimimaan yhdessä. Tarkoituksena oli, että langaton kuulutusjärjestelmä palvelee tapahtumapaikalla olevaa yleisöä ja Internet-radio välittää selostajan puheen tapahtumapaikan ulkopuolella oleville ihmisille. Laitteistojen yhdistäminen pystytään toteuttamaan kahdella menetelmällä riippuen siitä, käytetäänkö lähettimenä tietokonetta vai puhelinta.

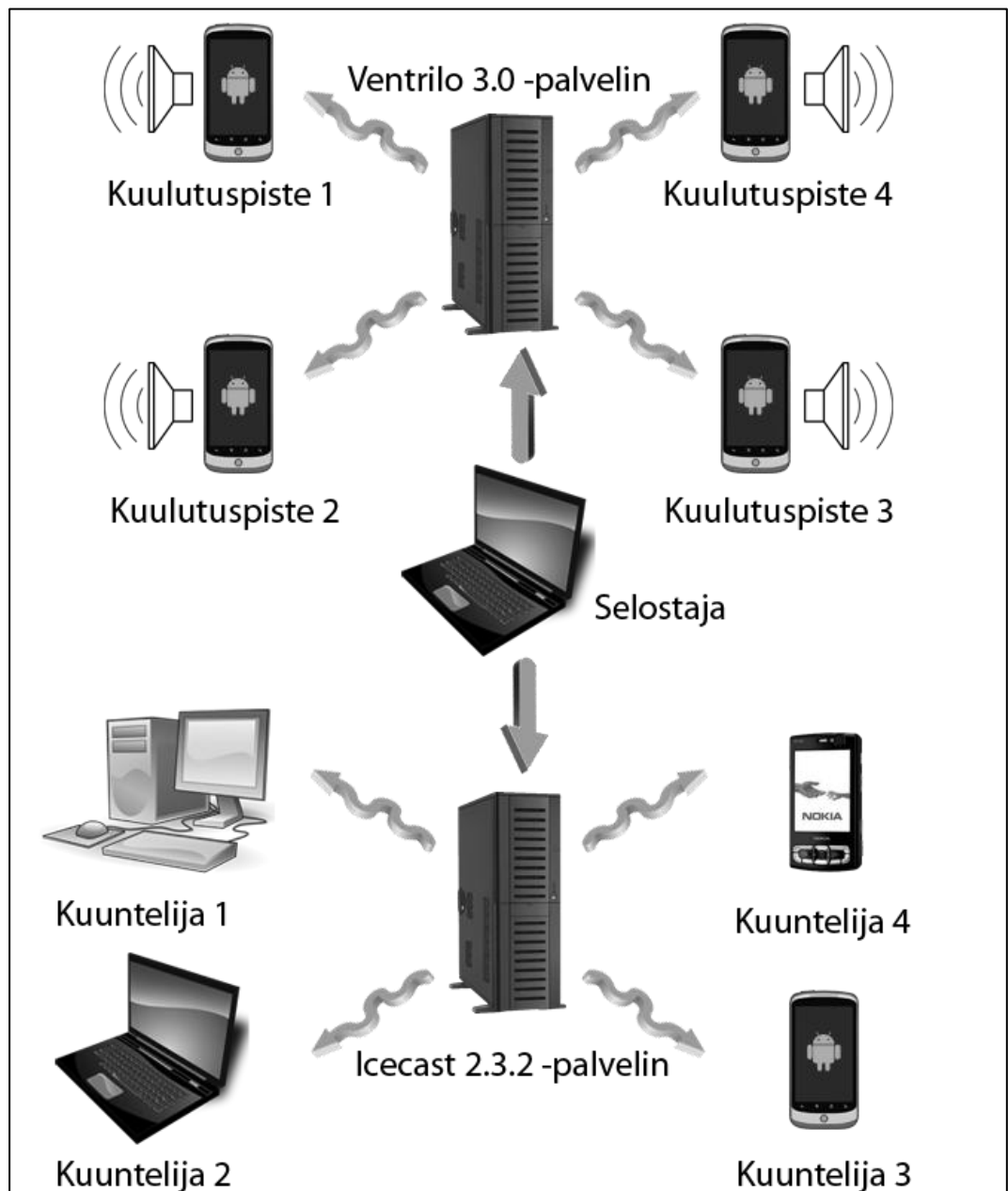


KUVIO 21. Kuulutusjärjestelmän yhdistäminen Internet-radioon

Kuviossa 21 on esitelty toimintaperiaate laitteistossa, jossa puhelin toimii lähettimenä. Tällöin täytyi käyttää menetelmää, jossa tietokone toimi yhtenä vastaanottimista. Menetelmässä tietokoneen äänilähdön ja mikrofoniliitännän välille tuli tehdä silmukka 3,5mm uros - 3,5mm uros -liittimillä varustetulla kaapelilla. Selostaja puhuu lähettimenä toimivaan puhelimeen, josta ääni lähetetään Ventriloidista Ventrilo-palvelimelle. Tietokone vastaanottaa äänen palvelimelta Ventrilossa, minkä jälkeen se lähettää äänen silmukan avulla mikrofoniliitännään. Internet-radion lähetin vastaanottaa äänisignaalin mikrofoniliitännästä ja välittää sen Icecast2-palvelimelle, joka välittää sen eteenpäin kuuntelijoille. Menetelmän etuna on se, että muu kuuluslaitteisto ei ole millään tavalla riippuvainen Internet-radion lähettimenä toimivan tietokoneen toiminnasta, koska kuuluslaitteisto saa äänisignaalin selostajalla lähettimenä toimivasta puhelimesta. Tällöin tietokoneen Internet-yhteyteen tuleva häiriö tai muu tietokoneeseen liittyvä ongelma ei katkaise koko kuulusjärjestelmän toimintaa, vaan ainoastaan Internet-radion toiminta katkeaa hetkellisesti. Suurimpana haittana tässä menetelmässä on silmukkana toimiva kaapeli, joka on riskialtis häiriöille sekä äänenlaadun heikkenemiselle. Häiriöitä voivat olla esimerkiksi kaapelin irtoaminen tai sen liikkuminen, joka aiheuttaa ääneen kohinaa. Tämän lisäksi haittana on äänisignaalin kulkeminen usean ohjelman kautta, joka aiheuttaa viivettä ja niin ikään heikentää äänenlaatua Internet-radiossa. Selostajan lähettämä äänisignaali käsitellään ja pakataan ensimmäisen kerran GSM 6.10-formaattiin, kun se lähetetään Ventrilo-palvelimelle. Täältä ääni saapuu Internet-radion lähettimenä toimivalle tietokoneelle, jossa se pakataan uudelleen HE-AAC formaattiin. Molempien pakkauksien yhteydessä laatu heikenee, ja viivettä Internet-radioon lähettämässä syntyy lisää, kun ääni kiertää ensin Ventrilo-palvelimen kautta.

Kuviossa 22 on esitelty toimintaperiaate laitteistossa, jossa tietokone toimii lähettimenä. Tässä menetelmässä selostaja puhuu tietokoneeseen liitettyyn mikrofooniin, joka lähettää äänisignaalin suoraan tietokoneella olevaan Internet-radion lähettimeen. Lähettimeltä äänisignaali lähetetään Icecast2-palvelimen kautta eteenpäin kuuntelijoille. Lisäksi selostajan puhe lähetetään tietokoneelta Ventrilon kautta Ventrilo-palvelimelle, josta äänisignaali lähetetään kuuluspisteinä toimiviin puhelimiin. Tässä menetelmässä etuina ovat pienempi riski ääneen tulevissa häiriöissä sekä Internet-radioon lähetettävän äänisignaalin viiveen pieneneminen.

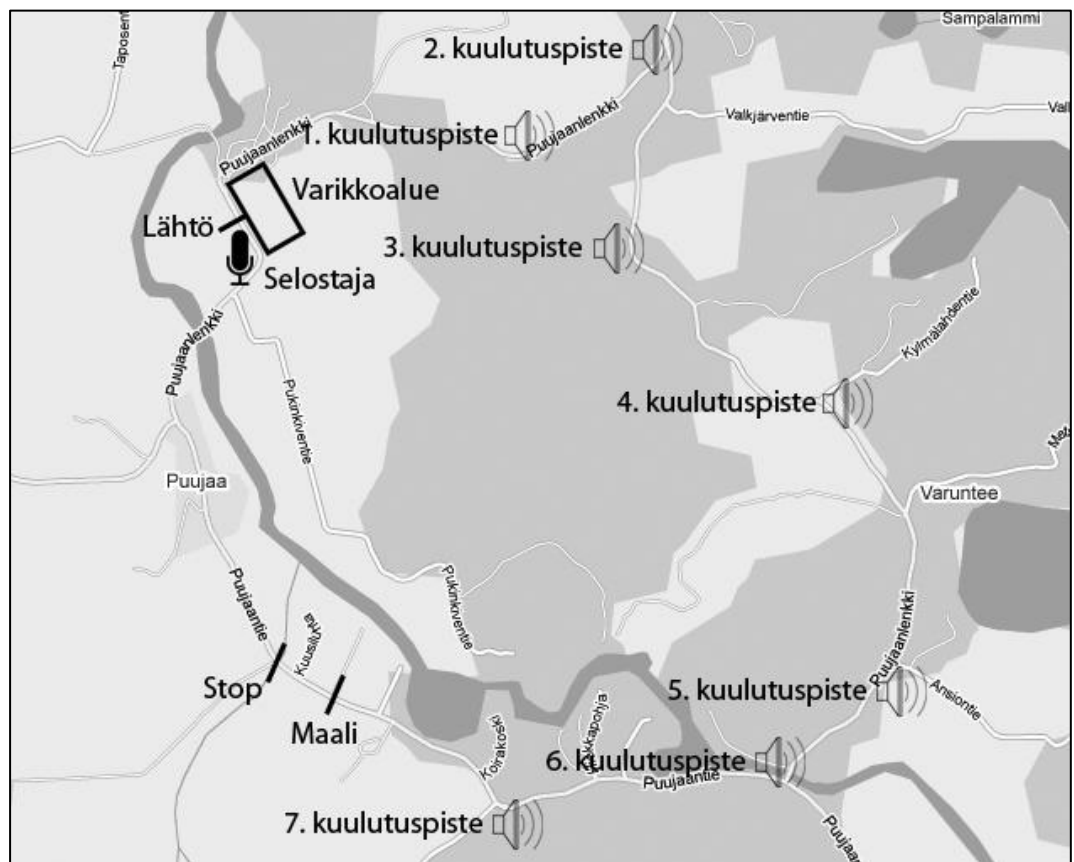
Lisäksi Internet-radioon lähetettävä ääni pakataan ainoastaan Internet-radion lähettimessä. Ongelma puolestaan on lähettimenä toimivan tietokoneen vaikutus koko kuulutuslaitteistoon. Tietokoneen Internet-yhteyteen tai tietokoneeseen muuten liittyvä ongelma katkaisee koko kuulutuslaitteiston toiminnan. Tällöin tapahtumapaikalla oleva kuulutus pystytään tilapäisesti ratkaisemaan ottamalla lähettäväksi yksiköksi tietokoneen sijasta puhelin.



KUVIO 22. Kuulutusjärjestelmän yhdistäminen Internet-radioon

5 LAITTEISTON KOEKÄYTTÖ JA JATKOKEHITYS

Uusittu kuulutusjärjestelmä oli ensimmäistä kertaa käytössä 13.2.2011 järjestetyssä Hausjärven SM-Talvirallisprintissä. Kilpailun varikkoalueelle ja sen välittömässä läheisyydessä kuulutus oli toteutettu langallista laitteistoa hyväksi käyttäen ja langaton laitteisto toimi kauempana olevilla kuulutuspisteillä kuvion 23 mukaisesti. Tapahtumassa lähettimenä käytettiin tietokonetta, joka lähetti äänisignaalin 7 kuulutuspisteeseen. Internet-radio toimi vain paikallisesti testipalvelimella, jolloin se ei ollut julkisessa käytössä.



KUVIO 23. Laitteiston esitestausalue

5.1 Laitteiston ylösajo, testaus ja toiminta tapahtumassa

Kuulutusjärjestelmän ylösajon aloitettiin kilpailua edeltävänä päivänä, jolloin käytiin asentamassa kuulutuspisteet vastaanottavia puhelimia lukuun ottamatta paikoilleen. Lisäksi kuulutuspisteiden toiminta testattiin yksitellen sekä tehtiin tarvittavat huoltotoimenpiteet. Laitteisto testattiin kahdella puhelimella, joista toinen

toimi lähettimenä ja toinen vastaanottimena. Kilpailua edeltävän päivän testauksi-
en seurauksena yksi vahvistin jouduttiin vaihtamaan, koska se oli viallinen, mutta
muilta osin laitteisto toimi näiden testien perusteella moitteetta.

Varsinaisena kilpailupäivänä ennen kilpailun alkua kuulutusposteisiin käytiin
asentamassa vastaanottimina toimivat puhelimet sekä testattiin tarvittavat testauk-
set. Testaus tapahtui kytkemällä kuulutusposteet yksitellen Ventrilo-palvelimelle
ja lähettämällä lähettävästä puhelimesta äänisignaalia, jonka kaikki yhdistetyt pu-
helimet toistivat. Testauksien perusteella laitteisto vaikutti toimivan moitteetta
lukuun ottamatta yhtä kuulutuspostettä, jossa ääni kuului muita kuulutusposteitä
hiljaisemmin. Lisäksi kova pakkanen tuntui vaikuttavan laitteiston toimintaan.
Kilpailun alkamisen jälkeen huoltotoimenpiteitä ja testauksia ei päässyt enää te-
kemään ennen ensimmäisen jakson päättymistä.

Kilpailun alkaessa SM-rallisprintin virallinen selostaja alkoi selostaa lähettimenä
toimivaan tietokoneeseen kytkettyyn langalliseen mikrofonin. Pian ensimmäisen
jakson alkamisen jälkeen saatiin tieto, että kuulutusposteet ovat mykkiä. Ongelma
ratkesi, kun lähettimeksi vaihdettiin tietokoneen tilalle puhelin. Muilta osin lait-
teisto toimi kuten pitikin. Tietokone poistettiin kuulutusjärjestelmästä, ja ongel-
man syytä alettiin tutkia. Myöhemmin selvisi, että vika oli ollut tietokoneeseen
kytketyn langallisen mikrofonin johdossa, joka oli katkennut kuoren sisältä, eikä
näin ollen lähettänyt äänisignaalia eteenpäin.

Tapahtuma antoi paljon hyödyllistä tietoa laitteiston toiminnasta sekä mahdollisis-
ta kehityskohteista. Laitteisto todettiin toimivaksi ja kestäväksi vallinneissa sää-
olosuhteissa. Ainoana suurempana ongelma ilmeni kahden puhelimen akun ha-
joaminen, joka ilmeisesti johtui siitä, että autolaturi syötti puhelimeen virtaa liian-
suurella jännitteellä. Muilta osin laitteisto toimi kuten oli odotettu ja kokonaisuus-
tena siihen oltiin tyytyväisiä. Tapahtuman jälkeen tehdyissä testeissä tapahtumas-
sa ilmenneitä ongelmia ei ole enää esiintynyt.

5.2 Laitteiston jatkokehitys

Kuulutusjärjestelmää on tarkoitus parantaa ja kehittää niin ohjelmallisesti kuin laitteistollisestikin. Laitteistopuolella kehityskohteina ovat erityisesti vahvistimet, joita tullaan uusimaan lähitulevaisuudessa. Tarkoituksena on hankkia jokaiseen kuulutuspiisteeseen monovahvistimien tilalle uudet 2-kanavaiset vahvistimet, jolloin vahvistimien tehot samalla nousevat. Huomioon tulee kuitenkin ottaa se, etteivät vahvistimet kuitenkaan saa kulutta liikaa virtaa, jotta kuulutuslaitteiston toiminta-aika saadaan mahdollisimman pitkäksi. Lisäksi laitteistopuolella tullaan kehittämään laitteiston paketoitua sellaiseksi, että kuulutusyksiköt saadaan valmiiksi paketeiksi, jotka voidaan siirtää helposti paikasta toiseen.

Ohjelmistopuolella laitteistoa tullaan kehittämään niin push to talk -sovelluksen kuin Internet-radion puolella. Internet-radiossa on tarkoitus siirtyä palvelimen lisäksi myös lähettimen osalta Linux-pohjaiseen ratkaisuun. Lisäksi tarvittaessa tullaan vuokraamaan Internet-radiota varten erillinen palvelin. Linux-pohjaiseen ratkaisuun siirtyessä myös push to talk -sovellus pystytään vaihtamaan Windows-pohjaisesta Ventrilosta Linux-pohjaiseen Mangleriin, joka käyttää Ventrilo-palvelinta yhteyden muodostamiseen. Lisäksi tullaan kehittämään omaa Java-pohjaista push to talk -sovellusta, joka toimii sekä tietokoneella että Android-puhelimissa. Sovelluksen on myöhemmin tarkoitus korvata Ventrilo-pohjainen ratkaisu kokonaan.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli korvata myöhemmin perustettavalle yritykselle suunniteltu vanhemmalla teknologialla toteutettu langaton kuulusjärjestelmä uudella laitteistolla sekä lisätä kuuluspisteiden määrää. Lisäksi tavoitteena oli toteuttaa kuulusjärjestelmän rinnalle Internet-radio, jolla tavoitetaan myös tapahtumapaikan ulkopuoliset kuuntelijat. Tarkoituksena oli toteuttaa kyseiset ratkaisut hyödyntäen ilmaisia avoimen lähdekoodin ohjelmia, jotta yritykselle aiheutuvat kustannukset ohjelmistohankinnoissa saadaan pidettyä mahdollisimman alhaisina.

Työlle asetetut tavoitteet saavutettiin halutun mukaisesti. Vanhassa kuulusjärjestelmässä olleet Nokian puhelimet korvattiin uusilla Android-pohjaisilla ZTE Blade -älypuhelimilla. Uusien puhelimen myötä kuuluspisteiden määrä saatiin nostettua 4:stä 7:ään. Varsinaisessa kuulusjärjestelmässä toteutus suoritettiin palvelinta lukuun ottamatta ilmaisilla ohjelmilla. Käyttöön otettujen Ventrilon ja Ventriloidin myötä pystyttiin irtautumaan vanhassa järjestelmässä käytössä olleesta Wippiesin PoC -palvelusta, jolloin palvelimeen tarvittavia palveluntarjoajia on markkinoilla saatavilla useampia. Tällöin laitteiston toiminta ei ole riippuvainen vain yhden palveluntarjoajan toiminnasta. Uusitussa kuulusjärjestelmässä hyödynnettiin vanhassa kuulusjärjestelmässä olleita vahvistimia, kuuluskaiuttimia ja akkuja, jolloin niiden hankkimisesta ei aiheutunut lisäkuluja. Ainoat kulut kuulusjärjestelmän uusimisesta aiheutuivat uusien puhelinten ja liittymien hankkimisesta.

Internet-radion toteuttamisen osalta tavoitteet saavutettiin täysin. Sovelluksien osalta käytettiin ainoastaan ilmaisia avoimen lähdekoodin ohjelmia, jolloin niistä ei aiheutunut lainkaan kustannuksia. Palvelimena ja lähettimenä käytettiin jo valmiiksi käytössä olleita tietokoneita, jolloin laitteiston hankintakulut näiltä osin pysyivät nollassa. Palvelimena toimiva tietokone toimii käytössä olleen 100Mbit/10Mbit-kuituyhteyden varassa, jolloin erillistä palvelinta ei vielä tässä vaiheessa tarvinnut hankkia. Lähettimenä toimivassa tietokoneessa käytettiin jo käytössä ollutta mobiililaajakaistaa. Näin ollen laitteiston, ohjelmistojen ja tietoliikenneyhteyksien hankinnasta ei aiheutunut lisäkuluja.

Laitteistoa testattiin ensimmäisen kerran 13.2.2011 järjestetyssä Hausjärven SM-Talvirallisprintissä. Toimivuuden lisäksi laitteisto joutui testiin myös fyysisen kestävyuden osalta, johtuen kyseisenä päivänä vallinneista sääolosuhteista. Tapahtuman aikana langattomassa kuulutusjärjestelmässä ei ilmennyt ohjelmistopuoleen liittyviä ongelmia, vaan ainoat ongelmat ilmenivät laitteistopuolella. Lähettimenä toimineeseen tietokoneeseen kytketyn langallisen mikrofonin johdon rikkoutumisen lisäksi kuulutusjärjestelmästä rikkoontui yksi vahvistin, joka korvattiin uudella. Mikrofonin rikkoontumisesta aiheutuneet ongelmat saatiin ratkaistua vaihtamalla lähettimeksi puhelin. Tapahtuman jälkeen rikkoutuneen mikrofonin tilalle hankittiin uusi, joka on toiminut moitteetta. Tapahtuman yhteydessä kahdesta puhelimesta rikkoontui akut, jotka uusittiin tapahtuman jälkeen. Laitteisto suoriutui testikäytöstä ja testipäivänä vallinneista sääolosuhteista kokonaisuutena varsin tyydyttävästi. Yksikään laitteiston komponenteista ei rikkoutunut tapahtumapaikalla olleen 27 asteen pakkasen takia, eikä kuulutusjärjestelmän yhteydessä esiintynyt ongelmia.

Internet-radion osalta testaamista ei ole suoritettu tapahtumien yhteydessä, vaan se on ollut testikäytössä tapahtumien ulkopuolella. Laitteistoa on testattu käyttämällä vastaanottimina tietokoneita sekä matkapuhelimia. Testeissä saatuihin tuloksiin ollaan oltu tyytyväisiä, ja laitteisto on tarkoitus ottaa seuraavassa tapahtumassa käyttöön varsinaisen kuulutusjärjestelmän rinnalle.

Laitteiston tuotekehitystä tullaan jatkamaan ohjelmistojen osalta myös tulevaisuudessa. Tarkoituksena on kehittää oma sovellus pikayhteyteen, jolla tullaan korvaamaan Ventrilo-pohjainen ratkaisu. Uuden Java-pohjaisen ohjelmiston kehittäminen on jo aloitettua, ja sen on tarkoitus toimia Android-pohjaisissa puhelimissa sekä tietokoneilla. Ensisijaisesti pyritään korvaamaan puhelimissa käytössä ollut sovellus ja toissijaisesti luomaan yhteensopivuus tietokoneen kanssa. Lisäksi tarve ulkopuolisen palveluntarjoajan palvelimeen tullaan poistamaan tekemällä oma palvelinsovellus, jonka avulla kuulutusjärjestelmän laitteet kommunikoivat keskenään. Internet-radion osalta seurataan Linux-pohjaisten lähetinohjelmien kehitystä ja pyritään siirtymään Windows-pohjaisista ratkaisuista täysin Linux-pohjaisiin ratkaisuihin.

Laitteistopuolelle tullaan panostamaan vasta yrityksen perustamisen jälkeen. Vanhasta kuulutusjärjestelmästä siirtyneet vahvistimet tullaan uusimaan, jolloin itse rakennetut vahvistinyksiköt saadaan korvattua uusilla tehokkaammilla vahvistimilla. Lisäksi kuulutusyksiköt tullaan paketoimaan valmiiksi paketeiksi, joita pystytään siirtämään helposti paikasta toiseen. Paketoinnin tarkoituksena on myös suojata laitteistoa sekä tehdä tuotteista identtisiä niin ulkonäöllisesti kuin laitteistollisestikin.

Opinnäytetyöprosessin aikana perehdyttiin erilaisten tietolähteiden käyttöön sekä tutustuttiin niiden perusteella mahdollisuuksiin toteuttaa langaton kuulutusjärjestelmä sekä Internet-radio. Prosessin aikana tutustuttiin myös testausmenetelmiin sekä laadittiin saatujen testaustulosten perusteella pienimuotoisia testausraportteja. Opinnäytetyön lopputuloksena luotiin kaksi erillistä laitteistoa, jotka lopuksi yhdistettiin yhdeksi toimivaksi kokonaisuudeksi. Lisäksi opinnäytetyöprosessiin liittyi läheisesti tutustuminen yrityksen perustamiseen liittyviin asioihin sekä yrityksen perustamiseen liittyvän prosessin aloittaminen.

LÄHTEET

Comparison of audio formats. 2011. Wikipedia [viitattu 2.4.2011]. Saatavissa:
http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_audio_formats

Elisa Oyj. 2011. Elisa kuuluvuuskartta [viitattu 13.4.2011]. Saatavissa:
<http://www.elisa.fi/kuuluvuus/>

Flossmanuals. 2009. Icecast [viitattu 16.11.2010]. Saatavissa:
<http://fi-new.flossmanuals.net/icecast/>

Hyde, A. 2004. Open Streaming Manual [viitattu 12.11.2010]. Saatavissa:
<http://www.ljudmila.org/~jaromil/mirror/muse/opensource-radio-streaming.pdf>

Pyyhtiä, R. 2011. Langaton kuulutusjärjestelmä: Push to talk-laitteisto. Lahden ammattikorkeakoulu, Tekniikan ala. Tietokone-elektroniikan opinnäytetyö.

Technicolor SA. 2009. Royalty Rates [viitattu 7.3.2011]. Saatavissa:
<http://www.mp3licensing.com/royalty/>

Via Licensing. 2011. AAC License Fees [viitattu 7.3.2011]. Saatavissa:
<http://www.vialicensing.com/licensing/aac-fees.aspx>

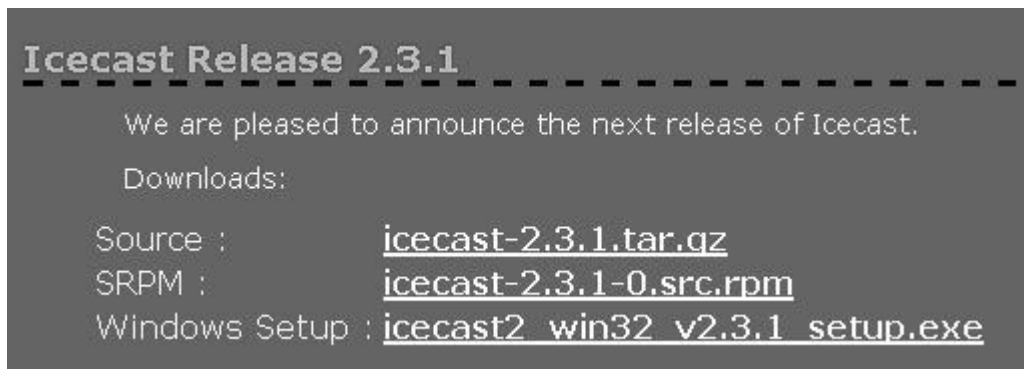
Xiph.org. 2009. Icecast 2 Documentation Table of Contents [viitattu 16.10.2010].
Saatavissa: <http://www.icecast.org/docs/icecast-2.3.2/>

LIITTEET

LIITE 1

Download the installer

The first thing to do is to visit the Icecast website and download the installer. So, point your browser at <http://www.icecast.org> and you will find the installer right on the front page:



Icecast Release 2.3.1

We are pleased to announce the next release of Icecast.

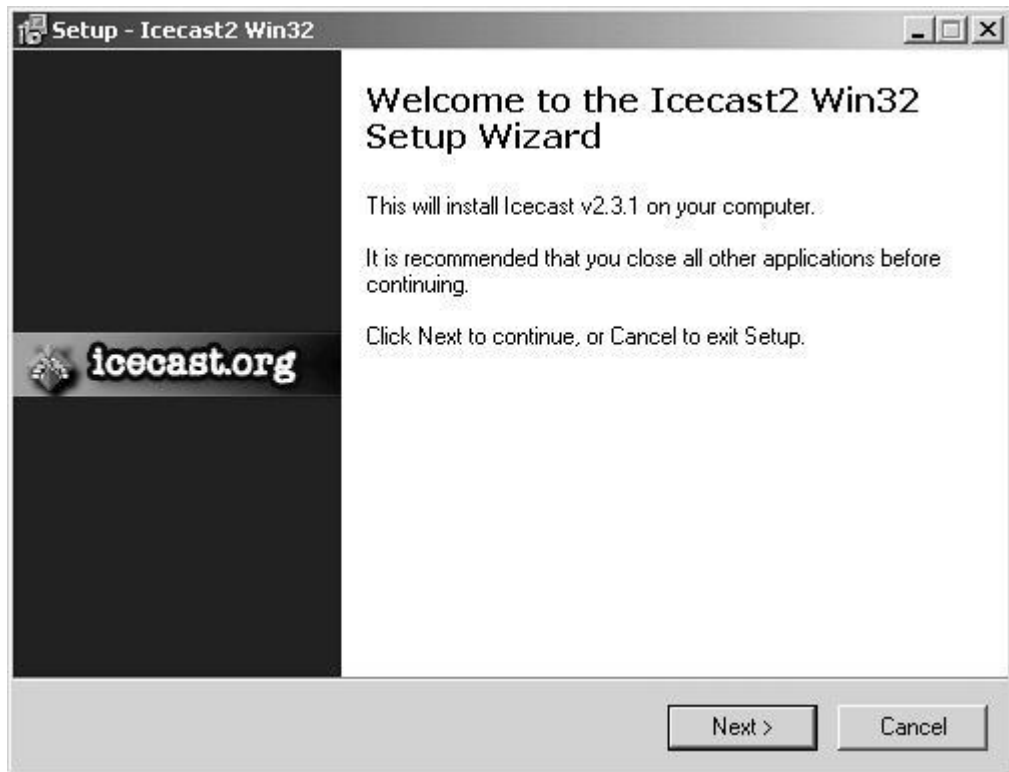
Downloads:

Source : [icecast-2.3.1.tar.gz](#)
SRPM : [icecast-2.3.1-0.src.rpm](#)
Windows Setup : [icecast2_win32_v2.3.1_setup.exe](#)

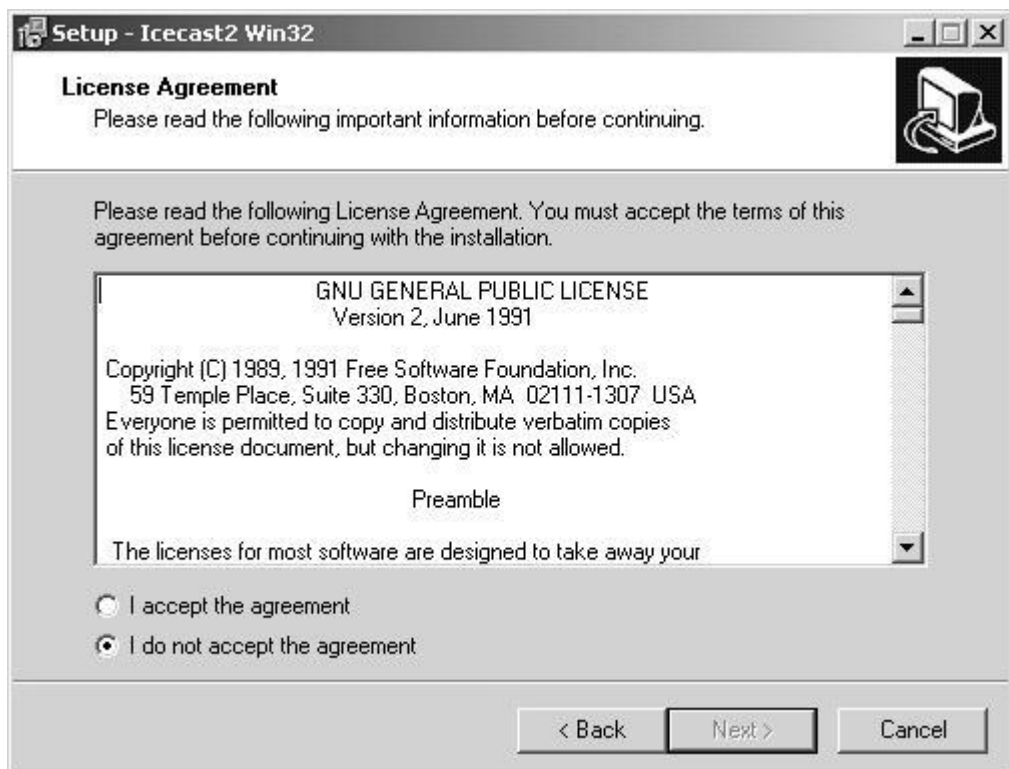
If you click on the Windows Setup link the installer will start downloading. Download it to your Desktop or somewhere else you will be able to find it. Once the download is complete then you will see the installer file on your desktop, or in the folder you chose to save it to. It should look something like this :



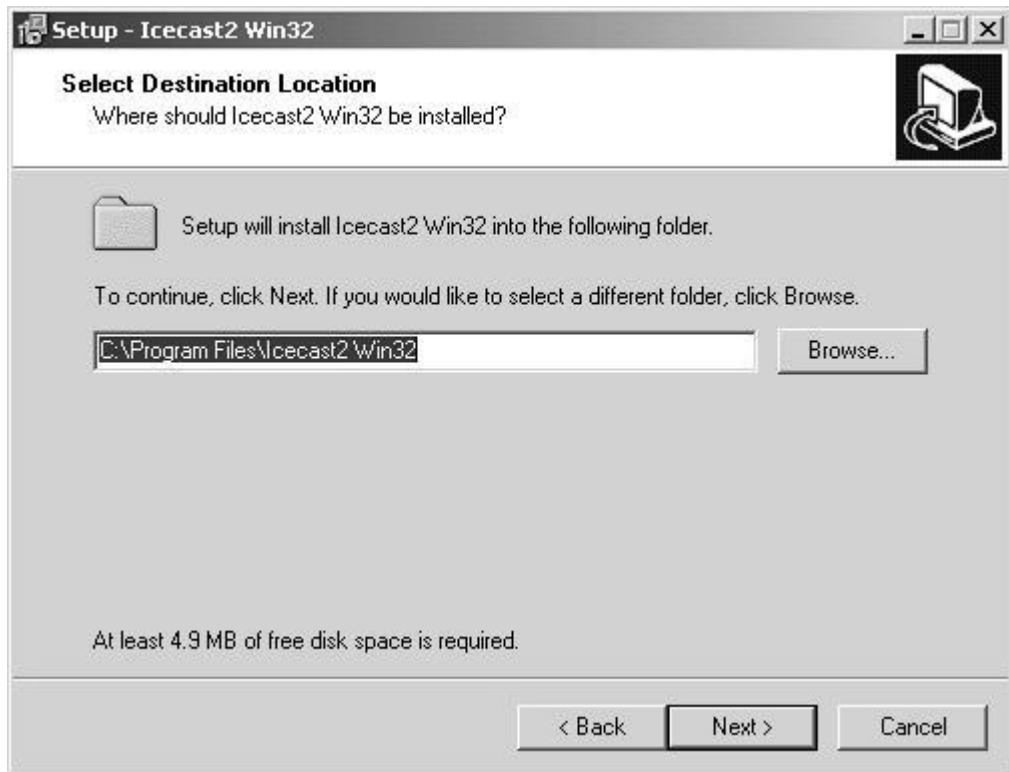
Now double click on the icon :



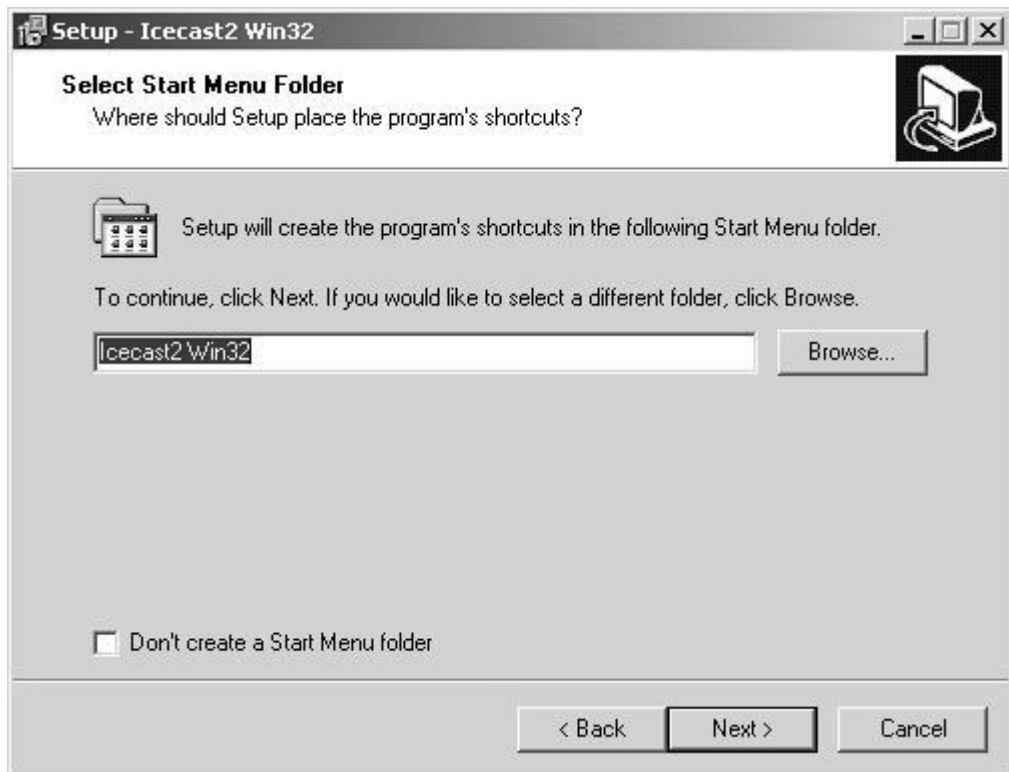
Press **Next >** and continue on to the license screen :



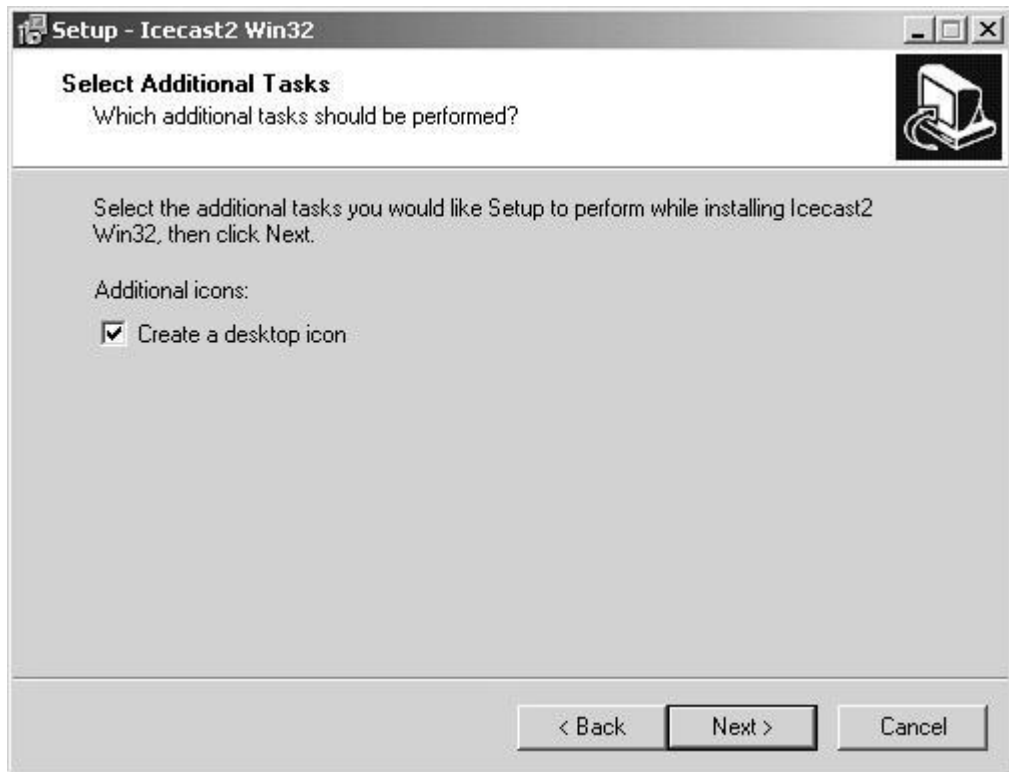
If you like you can read the license, or else just go right ahead and click on 'I accept the agreement' and press **Next >** :



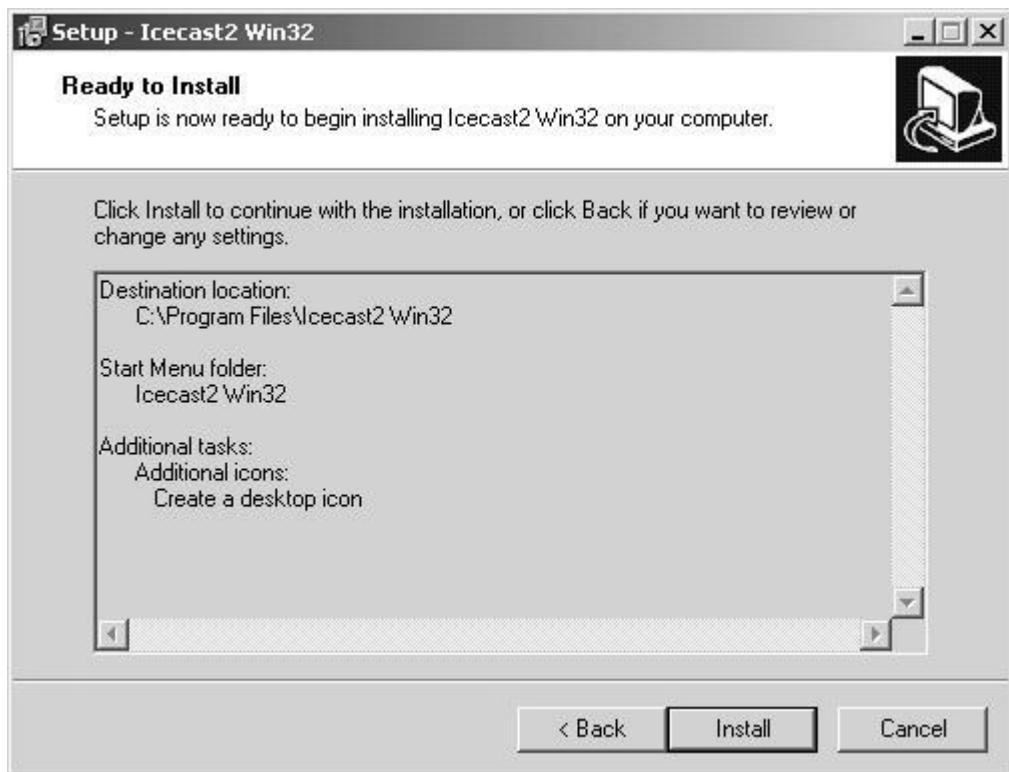
Ok, now we can save the program anywhere we like, you can change this by hitting the 'Browse' button and choosing another directory to save Icecast. For now we will stick with the defaults and press **Next >** :



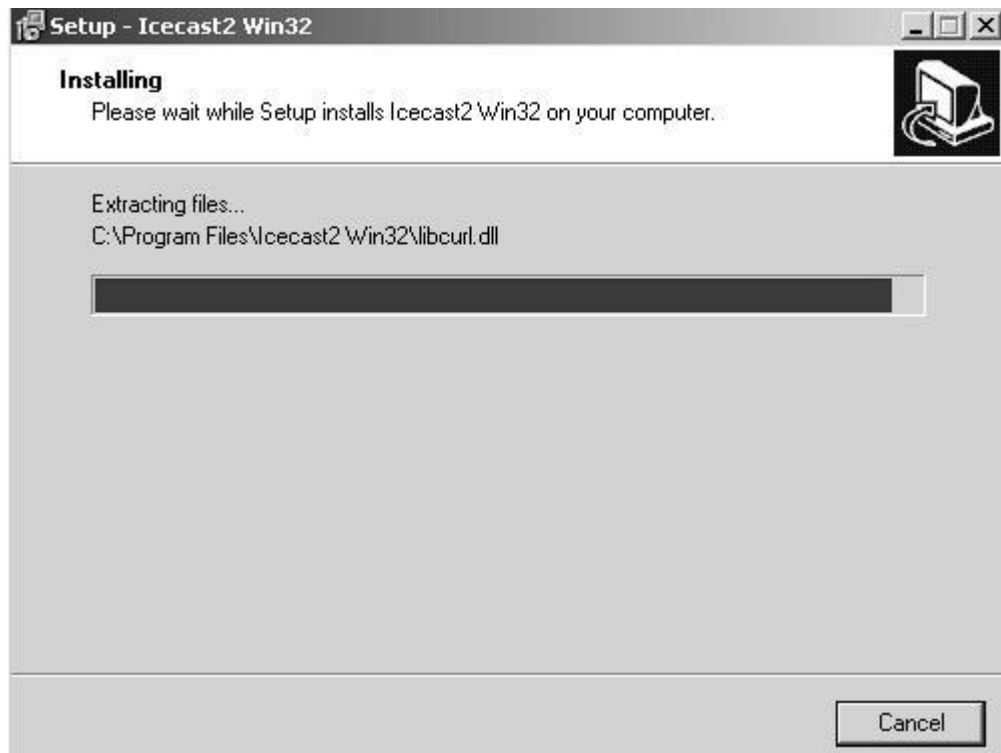
We can decide what the name of the software should be called in the Windows 'Start Menu' for quickly accessing Icecast. We will leave this setting at its default :



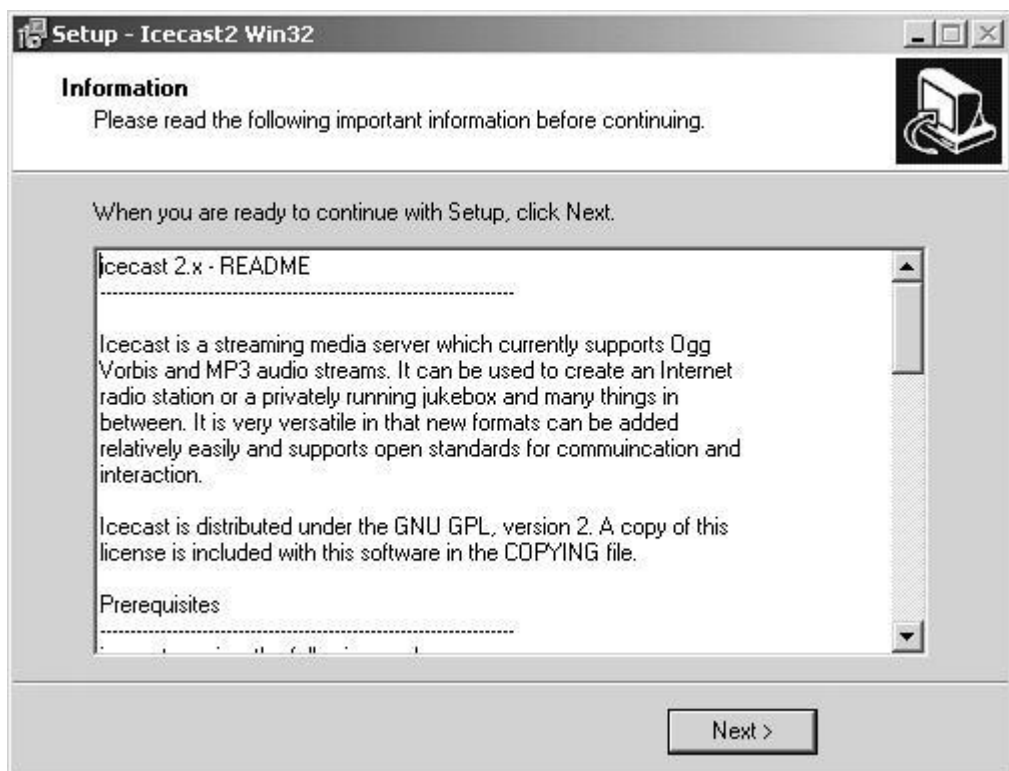
In the above window you are simply deciding if you want an icon to appear on the Desktop so you can quickly start Icecast this way. We will leave it at its default setting and click **Next >** :



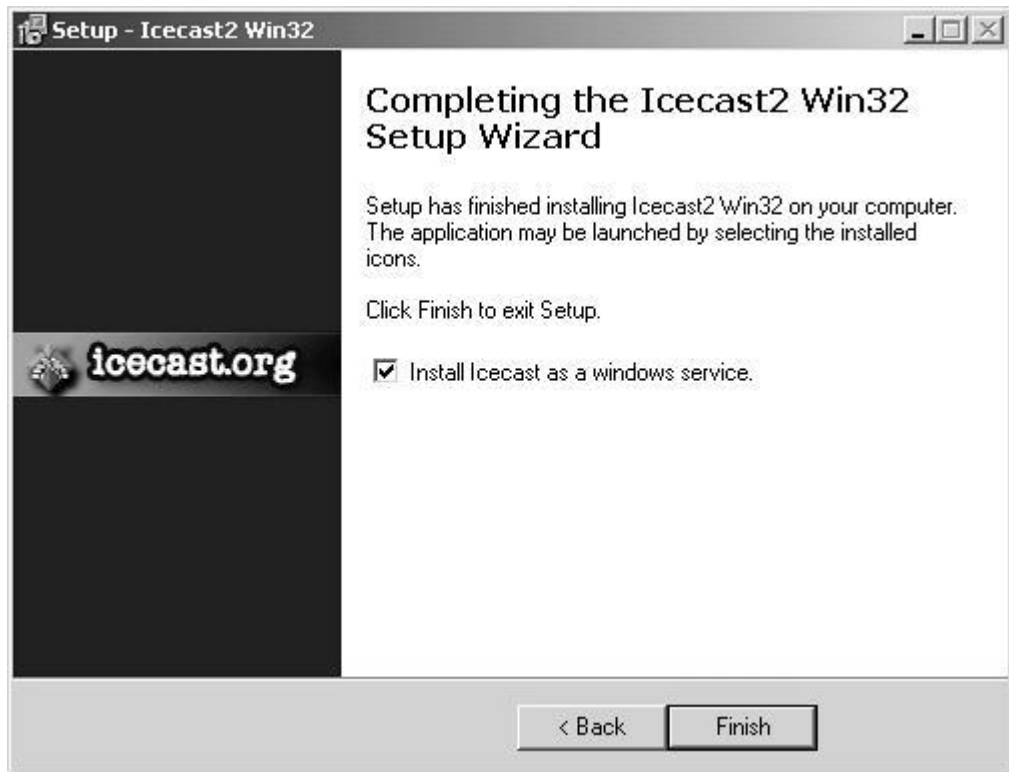
The above window is just a summary of your decisions made on the previous screens. Just check it and if all is ok then press **Install** :



The progress bar will whiz across the screen and when the installation is completed you will see this :



For the Windows installer this information is not so important, click on **Next >** :



This is pretty much the only real decision you have to make. A **Windows Service** means that you wish to install Icecast to run 'in the background'. This is known as a 'daemon' or as a 'service'. A server, like a streaming server, is usually a computer running streaming software (like Icecast) as services. If you have a server and this is your aim then leave the default checked, otherwise (if for example you want to experiment with Icecast on your Desktop or Laptop computer) unclick this option and press **Finish**

Running Icecast

To start Icecast you can double click the handy icon on your Desktop :



and you should see something like this :

