

Hälyri-sovellusprojekti

**Niko Mononen
Veli-Mikko Puupponen
Ilkka Rautiainen
Atte Söderlund**

Sovellusraportti

Versio: 1.0.0
Julkinen
26. kesäkuuta 2014

Jyväskylän yliopisto

Tietotekniikan laitos

Jyväskylä

Hyväksyjä	Päivämäärä	Allekirjoitus	Nimenselvennys
Projektipäällikkö	__.__.2014		
Tilaaaja	__.__.2014		
Ohjaaja	__.__.2014		

Tietoa dokumentista

Tekijät:

- | | |
|------------------------------|--|
| • Niko Mononen (NM) | <code>niko.m.mononen@student.jyu.fi</code> |
| • Veli-Mikko Puupponen (VMP) | <code>veli-mikko.s.puupponen@student.jyu.fi</code> |
| • Ilkka Rautiainen (IR) | <code>ilkka.t.rautiainen@student.jyu.fi</code> |
| • Atte Söderlund (AS) | <code>atte.a.soderlund@student.jyu.fi</code> |

Dokumentin nimi: Hälyri-projekti, Sovellusraportti

Sivumäärä: 51

Tiedosto: `Halyri_sovellusraportti_1.0.0.tex`

Tiivistelmä: Hälyri-projekti kehitti prototyypin uudentlaisesta tietojärjestelmästä, joka mahdollistaa yhteyden hädässä olevien ihmisten ja hätäkeskusten välillä. Kehitetty tietojärjestelmä koostuu kolmesta osasta, jotka ovat älypuhelinsovellus, hätäkeskusohjelma ja palvelinohjelmisto. Sovellusraportissa kuvataan projektissa toteutettu tietojärjestelmän prototyyppi käyttöliittymien, kokonaisrakenteen, tavoitteiden toteutumisen sekä puutteiden, virheiden ja jatkokehitysideoiden osalta.

Avainsanat: EKG, hätäkeskus, hätäpuhelu, jatkokehitysideat, käyttöliittymä, kokonaisrakenne, luokkarakenne, matkapuhelin, ohjeita, ohjelmistoprojekti, palvelinohjelmisto, puutteet, sovellusraportti, sovellus, tavoitteiden toteutuminen, tietojärjestelmä, videopuhelu, virheet, Windows Phone 8, älypuhelinsovellus.

Muutoshistoria

Versio	Päivämäärä	Muutokset	Tekijät
0.0.1	22.5.2014	Sovellusraportin pohja ja alustavaa rakennetta luotiin.	IR
0.0.2	24.5.2014	Useita lukuja täydennettiin ja muokattiin.	IR
0.0.3	1.6.2014	Alalukuja lisättiin ja käytettyjen kirjastojen kuvauksia täydennettiin.	IR
0.0.4	5.6.2014	Hätäkeskusohjelman käyttöliittymän lukua täydennettiin.	IR
0.0.5	8.6.2014	Älypuhelinsovelluksen ja hätäkeskuksen käyttöliittymien lukuja täydennettiin.	IR
0.0.6	9.6.2014	Tavoitteiden toteutumisen lukua sekä testauksen käytänteitä ja tuloksia täydennettiin. Tehtiin muita pieniä korjauksia.	IR
0.0.7	10.6.2014	Tavoitteiden toteutumisen lukua täydennettiin.	IR
0.1.0	11.6.2014	Joitakin päällekkäisyyksiä projektiraportin kanssa poistettiin ja kuvat keskitettiin.	IR
0.1.1	11.6.2014	Tavoitteiden toteutumisen lukua täydennettiin.	IR
0.1.2	13.6.2014	Dokumenttia korjattiin vastaavan ohjaajan palautteen perusteella.	IR
0.1.3	13.6.2014	Palvelinohjelmistoon liittyvää tietoa lisättiin lukuihin 3, 6 ja 7.	VMP, IR
0.1.4	14.6.2014	Kuva ja selostus siirtymistä näkymien välillä lisättiin lukuun 4. Palvelinohjelmistoa käsittelevä luku siirrettiin luvun 3 alle. Tehtiin muita pieniä korjauksia.	IR
0.1.5	15.6.2014	Viitteitä ja lähteitä lisättiin. Muita pieniä täydennyksiä tehtiin.	IR
0.1.6	16.6.2014	Älypuhelinsovelluksen ja hätäkeskusohjelman kuvakaappauksia korvattiin uusilla, ja tekstiä muokattiin vastaamaan kuvia. Tehtiin muita pieniä lisäyksiä ja korjauksia.	IR
0.1.7	16.6.2014	Lukuja 6 ja 8 täydennettiin.	IR
0.1.8	17.6.2014	Lukuja 6 ja 7 täydennettiin.	IR, VMP

Versio	Päivämäärä	Muutokset	Tekijät
0.1.9	17.6.2014	Lukuun 3 lisättiin kokonaisrakenteen esittävä kuva ja kolme sekvenssikaaviota. Tehtiin muita pieniä lisäyksiä.	VMP, IR
0.1.10	18.6.2014	Lukuun 3 lisättiin luokkakaavioita.	VMP, IR
0.2.0	18.6.2014	Lukuun 3 tehtiin lisäyksiä ja korjauksia sekä lukuun 7 lisättiin toimivia lähestymistapoja. Tehtiin muita pieniä lisäyksiä ja korjauksia. Dokumentin versionumeroa kasvatettiin.	VMP, IR
0.2.1	23.6.2014	Dokumenttia korjattiin vastaavan ohjaajan palautteen perusteella.	IR
0.2.2	24.6.2014	Dokumenttia korjattiin edelleen vastaavan ohjaajan palautteen perusteella. Tehtiin muita pieniä lisäyksiä.	IR, VMP
0.2.3	24.6.2014	Dokumenttia korjattiin edelleen vastaavan ohjaajan palautteen perusteella. Lisättiin luokkien kuvauksia lukuun 3.	IR
0.2.4	25.6.2014	Tehtiin lisäyksiä ja korjauksia useaan lukuun. Dokumenttia korjattiin edelleen vastaavan ohjaajan palautteen perusteella.	VMP, IR
0.3.0	25.6.2014	Lisättiin tavutusohjeita ja tarkistettiin kuvien paikkoja.	IR
1.0.0	26.6.2014	Dokumenttia korjattiin vastaavan ohjaajan palautteen perusteella. Korjaukset koskivat lähinnä kieliasua ja kuvien sijoittelua. Joitakin pieniä lisäyksiä tehtiin myös dokumentin sisältöön.	IR

Tietoa projektista

Hälyri-projekti kehitti prototyypin uudenlaisesta tietojärjestelmästä, joka mahdollistaa yhteyden hädässä olevien ihmisten ja hätäkeskusten välillä. Keskeinen ajatus on hyödyntää matkapuhelinten merkittävästi lisääntyntä datan lähetys- ja vastaanottokykyä osana auttamisprosessia. Projektissa kehitetyn hätäilmoitusjärjestelmän prototyypin avulla pyrittiin osoittamaan teknologiset mahdollisuudet ja haasteet sekä havainnollistamaan käyttöliittymillä avuntarvitsijan ja hätäkeskuksen vuorovaikutusta.

Tekijät:

- | | |
|------------------------------|--|
| • Niko Mononen (NM) | <code>niko.m.mononen@student.jyu.fi</code> |
| • Veli-Mikko Puupponen (VMP) | <code>veli-mikko.s.puupponen@student.jyu.fi</code> |
| • Ilkka Rautiainen (IR) | <code>ilkka.t.rautiainen@student.jyu.fi</code> |
| • Atte Söderlund (AS) | <code>atte.a.soderlund@student.jyu.fi</code> |

Tilaaja:

- | | |
|--------------------|--|
| • Vesa Lappalainen | <code>vesa.t.lappalainen@jyu.fi</code> |
| • Tero Tuovinen | <code>tero.tuovinen@jyu.fi</code> |

Ohjaajat:

- | | |
|------------------------|--|
| • Jaakko Kosonen | <code>jaakko.j.kosonen@gmail.com</code> |
| • Olli Kauppinen | <code>olli.p.kauppinen@student.jyu.fi</code> |
| • Jukka-Pekka Santanen | <code>santanen@mit.jyu.fi</code> |

Asiantuntijat:

- | | |
|-----------------|-----------------------------------|
| • Helena Jäntti | <code>helena.jantti@kuh.fi</code> |
|-----------------|-----------------------------------|

Yhteystiedot:

- Sähköpostilistat: `halyri@korppi.jyu.fi,`
`halyri_opetus@korppi.jyu.fi,`
`appl12.group@korppi.jyu.fi`
- Sähköpostiarkistot: `https://korppi.jyu.fi/kotka/`
`servlet/list-archive/halyri/,`
`https://korppi.jyu.fi/kotka/`
`servlet/list-archive/halyri_opetus/,`
`https://korppi.jyu.fi/kotka/`
`servlet/list-archive/appl12.group/`

Sisältö

1	Johdanto	1
2	Termit	2
3	Tietojärjestelmän kokonaisrakenne ja palvelinohjelmisto	4
3.1	Tietojärjestelmän kokonaisrakenne	4
3.2	Ulkopuoliset komponentit	6
3.3	Palvelinohjelmisto	7
3.4	Palvelinohjelmiston luokkarakenne	8
3.5	Hätäkeskusohjelman luokkarakenne	11
3.6	Älypuhelinsovelluksen luokkarakenne	12
3.7	Asiakasohjelmien yhteydenmuodostus	13
3.8	Asiakasohjelmien välinen viestintä	14
3.9	Asiakasohjelmien yhteyksien sulkeminen	15
4	Älypuhelinsovelluksen käyttöliittymä	16
4.1	Siirtymät näkymien välillä	16
4.2	Toiminnot ennen yhteyden muodostusta	17
4.3	Yhteyden muodostuksen ja käsittelyn aikaiset toiminnot	21
4.4	Hätäkeskusohjelmasta päällekytkettävät toiminnot	25
5	Hätäkeskusohjelman käyttöliittymä	27
5.1	Pääikkunan rakenne	27
5.2	Tehtävälista	28
5.3	Tehtävän tiedot ja toiminnot	29
5.4	Video-, viesti- ja EKG-näkymät	31
5.5	Karttanäkymä	33
5.6	Asetukset-näkymä	34
6	Tavoitteiden toteutuminen	35
6.1	Vaatimusten toteutuminen	35
6.2	Suoritettut testaukset ja tulokset	36
6.3	Korjatut puutteelliset toteutusratkaisut	36
6.4	Älypuhelinsovelluksen tunnetut puutteet ja virheet	37
6.5	Hätäkeskusohjelman tunnetut puutteet ja virheet	38
6.6	Palvelinohjelmiston tunnetut puutteet ja virheet	39

6.7	Yleiset jatkokehitysideat	39
6.8	Älypuhelinsovelluksen jatkokehitysideat	40
6.9	Hätäkeskusohjelman jatkokehitysideat	41
6.10	Palvelinohjelmiston jatkokehitysideat	42
7	Ohjeita ylläpitäjille ja jatkokehittäjille	44
7.1	Alustojen vertailu	44
7.2	Huonoksi havaittuja toteutusratkaisuja	45
7.3	Toimiviksi havaittuja toteutusratkaisuja	46
8	Yhteenveto	47
9	Lähteet	48

1 Johdanto

Projekti suoritti Sovellusprojekti-kurssilla keväällä 2014 alustavan tarvekartoituksen ja kehitti prototyypin uudenlaisesta tietojärjestelmästä, joka mahdollistaa yhteyden hädässä olevien ihmisten ja hätäkeskusten välillä. Keskeinen ajatus oli hyödyntää matkapuhelinten merkittävästi lisääntynyttä datan lähetyks- ja vastaanottokykyä osana auttamisprosessia. Tavoitteena kehitettävällä tietojärjestelmällä on luoda aikaisempaa tarkempi kuva hätätilanteesta entistä lyhyemmässä ajassa. Tämä auttaa pelastamaan ihmishenkiä, parantamaan palvelun laatua ja tehostamaan resurssien käyttöä. Projektissa kehitetyn hätäilmoitusjärjestelmän prototyypin avulla osoitettiin teknologiset mahdollisuudet ja haasteet sekä havainnollistettiin käyttöliittymällä avuntarvitsijan ja hätäkeskuksen vuorovaikutusta.

Sovellusraportti kuvaa yleisesti, kuinka vaatimusmäärittelyn toiminnalliset vaatimukset toteutettiin ohjelmallisesti. Lisäksi se kuvaa tietojärjestelmän ja sen ohjelmistojen kokonaisrakenteen, käyttöliittymät sekä olennaisimpia toteutusratkaisuja ja jatkokehitysideoita. Raportin laatimisessa on hyödynnetty Hälyri-projektin projektiraporttia [1], vaatimusmäärittelyä [17], järjestelmätestaussuunnitelmaa [2], testausraportteja [4], [5], [6] ja [7] sekä Parsi- ja Paatti-sovellusprojektien sovellusraportteja [9] ja [10]. Muita Hälyri-projektin dokumentteja ovat luokkadokumentit [11], [12], [13], [14] sekä palvelinohjelmiston ja asiakassovellusten asennusohjeet [15] ja [16].

Luvussa 2 esitellään dokumentissa käytetyt termit ja niiden merkitys. Luvussa 3 esitellään tietojärjestelmän kokonaisrakennetta ja palvelinohjelmistoa. Luvussa 4 kuvataan älypuhelinsovelluksen käyttöliittymää ja luvussa 5 hätäkeskusohjelman käyttöliittymää. Luvussa 6 kuvataan tietojärjestelmälle asetettujen tavoitteiden toteutumista prototyypissä sekä tietojärjestelmän tunnettuja virheitä ja jatkokehitysideoita. Luvussa 7 annetaan tietojärjestelmän käyttöön ja jatkokehitykseen liittyviä ohjeita ylläpitäjille ja jatkokehittäjille.

2 Termit

Dokumentin aihealueen termejä ovat seuraavat:

EKG	on elektrokardiogrammi eli sydänsähkökäyrä.
Hätäkeskus	vastaanottaa ja käsittelee yleiseurooppalaiseen hätänumeroon 112 soitetut hätäpuhelut.
Käyttöliittymä	on se ohjelmiston, laitteen tai minkä tahansa muun tuotteen osa, jonka kautta käyttäjä käyttää tuotetta.
Jatkokehitys	on projektin jälkeen tapahtuvaa tietojärjestelmän kehitystä.
Mobiilisovellus	on sovellus, joka on suunniteltu mobiilipäätelaitteisiin eli matkapuhelimiin, älypuhelimiin, kämmentietokoneisiin ja ammattikäyttöön tarkoitettuihin mobiilipäätelaitteisiin.
Palvelin	on palvelinohjelmistoa ajava tietokone.
Palvelinohjelmisto	on ohjelma, joka tarjoaa erilaisia palveluja muille ohjelmille joko tietokoneverkon välityksellä tai paikallisesti samassa tietokoneessa.
Prototyyppi	tarkoittaa sovelluksen tai tietojärjestelmän versiota, jolla on tarkoitus varmistaa konseptin tekninen toimivuus ja/tai karsoittaa käyttäjien tarpeet.
Tietojärjestelmä	on ihmisistä, tietojenkäsittelylaitteista, tiedonsiirtolaitteista ja ohjelmistoista koostuva järjestelmä, jolla tehostetaan tai helpotetaan jotain tietojen käsittelyn toimenpiteitä tai tehdään ne ylipäättään mahdolliseksi.
Tietokanta	on tietotekniikassa käytetty termi tietovarastolle. Se on koelma tietoja, joilla on yhteys toisiinsa.

Dokumentissa esiintyviä teknisiä termejä ovat seuraavat:

Alusta	koostuu käyttöjärjestelmästä ja muista tietojärjestelmän käyttämistä varusohjelmistoista.
---------------	---

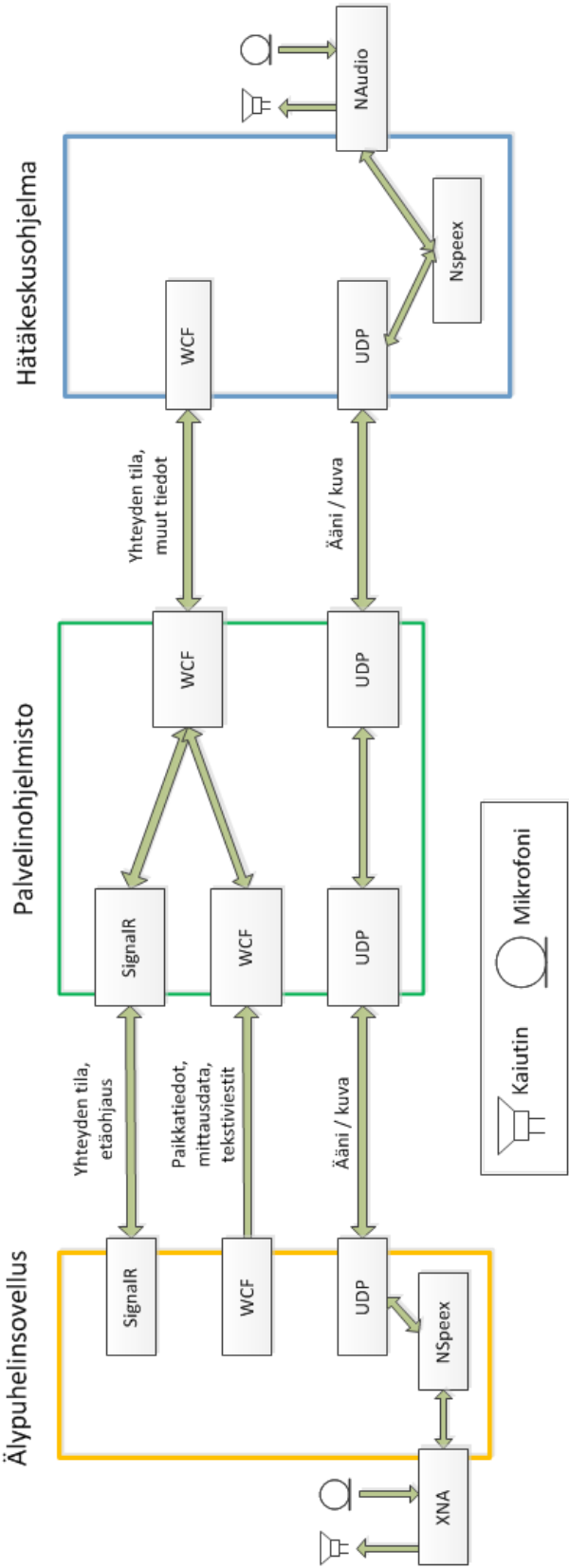
GPS	eli Global Positioning System on satelliittipaikannusjärjestelmä, joka tarjoaa parhaimmillaan muutamien metrien tarkkuuden.
HTTP	eli Hypertext Transfer Protocol on yleisesti WWW:ssä käytetty siirtoprotokolla.
IIS	eli Internet Information Services on Microsoftin kehittämä palvelinohjelmisto.
JPG	tai JPEG on häviöllinen kuvien tallennusformaatti.
Lähdekoodi	on tekstimuotoista ohjelmointikielistä listausta.
PCM	eli Pulse-code Modulation on menetelmä, jolla analoginen äänisignaali muunnetaan digitaaliseen muotoon.
SignalR	tai ASP.NET SignalR on verkkoliikennekirjasto reaaliaikaiseen viestinvälitykseen.
SOAP	eli Simple Object Access Protocol on tietoliikenneprotokolla.
TCP	eli Transmission Control Protocol on yhteydellinen tiedonsiirtoprotokolla, joka varmistaa pakettien perillemenon.
UDP	eli User Datagram Protocol on yhteydetön tiedonsiirtoprotokolla, joka ei varmista pakettien perillemenoaa.
WCF	eli Windows Communication Foundation on kirjasto, jonka avulla voidaan rakentaa palvelukeskeisen arkkitehtuurin mukaisia tietojärjestelmiä.
WPF	eli Windows Presentation Foundation on käyttöliittymäkirjasto Windows-sovellusten tekemiseen.
WP8	on lyhenne sanasta Windows Phone 8.
XNA	on Microsoftin lähinnä peliohjelmointia varten tarkoitettu kirjasto.

3 Tietojärjestelmän kokonaisrakenne ja palvelinohjelmisto

Luvussa kuvataan tietojärjestelmän kokonaisrakenne, palvelinohjelmisto ja esitellään käytetyt ulkopuoliset komponentit. Projektin taustoja on kuvattu projektiraportissa [1].

3.1 Tietojärjestelmän kokonaisrakenne

Tietojärjestelmä koostuu kolmesta osasta, jotka ovat älypuhelinsovellus, hätäkeskusohjelma ja palvelinohjelmisto. Tietojärjestelmän kokonaisrakenne on esitetty korkealla tasolla kuvassa 3.1. Kuvan kaikki komponentit ovat projektissa toteutettua kuvan- ja äänensiirron UDP-toteutusta lukuunottamatta ulkoisia komponentteja, jotka on kuvattu luvussa 3.2.



Kuva 3.1: Tietojärjestelmän kokonaisrakenne ja komponentit.

3.2 Ulkopuoliset komponentit

ASP.NET SignalR [19] on verkkoliikennekirjasto reaaliaikaiseen viestinvälitykseen. Tietojärjestelmässä sitä käytetään välittämään komentoja ja tietoa palvelinohjelmistolta älypuhelinsovellukselle.

NSpeex [20] on vapaan Speex-äänikoodekin toteutus Microsoftin .NET- ja Silverlight-ympäristöille. Tietojärjestelmässä sitä käytetään sekä hätäkeskusohjelmassa että älypuhelinsovelluksessa. Sen tehtävänä on pakata ja purkaa järjestelmässä siirrettävä puhe.

NAudio [21] on avoin äänikirjasto .NET-ympäristölle. Tietojärjestelmässä sitä käytetään äänen toistamiseen ja äänen kaappaamiseen tietokoneen mikrofonista hätäkeskusohjelmassa.

WCF [22] on SOAP-protokollaan perustuva kirjasto palvelukeskeisen arkkitehtuurin mukaisten hajautettujen tietojärjestelmien ohjelmointiin. Hätäkeskusohjelmassa sitä käytetään kuvaa ja ääntä lukuun ottamatta kaikkeen palvelimelle tapahtuvaan viestintään. Älypuhelinsovelluksessa sitä käytetään kuvaa ja ääntä sekä yhteyden tilan hallintaa lukuun ottamatta kaikkeen palvelimelle tapahtuvaan viestintään.

XNA [23] on Microsoftin oliopohjaiseen peliohjelmointiin kehittämä kirjasto. Tietojärjestelmän älypuhelinsovelluksessa sitä käytetään äänen toistamiseen ja äänen kaappaamiseen älypuhelimien mikrofonista.

Ulkopuolisten komponenttien sijoittuminen tietojärjestelmän kokonaisrakenteessa on esitetty kuvassa 3.1.

3.3 Palvelinohjelmisto

Järjestelmän palvelinohjelmisto toteutettiin Microsoftin **IIS-palvelimella toimivana palvelukomponenttina**. Vaihtoehtoisia tapoja palvelinohjelmiston ylläpitämiseen olisivat olleet tavallinen sovellusprosessi, Windows-palveluprosessi ja Windows-prosessien aktivointipalvelu (WAS). Näistä IIS-palvelin valittiin alustaksi erityisesti sen tarjoamien prosessin elinkaaren hallinnan ja automaattisen aktivoinnin palveluiden takia.

Palvelinohjelman ja asiakasohjelmien väliseen tietoliikenteeseen käytetään **SignalR- ja WCF-verkkoliikennekirjastoja**. Näillä kirjastoilla välitetään järjestelmässä muun muassa kaikki asiakasyhteyksien tilaan, paikkatietoihin, etäohjaukseen, mittausdataan, henkilötietoihin ja tekstipohjaiseen viestintään liittyvä tieto. Reaaliaikaisen kuvan ja äänen välittämiseen palvelimen ja kaikkien asiakasohjelmien välillä käytetään projektissa toteutettua yksinkertaista **UDP-pohjaista protokollaa**.

Hätäkeskusohjelman ja palvelimen välisessä viestinnässä käytetään WCF-kirjaston tarjoamaa **TCP-pohjaista toteutusta**, jossa SOAP-protokollan mukaiset viestit välitetään HTTP-yhteyden sijaan TCP-soketin kautta. Tämä tarjoaa HTTP-pohjaista toteutusta paremman suorituskyvyn ja mahdollistaa asynkronisesti tapahtuvan viestinnän palvelimelta asiakkaalle. Tätä viestintää käytetään muun muassa älypuhelinsovelluksen palvelimelle toimittaman mittausdatan, paikkatietojen ja henkilötietojen sekä hätäyhteyksien tilanmuutosten automaattiseen välittämiseen palvelimelle yhteydessä oleville hätäkeskusohjelmille.

Älypuhelinsovelluksen ja palvelimen välisessä viestinnässä käytetään sekä WCF-että SignalR-verkkoliikennekirjastoja. WCF-kirjasto tarjoaa kehitetyn älypuhelinsovelluksen käyttämällä Windows Phone 8 -alustalla ainoastaan HTTP-yhteyden yli toimivan toteutuksen. Tämä toteutus ei tue palvelimen lähettämiä **asynkronisia viestejä**. Nämä välitetään **SignalR-yhteyden** yli, ja niitä käytetään kaikkeen älypuhelinsovelluksen etähallintaan, tekstipohjaisten viestien välittämiseen sovellukselle ja tietojen pyytämiseen sovellukselta. SignalR-yhteys avataan älypuhelinsovelluksesta palvelimelle hätäyhteyden alkaessa, ja se on tavallisesti auki koko hätäyhteyden ajan. Jokaisen hätäyhteyden järjestelmässä identifioiva tunniste välitetään älypuhelinsovellukselle sen kautta.

Palvelinohjelmisto säilyttää järjestelmässä olevia yhteyksiä edustavia koosteolioita sanakirjatietorakenteessa, jossa avaimina toimivat yhteyksien identifioivat tunnis-teet. Muutokset sanakirjan sisältöön välitetään kaikille palvelimeen yhteydessä ole-

ville hätäkeskusohjelmille. Sanakirjan sisältämien yhteysolioiden tiloihin kohdistuvista muutoksista ainoastaan yhteyden prioriteettiin, käsittelytilaan ja paikkatietoihin liittyvät tapahtumat välitetään automaattisesti jokaiselle palvelimelle yhteydessä olevalle hätäkeskusohjelmalle. Vastaavasti älypuhelinsovellukselta vastaanotettu mittausdata tai esimerkiksi tekstipohjainen viesti johtavat muuttuneen tilan automaattiseen asynkroniseen lähettämiseen ainoastaan yhteyttä käsittelevälle hätäkeskusohjelmalle.

Älypuhelinsovelluksen ja hätäkeskusohjelman Speex-enkoodattu ääni ja puhelimen kameran ottamat JPG-pakatut kuvat välitetään palvelimelle **UDP-pohjaista** protokollaa käyttäen. Palvelin aloittaa äänen ja kuvan välittämisen sovellusten välillä automaattisesti hätäkeskusohjelman ottaessa yhteyden käsiteltäväksi. UDP:n yli välitettävien pakettien reitittyminen asiakassovellusten ja palvelimen välillä on varmistettu säännöllisillä ping-paketeilla, joita asiakasohjelmat lähettävät palvelimelle. Näihin palvelinohjelmisto vastaa automaattisesti.

3.4 Palvelinohjelmiston luokkarakenne

Kuvassa 3.2 on esitetty palvelinohjelmiston luokkakaavio yksinkertaistettuna. Säilytöluokista ja tiedon siirtämiseen käytetyistä luokista on esitetty kussakin paketissa vain joitain olennaisimpia. Luokkien tarkempi kuvaus löytyy luokkadokumentista [13].

WcfCallCenterService tarjoaa WCF-palvelurajapinnan hätäkeskusohjelmalle.

WcfMobileService tarjoaa WCF-palvelurajapinnan älypuhelinsovellukselle.

SignalRMobileHub tarjoaa SignalR-palvelurajapinnan älypuhelinsovelluksen yhteyden tilan hallintaa ja palvelimelta älypuhelinsovellukselle tapahtuvaa viestintää varten.

CallCenterController toimii välittäjänä **WcfCallCenterService**-palvelurajapinnan ja **ConnectionController**-luokan välissä. Luokka hallinnoi hätäkeskusohjelmien yhteyksiä ja säilyttää sanakirjatietorakenteessa avoimien yhteyksien tiedot.

MobileClientController toimii välittäjänä **WcfMobileService**-palvelurajapinnan ja **ConnectionController**-luokan välissä. Luokka

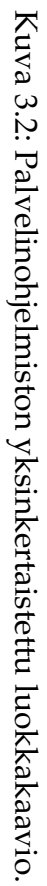
huolehtii älypuhelinasiakkailta tulevien viestien korkean tason järkevyydestä ja tarkistuksista.

IMobileClientMethods määrittää älypuhelinsovelluksen SignalR-asiakkaan tukemat takaisinkutsutimet.

ConnectionController hallinnoi älypuhelinsovellusten avaamia hätäyhteyksiä ja säilyttää avoimia yhteyksiä sanakirjatietorakenteessa. Luokka sisältää hätäyhteyksien tilasiirtymiin liittyvän toimintalogiikan. Näin se huolehtii yhteyden tilan tai tietojen muutoksien välittämisestä hätäkeskusohjelmille ja yhteyteen liittyvälle älypuhelinsovellukselle. Se myös vastaa yhteyteen liittyvien toimintojen oikeellisuustarkistuksista ja tuottaa niihin liittyvät poikkeukset asiakasohjelmille.

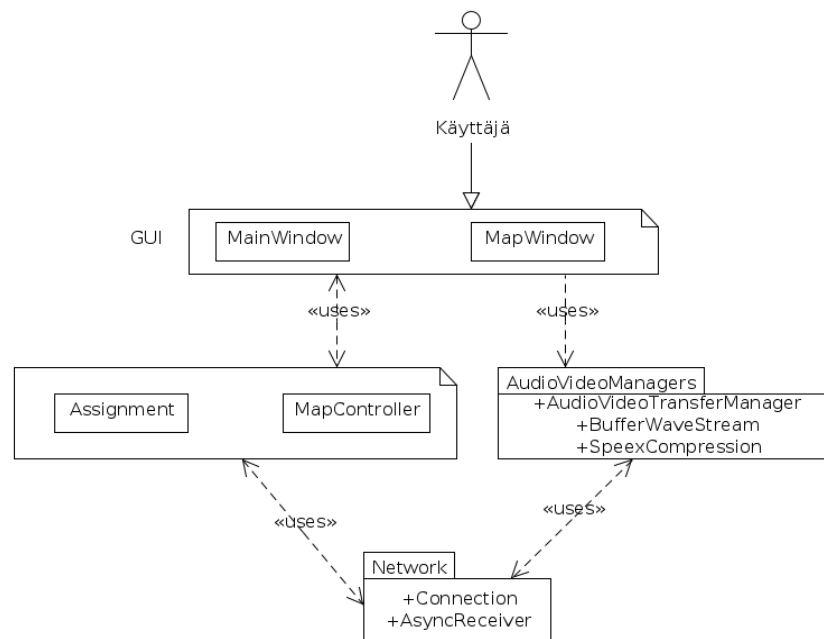
DataTransferController säilyttää `ConnectionController`-luokan asettamia kuvan ja äänen reitityksiä hätäkeskusohjelmien ja älypuhelinsovellusten välillä. `ConnectionController`-luokka lisää reitityskonfiguraation automaattisesti, kun hätäkeskusohjelma ottaa hätäyhteyden käsiteltäväkseen. Samalla `DataTransferController`-luokka välittää reitityskonfiguraation `UdpMediaRelayServerCore`-luokalle.

UdpMediaRelayServerCore tarjoaa kuvan ja äänen välittämiseen UDP-pohjaisen palvelimen. Palvelin vastaa automaattisesti ping-paketteihin ja edelleenlähettää muut vastaanotetut paketit asetetun reitityskonfiguraation mukaisesti asiakasohjelmille.



3.5 Hätäkeskusohjelman luokkarakenne

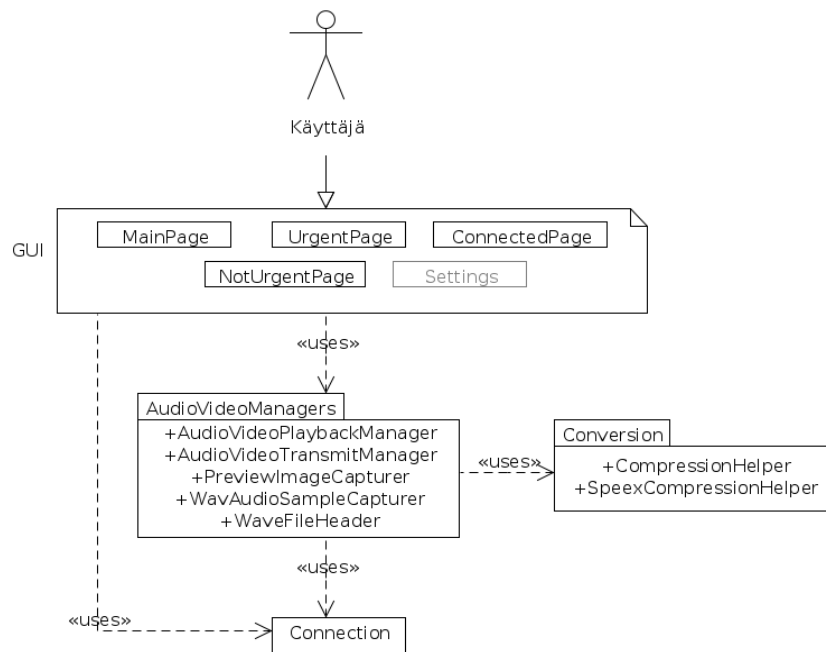
Kuvassa 3.3 on esitetty hätäkeskusohjelman olennaisimmat luokat. Elementissä GUI on kuvattu käyttöliittymän näkymien taustaluokat. Paketti AudioVideoManagers sisältää kuvan ja äänen pakkaamiseen sekä lähettämiseen liittyvät luokat. Paketti Network sisältää palvelinyhteyteen liittyvät luokat. Loput kaavion luokista ovat säilöluokkia tai ohjelman liiketoimintaan liittyviä ohjainluokkia. Luokkien tarkempi kuvaus löytyy luokkadokumentista [11].



Kuva 3.3: Hätäkeskusohjelman yksinkertaistettu luokkakaavio.

3.6 Älypuhelinsovelluksen luokkarakenne

Kuvassa 3.4 on esitetty älypuhelinsovelluksen luokkakaavio yksinkertaistettuna.



Kuva 3.4: Älypuhelinsovelluksen yksinkertaistettu luokkakaavio.

GUI on elementti, jossa on kuvattu käyttöliittymän näkymien taustaluokat.

AudioVideoManagers on paketti, joka sisältää kuvan ja äänen kaappaamiseen puhelimen kamerasta ja mikrofoniasta käytettävät luokat. Lisäksi se sisältää apuluokat verkkopaketeissa vastaanotettavan ja lähetettävän kuvan sekä äänen hallintaan.

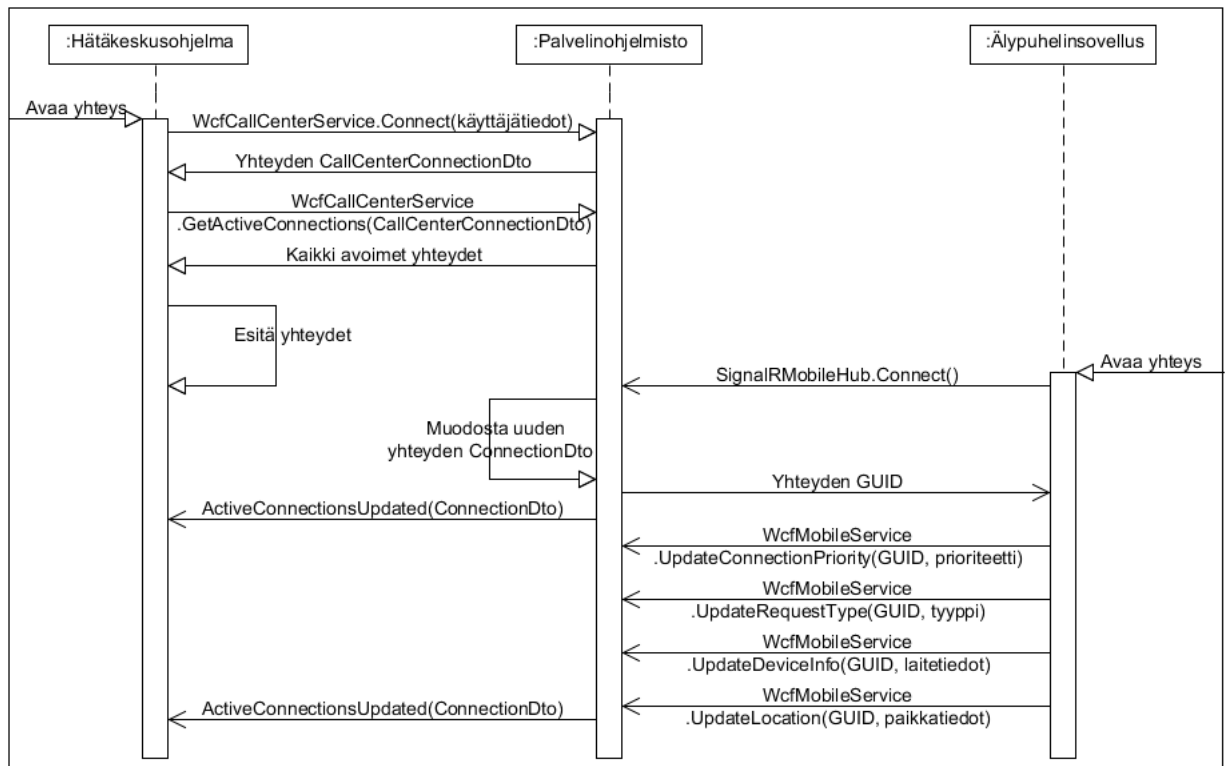
Conversion on paketti, joka sisältää apuluokkia äänen pakkaamista varten.

Connection on luokka, joka toimii asiakkaana järjestelmän palvelinohjelmiston verkkorajapinnoille. Se myös huolehtii puhelimen GPS-laitteen käyttämisestä.

Luokkien tarkempi kuvaus löytyy luokkadokumentista [12].

3.7 Asiakasohjelmien yhteydenmuodostus

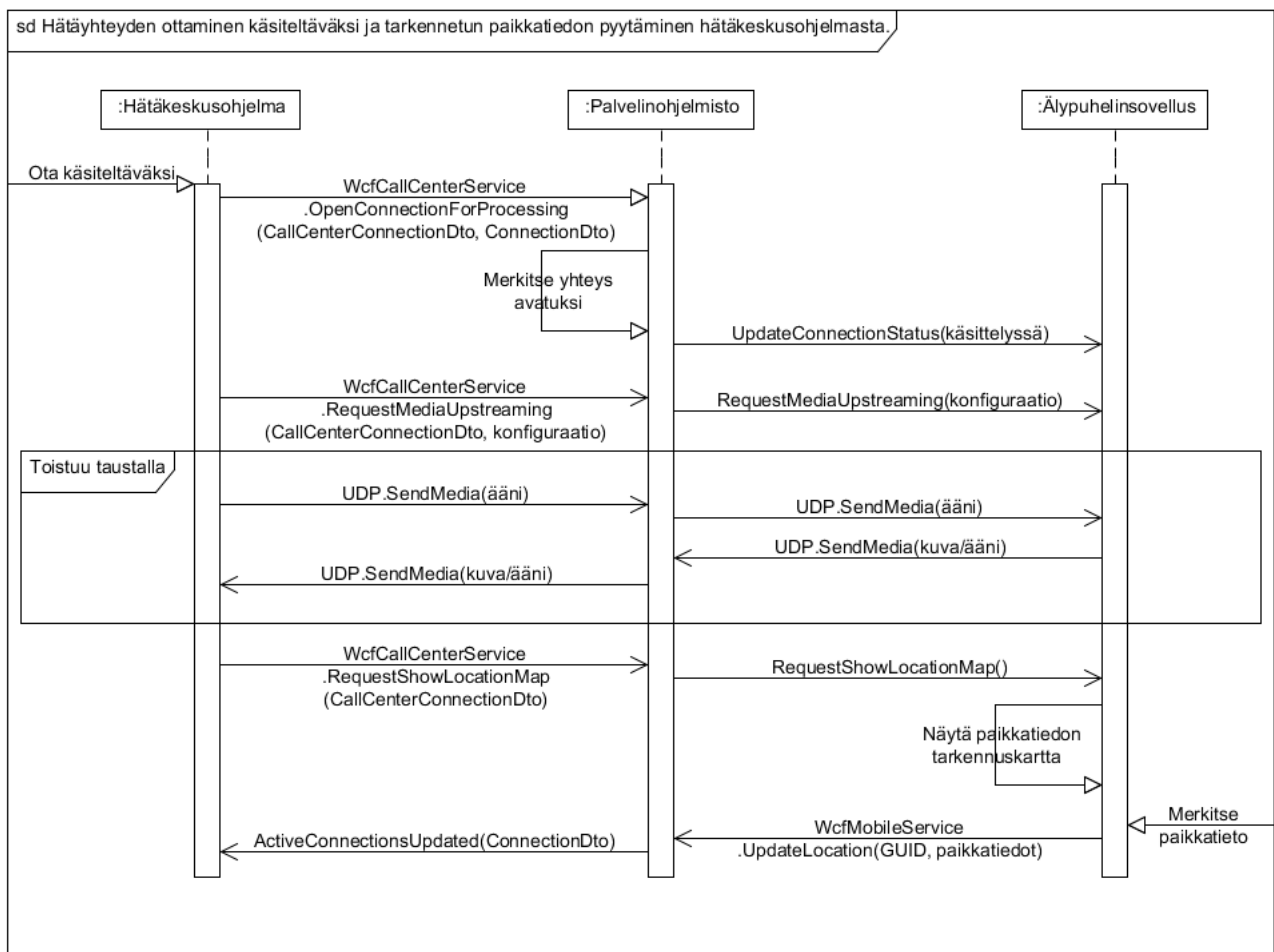
Kuvan 3.5 sekvenssikaaviossa esitetään sekä hätäkeskusohjelman että älypuhelinsovelluksen yhteydenmuodostus. Alkuoletuksena on, että kumpikaan sovellus ei ole yhteydessä järjestelmään.



Kuva 3.5: Hätäkeskusohjelman ja älypuhelinsovelluksen yhteydenmuodostus.

3.8 Asiakasohjelmien välinen viestintä

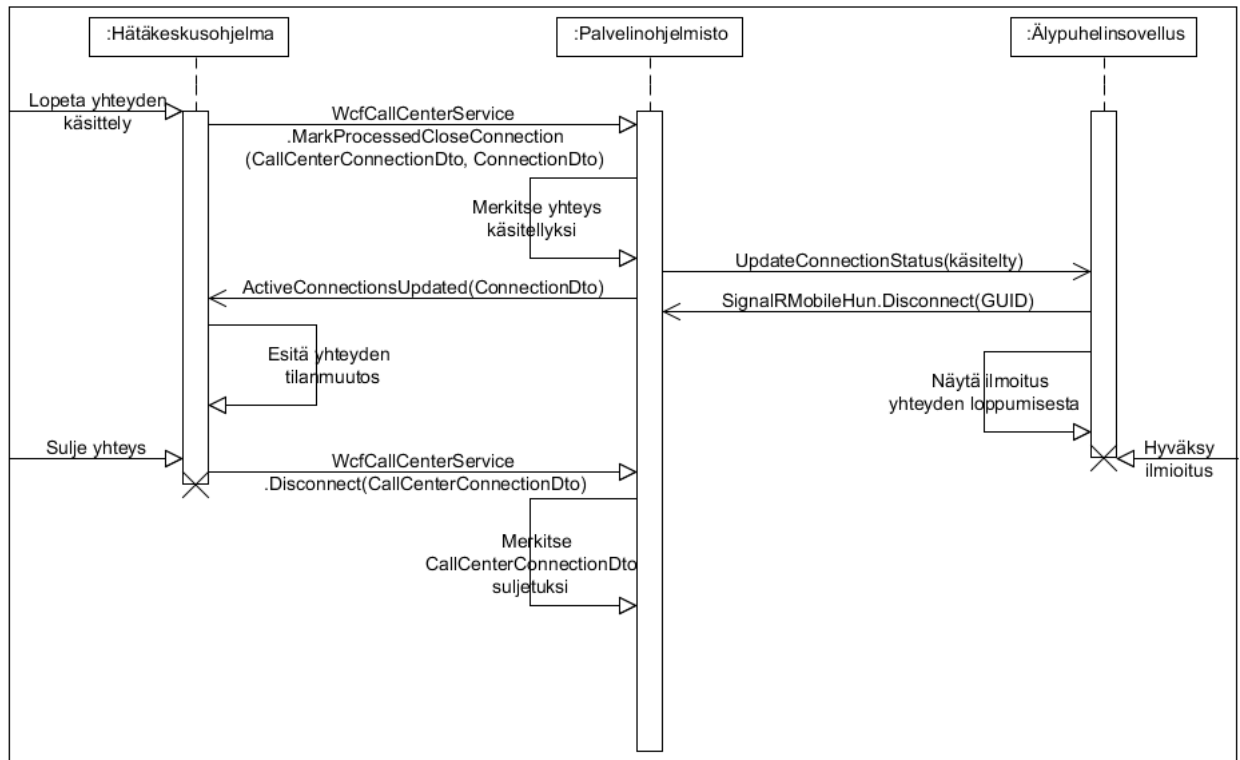
Kuvan 3.6 sekvenssikaaviossa esitetään yhteyden ottaminen käsiteltäväksi hätäkeskusohjelmassa, sekä sijainnin tarkennuksen (katso luku 5.5) pyytäminen älypuhelinsovellukselta. Alkuoletuksena sekvenssikaaviossa on, että sekä hätäkeskusohjelma että älypuhelinsovellus ovat muodostaneet yhteyden palvelimeen, ja hätäkeskusohjelmasta ei ole vielä otettu yhteyttä käsittelyyn.



Kuva 3.6: Hätäkeskusohjelman ja älypuhelinsovelluksen välinen viestintä.

3.9 Asiakasohjelmien yhteyksien sulkeminen

Kuvan 3.7 sekvenssikaaviossa esitetään älypuhelinsovelluksen yhteyden käsittelyn lopettaminen hätäkeskusohjelmassa sekä hätäkeskusohjelman palvelinyhteyden sulkeminen. Alkuehtouksena on, että älypuhelinsovelluksen yhteys on käsittelyssä hätäkeskusohjelmassa.



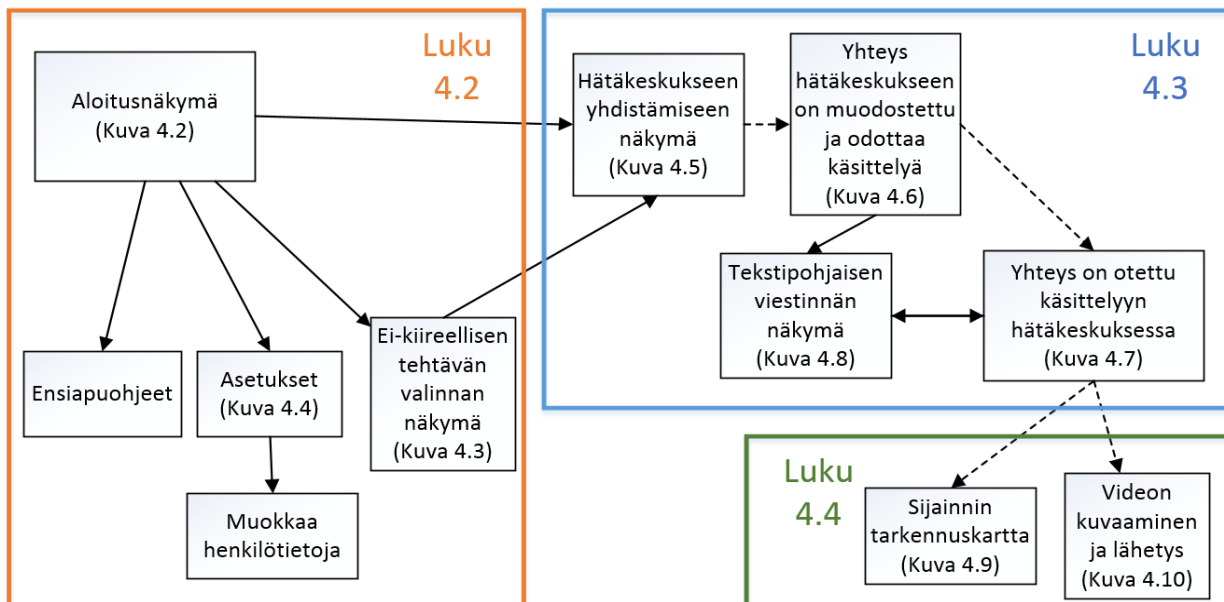
Kuva 3.7: Hätäkeskusohjelman ja älypuhelinsovelluksen yhteyden sulkeminen.

4 Älypuhelinsovelluksen käyttöliittymä

Luvussa kuvataan älypuhelinsovelluksen käyttöliittymää. Älypuhelinsovelluksen suunnittelussa kantavana ideana oli yhteydenoton jälkeen vaatia puhelimen käyttäjää suorittamaan oma-aloitteisesti mahdollisimman vähän. Hätäkeskusohjelmaan yhdistämisen jälkeen suuri osa älypuhelinsovelluksen toiminnoista siten aktivoituu hätäkeskusohjelman kautta. Älypuhelinsovelluksen toimintojen esittely on jaettu neljään alalukuun. Luku 4.1 esittelee siirtymät käyttöliittymän näkymien välillä. Luku 4.2 esittelee ennen yhteyden muodostamista käytössä olevat toiminnot, sekä luku 4.3 esittelee yhteyden muodostuksen ja käsittelyn aikana käytössä olevat toiminnot. Lopuksi luvussa 4.4 esitellään toiminnot, jotka käynnistetään tehtävän käsittelyn aikana hätäkeskusohjelmasta.

4.1 Siirtymät näkymien välillä

Kuvassa 4.1 on esitetty siirtymät älypuhelinsovelluksen näkymien välillä.



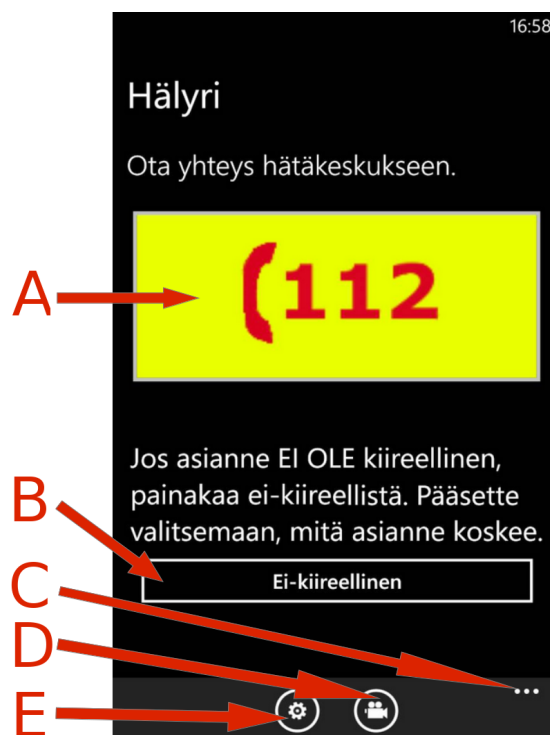
Kuva 4.1: Siirtymät näkymien välillä.

Näkymät on jaettu kolmeen ryhmään, jotka esitetään kuvassa kehyksillä. Kunkin näkymän kohdalla ilmoitetaan myös, missä kuvassa kyseinen näkö on esitetty.

Kuvassa näkymästä toiseen piirretty yhtenäinen nuoli tarkoittaa, että älypuhelinsovelluksen käyttäjä voi avata kyseisen näkymän. Katkoviivalla piirretty nuoli taas tarkoittaa, että älypuhelinsovelluksen käyttäjä ei voi itse vaikuttaa näkymän vaihtumiseen. Näissä siirtymissä näkymä vaihtuu joko yhteyden tilan vaihtuessa tai hätäkeskusvirkailijan pyynnöstä.

4.2 Toiminnot ennen yhteyden muodostusta

Kuvassa 4.2 on esitetty älypuhelinsovelluksen **aloitusnäkymä**. Kuvaan on merkitty painikkeet kirjaimilla A-E.



Kuva 4.2: Älypuhelinsovelluksen aloitusnäkymä.

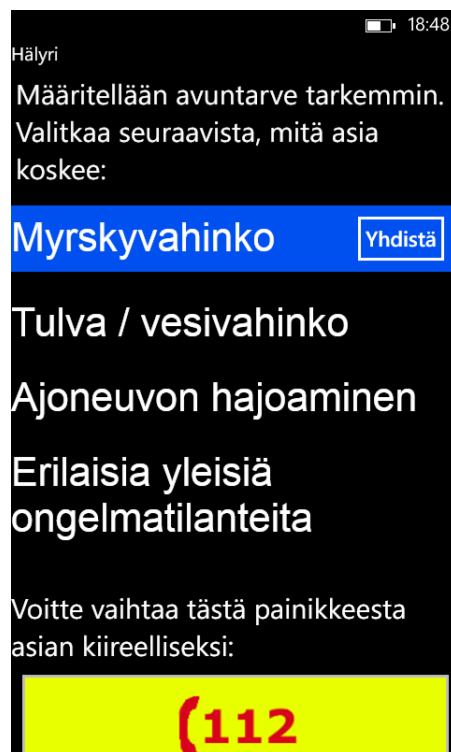
Aloitusnäkymä sisältää ohjetekstien ohella viisi painiketta:

- A** 112-painike yhdistää välittömästi hätäkeskukseen. Tämän painikkeen kautta tulleet yhteydet määritellään hätäkeskuksessa prioriteetille kiireellinen. Painikkeen painamisen jälkeen sovelluksen näkymä siirtyy hätäkeskukseen yhdistämiseen, joka on esitetty kuvassa 4.5.
- B** *Ei-kiireellinen* painike on tarkoitettu kiireettömämpiä yhteydenottoja varten.

Painikkeen painamisen jälkeen sovelluksen näkymä siirtyy ei-kiireellisen tehtävän valintaan, joka on esitetty kuvassa 4.3.

- C Kolmella pisteellä merkitty painike avaa näkyville ohjetekstit, joista selviää alalaidan D- ja E-kirjaimilla merkittyjen painikkeiden tarkoitus.
- D *Ensiapuohjeet*-painike avaa puhelimessa näytettäviä ensiapuohjeita sisältävän näkymän. Ensiapuohjeiden näyttämistä ei toteutettu projektissa.
- E *Asetukset*-painike avaa sovelluksen asetussivun, joka on esitetty kuvassa 4.4.

Ei-kiireellisen tehtävän valinnan näkymä on esitetty kuvassa 4.3.



Kuva 4.3: Ei-kiireellisen tehtävän valinta.

Näkymän listasta voidaan valita sopiva tehtävä, josta avautuvasta näkymästä painetaan *Yhdistä*-painiketta. Tyypillisiä ei-kiireellisiä tehtäviä voisivat olla esimerkiksi myrskyvahingot ja kissan pelastaminen puusta. Projektissa ei kuitenkaan näitä tehtäviä mietitty tarkemmin, mutta esimerkkeinä sovellukseen laitettiin tehtävät *Myrskyvahinko*, *Tulva / vesivahinko*, *Ajoneuvon hajoaminen* ja *Erilaisia yleisiä ongelmatilanteita*. Hätäkeskusohjelmassa tästä näkymästä tapahtuva yhdistäminen näkyy prioriteetilla ei-kiireellinen. Valittu tehtävän tyyppi näkyy myös suoraan hätäkeskusohjelmassa.

sa. Näkymän alaosan 112-painikkeesta on mahdollista myös ottaa kiireellinen yhteys, joka vastaa kuvassa 4.2 esitettyä sovelluksen aloitussivulta aloitettua yhteyttä.

Kuvassa 4.4 esitetyt **sovelluksen asetukset** ovat seuraavat:

- | | |
|----------------------|--|
| Salli GPS | antaa sovellukselle oikeuden lähettää puhelimen GPS-laitteelta saatuja sijaintitietoja yhteyden muodostuksen ja käsittelyn aikana. Kuvassa GPS on pois päältä, ja tämä on myös sovelluksen oletusasetus. |
| Henkilötiedot | näyttää sovellukseen syötetyt henkilötiedot. <i>Muuta</i> -painiketta painamalla pääsee henkilötietojen muokkausnäkymään. Sovellukseen syötettäviä henkilötietoja ovat <i>Nimi</i> , <i>Katuosoite</i> , <i>Postinumero</i> , <i>Kaupunki</i> ja <i>Puhelinnumero</i> . |
| Fontin koko | vaihtaa sovelluksessa käytettävän kirjasimen kokoa. Projektissa toteutettiin tämä ominaisuus vain osittain, joten kirjasimen koon voi valita, mutta se ei vaikuta sovellukseen millään tavalla. Valittavia kirjasimen kokoja ovat <i>Pienin</i> , <i>Pienempi</i> , <i>Normaali</i> , <i>Suurempi</i> ja <i>Suurin</i> . |
| Kieli | vaihtaa sovelluksen kielen suomeksi tai englanniksi. Sovelluksen oletuskielenä on puhelimen käyttöjärjestelmän kieli. |

Tallennus-painikkeella voi tallentaa asetuksiin tehdyt muutokset. Mikäli tallennus onnistuu, sovellus ilmoittaa *Tallennus onnistui*.



Kuva 4.4: Sovelluksen asetukset.

4.3 Yhteyden muodostuksen ja käsittelyn aikaiset toiminnot

Yhteyden muodostuksen aikana näytetään kuvassa 4.5 esitetty näkymä.

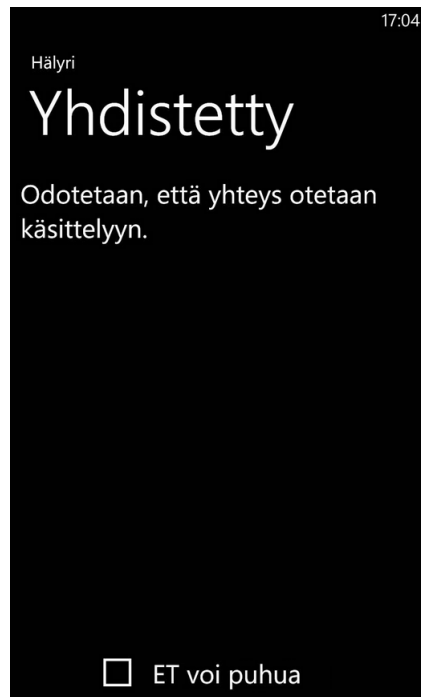


Kuva 4.5: Hätäkeskukseen yhdistämisen näkymä.

Yhdistämisen aikana käytettävissä on kolme toimintoa:

- | | |
|---------------------|---|
| Peruuta | -painike peruuttaa yhteydenoton. |
| Salli GPS | antaa sovellukselle oikeuden lähettää puhelimen GPS-laitteelta saatuja sijaintitietoja hätäkeskukseen. |
| ET voi puhua | -painikkeella käyttäjä voi ilmoittaa hätäkeskukselle, että ei voi pitää ääntä. Tällaisia tilanteita voivat olla esimerkiksi räjähdysten jälkeinen tilanne, jossa kuulo on väliaikaisesti heikentynyt tai uhkaava tilanne, jossa soittajan on pysyteltävä hiljaa. Painikkeen painaminen avaa mahdollisuuden lähettää hätäkeskukseen tekstipohjaisia viestejä. Tekstipohjaisen viestinnän näkymä on esitetty kuvassa 4.8. |

Kun **yhteys hätäkeskukseen on muodostettu**, vaihtuu sovellukseen kuvan 4.6 näkymä. Tässä vaiheessa soitto on ilmestynyt hätäkeskusohjelman tehtävälistalle, ja se odottaa virkailijan käsittelyä. Tässäkin vaiheessa käyttäjä voi ilmoittaa *ET voi puhua* -painikkeella, ettei voi pitää ääntä.



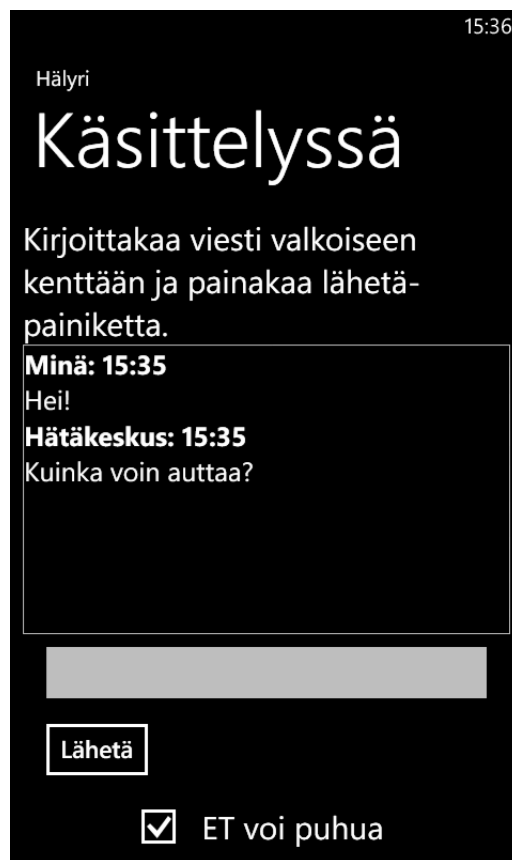
Kuva 4.6: Yhteys hätäkeskukseen on muodostettu ja odottaa käsittelyä.

Sovellus siirtyy kuvan 4.7 *Käsittelyssä*-näkymään, kun **häätäkeskusohjelman käyttäjä ottaa puhelun käsiteltäväksi**. Tässä vaiheessa avautuu kahdensuuntainen ääniyhteys häätäkeskusohjelman ja älypuhelinsovelluksen välillä. Myös käsittelyn aikana on mahdollista ilmoittaa *ET voi puhua* -painikkeella, ettei voi pitää ääntä.



Kuva 4.7: Yhteys on otettu käsittelyyn häätäkeskuksessa.

Jos käyttäjä ilmoittaa *ET voi puhua* -painikkeella, ettei voi pitää ääntä, avautuu kuvassa 4.8 esitetty **tekstipohjaisen viestinnän näkymä**. Lähetettävä viesti kirjoitetaan valkoiseen tekstikenttään. Viesti lähetetään *Lähetä*-painikkeella hätäkeskusohjelmaan, jossa se näkyy tehtävän käsittelijälle. Lähetetyt ja vastaanotetut viestit näytetään tekstikentän yläpuolella olevassa mustassa viestinäkymässä. Kun tila *ET voi puhua* on aktivoitu, hätäkeskusohjelmasta tuleva ääni ei kuulu puhelimesta, mutta älypuhelinsovellus lähettää puhelimen mikrofonilla kaappaamansa äänen hätäkeskusohjelmalle.

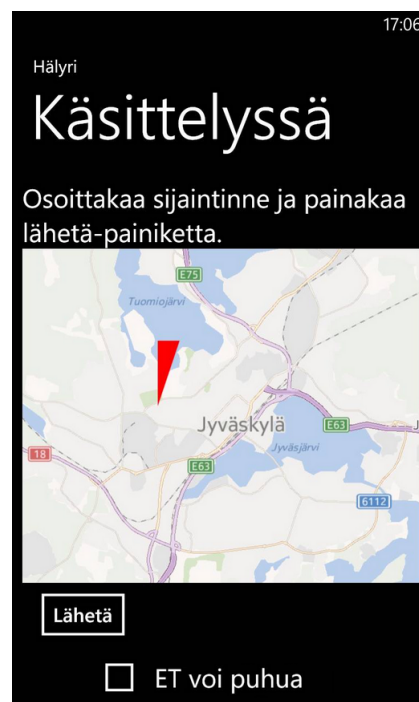


Kuva 4.8: Tekstipohjaisen viestinnän näkymä.

4.4 Hätäkeskusohjelmasta päällekytkettävät toiminnot

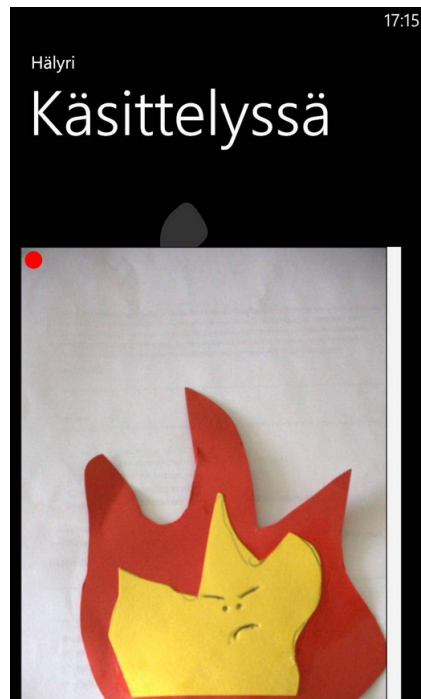
Käsittelyn aikana eräät toiminnot voidaan kytkeä päälle ainoastaan hätäkeskusohjelman päässä. Luvussa esitellään nämä toiminnot.

Sijainnin tarkennusta voidaan pyytää hätäkeskusohjelmassa. Ominaisuus on tarkoitettu tilanteisiin, jossa puhelimesta ei saada luotettavaa paikkatietoa tai tietoa ei ole lainkaan. Jotta ominaisuudesta olisi hyötyä, on soittajan tiedettävä oma sijaintinsa kohtuullisen hyvin. Kun sijainnin tarkennuksen pyyntö hätäkeskusohjelmasta on vastaanotettu, sovelluksessa aukeaa kuvassa 4.9 esitetty näkymä. Kartalla näkyvä punainen nuoli vaihtaa paikkaa käyttäjän osoittamaan paikkaan. Karttaa tarkennetaan ja loitonnetaan normaaleilla kahden sormen eleillä. Kun sijainti on valittu, se lähetetään hätäkeskukseen painamalla *Lähetä*-painiketta. Kartta sulkeutuu vasta, kun sijainti on lähetetty.



Kuva 4.9: Sijainnin tarkennuskartta.

Videon kuvaaminen ja lähetys voidaan myös pyytää aloitettavaksi hätäkeskusohjelmassa. Älypuhelinsovelluksen käyttäjä voi tällöin kuvata tilannetta, ja videokuva näkyy hätäkeskusohjelmassa. Kun videokuvan pyyntö hätäkeskusohjelmasta on vastaanotettu, sovelluksessa aukeaa kuvassa 4.10 esitetty näkymä. Älypuhelinsovellus näyttää tällöin ainoastaan kuvan, jota kameralla ollaan kuvaamassa. Sovelluksen käyttäjän tehtäväksi jää osoittaa kamera tilannetta kohti, sillä video lähetetään automaattisesti hätäkeskusohjelmaan. Videonäkymä voidaan sulkea ainoastaan hätäkeskusohjelmasta.



Kuva 4.10: Videon kuvaaminen ja lähetys.

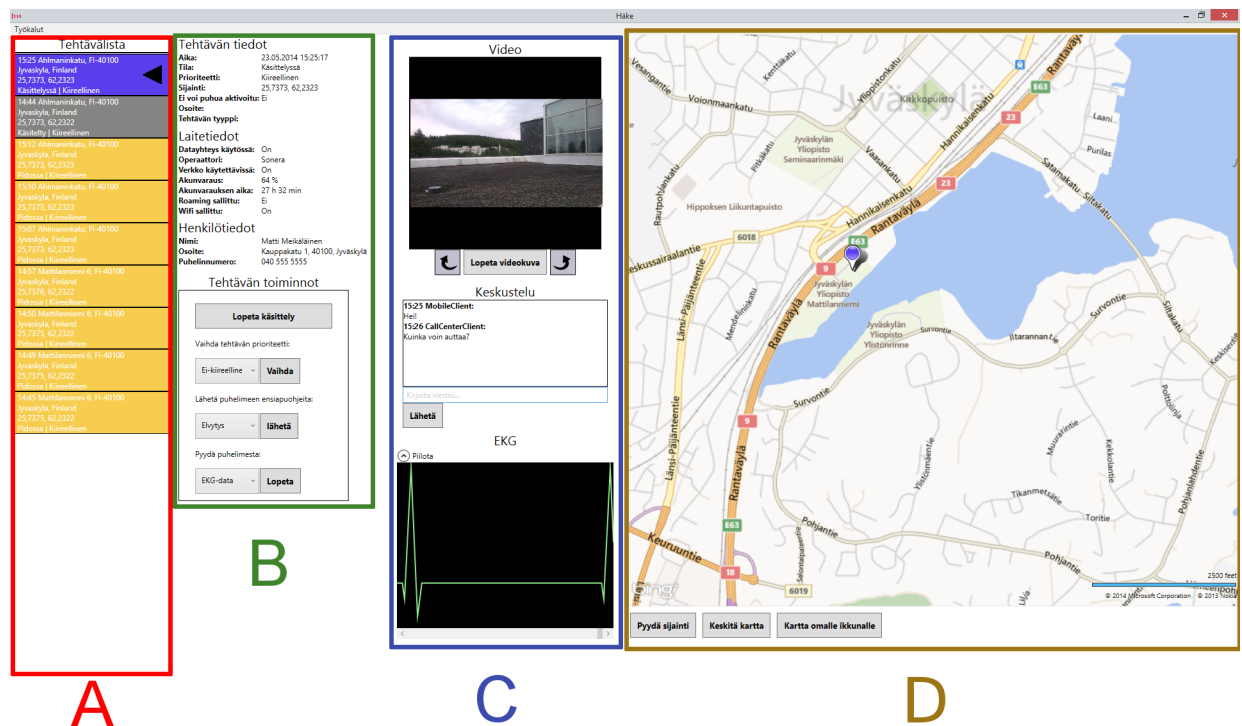
EKG-dataa voidaan pyytää puhelimesta hätäkeskusohjelmassa. Datan lähetys ei ilmene puhelimesta millään tavalla, vaan puhelimen lähettämä data esitetään ainoastaan hätäkeskusohjelman EKG-näkymässä.

5 Hätäkeskusohjelman käyttöliittymä

Luvussa esitellään hätäkeskusohjelman käyttöliittymää. Hätäkeskusohjelmasta hallitaan tietojärjestelmään tulevia puheluita, jotka tehdään älypuhelinsovellusta käyttäen.

5.1 Pääikkunan rakenne

Hätäkeskusohjelman käyttöliittymä on esitetty kuvassa 5.1.



Kuva 5.1: Hätäkeskusohjelman käyttöliittymän pääikkuna.

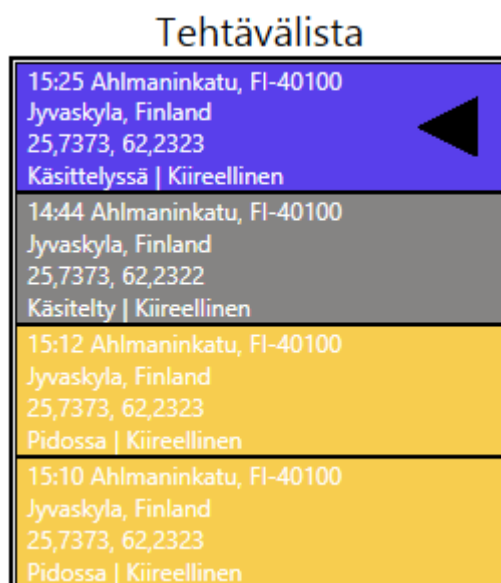
Kuvassa on korostettu käyttöliittymän eri osat kirjaimilla seuraavasti:

- A tehtävälista (katso luku 5.2),
- B tehtävän tietojen ja toimintojen näkymä (luku 5.3),
- C video-, viesti- ja EKG-näkymät (luku 5.4) sekä
- D karttanäkymä (luku 5.5).

Lopuksi luvussa 5.6 esitellään ohjelman asetussivua.

5.2 Tehtävälista

Hätäkeskusohjelman tehtävälistassa kuvassa 5.2 näkyvät järjestelmään tulleet puhelut. Tehtävä valitaan hiiren vasemmalla painikkeella, ja valitun tehtävän kohdalla näkyy musta kolmio.



Kuva 5.2: Hätäkeskusohjelman käyttöliittymän tehtävälista.

Tehtävän taustaväri määräytyy tehtävän tilan mukaan seuraavasti:

- Punainen** on uusi tehtävä, joka odottaa käsittelyä.
- Sininen** on parhaillaan käsittelyssä oleva tehtävä.
- Harmaa** on käsiteltyksi merkitty tehtävä.
- Keltainen** on pidossa oleva tehtävä.
- Violetti** on siirrossa oleva tehtävä. Tämä tila ei ole käytössä järjestelmässä, vaan se on varattu mahdollista tulevaa käyttöä varten.

Kunkin tehtävän osalta värikoodauksen ohella tila ilmenee myös tekstinä, kera tiedon tehtävän prioriteetista. Järjestelmässä käytettyjä prioriteetteja ovat *kiireellinen* ja *ei-kiireellinen*. Kunkin tehtävän kohdalla esitetään myös seuraavat tiedot:

Kellonaika	kertoo, milloin soitto on tullut.
Koordinaatit	esitetään, mikäli tehtävän yhteydessä on välitetty paikkatietoja älypuhelimien GPS-laitteen avulla tai soittajalta sijaintia pyytämällä. Ensimmäisenä näytetään pituusaste ja toisena leveysaste.
Osoite	esitetään, mikäli koordinaatit ovat saatavilla ja niitä vastaava arvioitu osoite on löydetty. Osoite haetaan automaattisesti Microsoftin Bing Maps -ohjelmointirajapinnan avulla.

5.3 Tehtävän tiedot ja toiminnot

Hätäkeskusohjelman tehtävälistasta (katso kuva 5.2) valitun tehtävän tiedot, laite-tiedot ja henkilötiedot sekä tehtävän toiminnot on esitetty kuvassa 5.3.

Tehtävän tiedot

Aika: 23.05.2014 15:25:17
Tila: Käsittelyssä
Prioriteetti: Kiireellinen
Sijainti: 25,7373, 62,2323
Ei voi puhua aktivoitu: Ei
Osoite:
Tehtävän tyyppi:

Laitetiedot

Datayhteys käytössä: On
Operaattori: Sonera
Verkko käytettävissä: On
Akunvaraus: 64 %
Akunvarauksen aika: 27 h 32 min
Roaming sallittu: Ei
Wifi sallittu: On

Henkilötiedot

Nimi: Matti Meikäläinen
Osoite: Kauppakatu 1, 40100, Jyväskylä
Puhelinnumero: 040 555 5555

Tehtävän toiminnot

Lopeta käsittely

Vaihda tehtävän prioriteetti:

Ei-kiireellinen

Vaihda

Lähetä puhelimeen ensiapuohjeita:

Elvytys

lähetä

Pyydä puhelimesta:

EKG-data

Lopeta

Kuva 5.3: Tehtävän tiedot ja toiminnot.

Tehtävän tiedot -osio sisältää seuraavat tiedot:

Aika	näyttää päivämäärän ja kellonajan, jolloin puhelu on tullut järjestelmään.
-------------	--

Tila	näyttää tehtävälle määritellyn tilan. Järjestelmässä käytetyt tilat on esitelty luvussa 5.2 tehtävän taustaväreissä.
Prioriteetti	näyttää tehtävälle määritellyn prioriteetin. Prioriteetin voi määrittää alussa joko älypuhelinsovelluksen käyttäjä tai tehtävän aikana tehtävän käsittelijä hätäkeskusohjelmassa.
Sijainti	näyttää älypuhelimien GPS-laitteen tai käyttäjän ilmoittaman sijainnin koordinaatit. Sijainti ilmoitetaan desimaaliasteina. Ensimmäinen luku ilmaisee pituusasteen ja toinen luku leveysasteen.
Ei voi puhua aktivoitu	näyttää <i>Kyllä</i> , jos älypuhelinsovelluksen käyttäjä on ilmoittanut, että hän ei voi puhua puhelun aikana. Muussa tapauksessa kohdassa näkyy <i>Ei</i> .
Osoite	näyttää sijainnin perusteella haetun arvioidun osoitteen, jos sijainti on saatavilla ja haku on löytänyt osoitteen.
Tehtävän tyyppi	näyttää älypuhelinsovelluksen käyttäjän valitseman ei-kiireellisen tehtävätyypin, jos sellainen on valittu.

Laitetiedot-osio sisältää seuraavat puhelimesta automaattisesti kerättävät tiedot:

Datayhteys käytössä	näyttää <i>On</i> , mikäli puhelimen datayhteys on käytössä. Muussa tapauksessa kohdassa näkyy <i>Ei</i> .
Operaattori	näyttää puhelimesta käytetyn liittymän operaattorin.
Verkko käytettävissä	näyttää <i>On</i> , mikäli älypuhelin on yhteydessä verkkoon. Muussa tapauksessa kohdassa näkyy <i>Ei</i> .
Akunvaraus	näyttää puhelimen arvioidun jäljellä olevan akunvarauksen prosenttiyksikköinä.
Akunvarauksen aika	näyttää puhelimen arvioidun jäljellä olevan akunvarauksen tunteina ja minuutteina.
Roaming sallittu	näyttää <i>On</i> , mikäli verkkovierailu on sallittu puhelimen asetuksissa. Muussa tapauksessa kohdassa näkyy <i>Ei</i> .
Wifi sallittu	näyttää <i>On</i> , mikäli WLAN-yhteys on sallittu puhelimen asetuksissa. Muussa tapauksessa kohdassa näkyy <i>Ei</i> .

Henkilötiedot-osio sisältää seuraavat älypuhelinsovelluksen käyttäjän sovellukseen syöttämät tiedot:

Nimi	näyttää käyttäjän älypuhelinsovellukseen kirjaaman nimen.
Osoite	näyttää käyttäjän älypuhelinsovellukseen kirjaaman osoitteen.
Puhelinnumero	näyttää käyttäjän älypuhelinsovellukseen kirjaaman puhelinnumeron.

Tehtävän toiminnot -osio sisältää tehtävän käsittelyyn liittyviä toimintoja:

Lopeta käsittely	lopettaa tehtävän käsittelyn, jos tehtävä on käsittelyssä.
Vaihda tehtävän prioriteetti	vaihtaa tehtävän prioriteettia <i>kiireelliseksi</i> tai <i>ei-kiireelliseksi</i> .
Lähetä puhelimeen ensiapuohjeita	mahdollistaa ohjeiden lähettämisen puhelimeen. Ohjeiden lähettämistä ei toteutettu prototyyppiin projektissa.
Pyydä puhelimesta	mahdollistaa tiedon pyytämisen puhelimeen liitetyistä lisälaitteista.

Projektissa toteutettiin osittain EKG-datan pyytäminen. Älypuhelinsovellus osaa pyydettyä lähettää generoitua EKG-dataa. Pyydetty EKG-data esitetään EKG-näkymässä, joka esitellään luvussa 5.4.

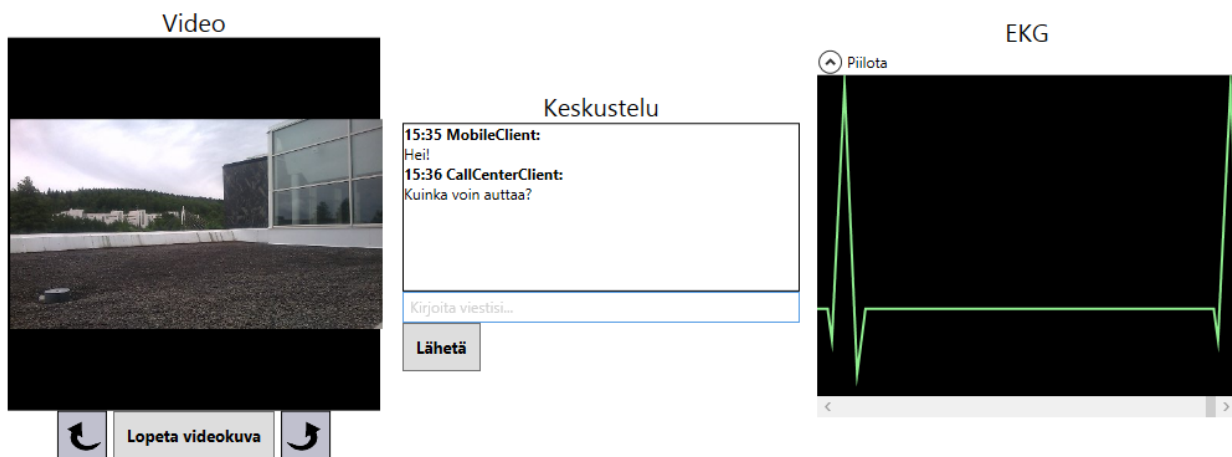
5.4 Video-, viesti- ja EKG-näkymät

Hätäkeskusohjelman video-, viesti- ja EKG-näkymät on esitetty kuvassa 5.4 järjestettynä vaakatasoon. **Videonäkymä** näyttää älypuhelinsovelluksen lähettämän videokuvan. Videonäkymän alapuolella ovat kuvan hallintaan liittyvät seuraavat painikkeet:

Pyydä videokuvaa	-painike lähettää älypuhelinsovellukselle pyynnön käynnistää videokuvan lähetys.
-------------------------	--

Lopeta videokuva -painike lähettää älypuhelinsovellukselle pyynnön lopettaa videokuvan lähetys. Kun videokuva otetaan, sitä näytetään *Pyydä videokuva* -painikkeen sijasta.

Videokuvan kääntäminen tapahtuu videonäkymän alla olevista nuolista, joista vasen kääntää videokuva 90 astetta oikealle ja oikea vastaavasti 90 astetta vasemmalle. Kääntämistä voidaan käyttää, jos älypuhelinsovelluksen käyttäjä ei kuvaa videota oikeassa asennossa.



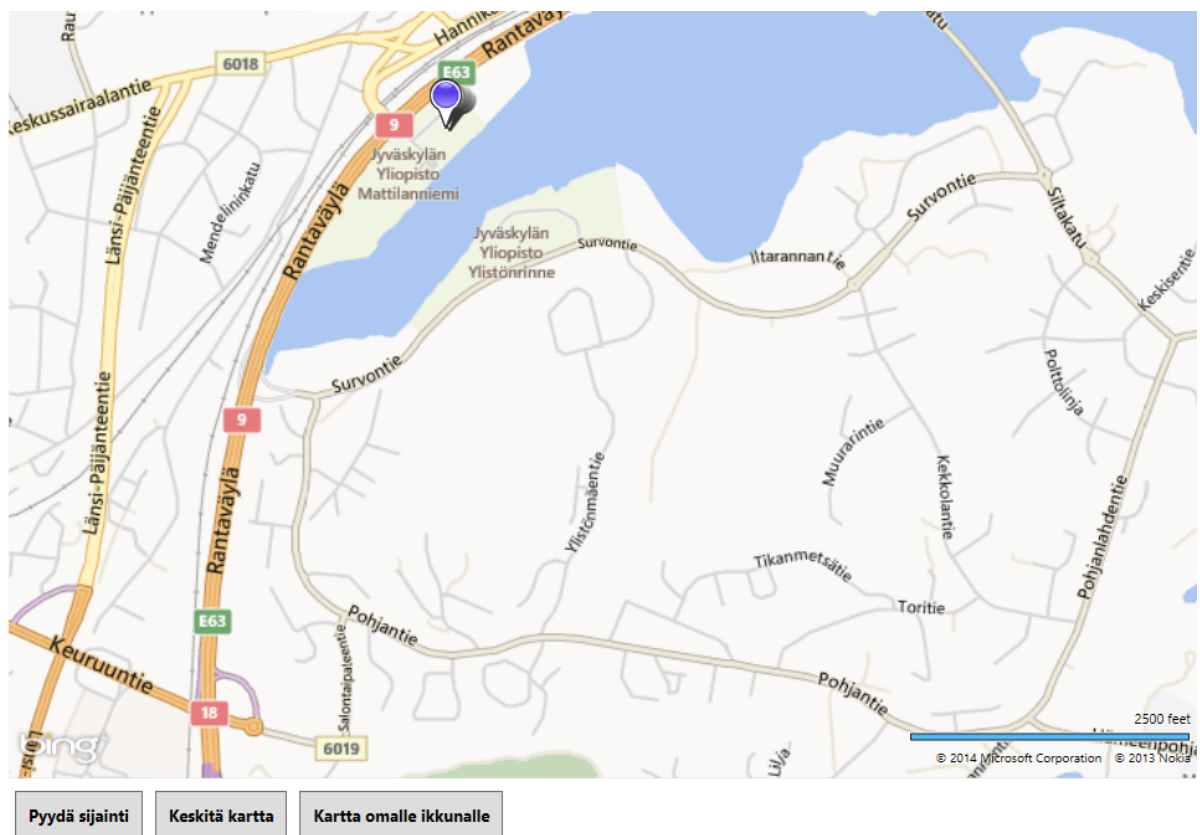
Kuva 5.4: Video-, viesti- ja EKG-näkymät.

Viestinäkymä näyttää älypuhelinsovelluksen käyttäjän ja hätäkeskusohjelman käymän tekstipohjaisen keskustelun. Viesti lähetetään kirjoittamalla se *Kirjoita viestisi...*-kohtaan ja painamalla *Lähetä*-painiketta. Älypuhelinsovelluksesta tekstipohjaisen viestin voi lähettää vain, jos käyttäjä on ilmoittanut, ettei voi puhua. Hätäkeskusohjelmasta viestin voi lähettää, vaikka viestinäkymä ei olisikaan puhelimessa näkyvillä. Tällöin viestinäkymä aukeaa ja hätäkeskuksen lähettämä viesti näkyy puhelimessa.

EKG-näkymä näyttää älypuhelinsovelluksen lähettämän EKG-käyrän. EKG-käyrän pyyntö käynnistetään käyttöliittymän osassa *Tehtävän toiminnot*, joka on esitelty luvussa 5.3.

5.5 Karttanäkymä

Hätäkeskusohjelman karttanäkymä on esitetty kuvassa 5.5. Karttana käytetään Microsoftin Bing-karttaa, ja tehtävät esitetään kartalla erivärisinä pinneinä. Pinnin väri määräytyy tilan mukaan lukuun ottamatta yhtä poikkeusta. Poikkeuksena näytetään kartalla vaaleanvihreällä pinnillä käyttäjän itse ilmoittama sijainti, joka on saatu kartan alapuolella sijaitsevaa *Pyydä sijainti* -painiketta painamalla. Eri tilat sekä niihin liittyvät värit on esitelty luvussa 5.2. *Käsitelty*-tilassa olevia tehtäviä ei näytetä kartalla lainkaan.



Kuva 5.5: Hätäkeskusohjelman käyttöliittymän karttanäkymä.

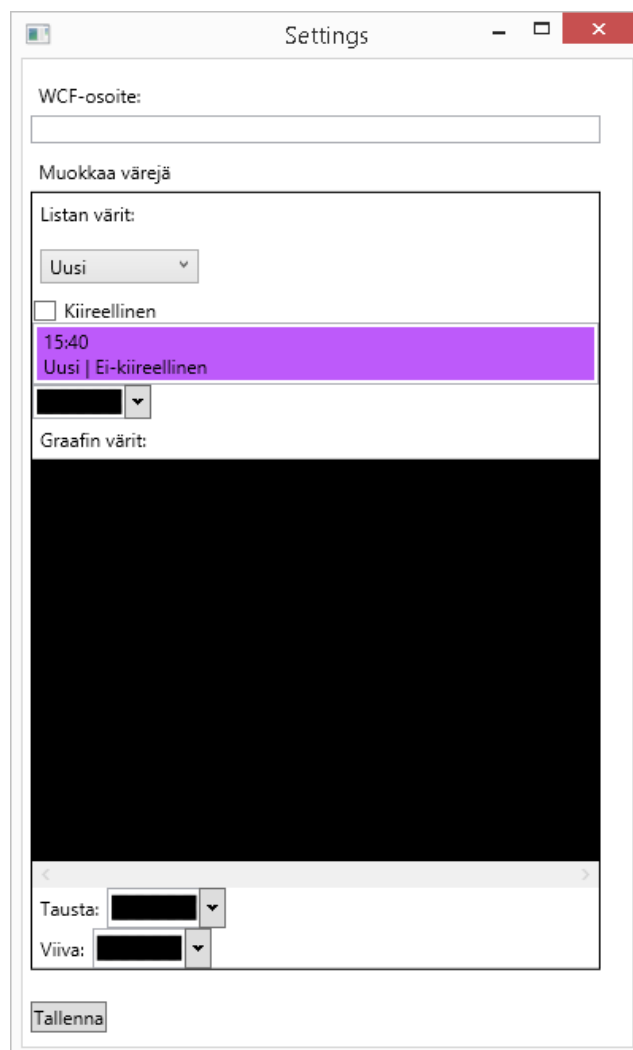
Kartan alapuolella sijaitsevat painikkeet suorittavat seuraavat toiminnot:

- Pyydä sijainti** lähettää älypuhelinsovellukselle pyynnön avata kartan, josta älypuhelinsovelluksen käyttäjä voi itse tarkentaa sijaintinsa avautuvalta kartalta.
- Keskitä kartta** keskittää kartan uusimpaan tehtävälissassa olevaan tehtävän paikkaan.

Kartta omalle ikkunalle avaa kartan omaan ikkunaan, josta sen voi helposti siirtää esimerkiksi omalle näytölleen.

5.6 Asetukset-näkymä

Valitsemalla hätäkeskusohjelman (katso kuva 5.1) ylälaidan valikosta *Työkalut* -komenton *Asetukset* pääsee muokkaamaan kuvan 5.6 ikkunassa joitakin ohjelman asetuksia. Muokattavia asetuksia ovat palvelimen osoite ja värivalinnat. Projektissa ei kuitenkaan toteutettu asetusten muutoksia tämän pidemmälle, joten tehdyt muutokset eivät ilmene millään tavalla hätäkeskusohjelmassa.



Kuva 5.6: Hätäkeskusohjelman asetukset.

6 Tavoitteiden toteutuminen

Luvussa kuvataan tietojärjestelmälle määriteltyjen vaatimusten toteutumista sekä käsitellään puutteellisia ja virheellisiä toteutusratkaisuja. Luvussa kuvataan myös järjestelmän tunnetut puutteet, viat ja jatkokehitysideat. Sovelluksen vaatimukset ja niiden toteutuminen on kuvattu tarkemmin vaatimusmäärittelyssä [17].

6.1 Vaatimusten toteutuminen

Vaatimusmäärittelyyn [17] on merkitty kunkin vaatimuksen toteutuksen tila ja keskeneräiseksi jääneiden vaatimusten puutteet. Teknisiä vaatimuksia ei ole laskettu mukaan seuraavassa esitettyihin kappalemääriin.

Välttämättömiä vaatimuksia oli määritelty älypuhelinsovellukselle 20, hätäkeskusohjelmalle 13 ja palvelinohjelmistolle 11. Näistä keskeneräiseksi jäi yksi älypuhelinsovelluksen ja yksi hätäkeskusohjelman vaatimus. Kesken jäi seuraava älypuhelinsovelluksen vaatimus:

- Älypuhelinsovelluksen käyttäjä voi kytkeä HF-kaiuttimen päälle ja pois.

Hätäkeskusohjelman keskeneräiseksi jäänyt vaatimus on seuraava:

- Yhteyslistalta valittujen yhteyksien ja käsiteltävän yhteyden paikkatiedot esitetään korostettuja ikoneita käyttäen.

Tärkeitä vaatimuksia oli älypuhelinsovellukselle 14, hätäkeskusohjelmalle 6 ja palvelinohjelmistolle 6. Näistä kokonaan toteuttamatta jäivät seuraavat kaksi älypuhelinsovelluksen vaatimusta:

- Avoimen yhteyden aikana on mahdollista muuttaa prioriteettia.
- Hätilanteen tyyppiä voidaan muuttaa yhteyden aikana.

Projektissa tärkeitä, järjestelmässä mahdollisia vaatimuksia oli älypuhelinsovellukselle 5, hätäkeskusohjelmalle 5 ja palvelinohjelmistolle 1. Näistä keskeneräiseksi jäi seuraava hätäkeskusohjelman vaatimus:

- Kartta esittää valittujen yhteyksien ja käsiteltävän yhteyden paikkatietojen laatuparametrien arvot ja keräämisajankohdan graafisesti.

6.2 Suoritetut testaukset ja tulokset

Toteutetun sovelluksen toiminnan verifiointi tapahtui järjestelmätestauksella. Järjestelmätestaus suoritettiin toteutusvaiheiden jälkeen tietojärjestelmää viimeisteltäessä järjestelmätestaussuunnitelman [2] pohjalta. Järjestelmätestaussuunnitelmaan pyrittiin saamaan kattavasti erilaisia testitapauksia, ja osan niistä tiedettiin aiheuttavan ongelmia toteutetulla järjestelmällä.

Järjestelmätestausta suoritettiin tietojärjestelmälle viisi kertaa, ja saatujen tulosten pohjalta pyrittiin korjaamaan havaittuja virheitä ja puutteita tietojärjestelmässä. Suoritetuista testauskerroista laadittiin testausraportit [3], [4], [5], [6] ja [7]. Kussakin testausraportissa kuvataan yksittäisellä testauskerralla suoritettujen testitapausten tulokset, virheet ja mahdolliset puutteet. Suurimmat ongelmat kohdattiin katkenneiden yhteyksien käsittelyssä, joita järjestelmä ei osaa käsitellä parhaalla mahdollisella tavalla.

Käytettävyyssasiantuntija Johanna Silvennoinen antoi projektin aikana järjestettynä käytettävyyspäivänä palautetta hätäkeskusohjelman ja älypuhelinsovelluksen käyttöliittymistä. Kyseinen palaute kirjattiin muistioksi [8], ja se pyrittiin huomioimaan käyttöliittymiä toteutettaessa. Erityisesti hätäkeskusohjelmassa pyrittiin toisiinsa liittyvät kokonaisuudet ryhmittelemään loogisiksi kokonaisuuksiksi.

Vastaava ohjaaja Jukka-Pekka Santanen koekäytti tietojärjestelmän molempia käyttöliittymiä yhden kerran projektihuoneessa. Vastaava ohjaaja antoi projektiryhmälle palautetta [18] `halyri_opetus`-sähköpostilistalle koekäytössä huomaamistaan puutteista ja kehitysideoista. Suunniteltua useamman henkilön koekäyttöä ei suoritettu.

6.3 Korjatut puutteelliset toteutusratkaisut

Älypuhelinsovelluksessa ilmeni rakenteellinen heikko toteutusratkaisu, joka saattoi aiheuttaa `Connection`-olion luoneen säikeen kuolemisen tai koko olion häviämisen roskien keruun aikana. Ongelma johtui siitä, että `Connection`-olio luotiin väärässä paikassa. Ongelma ja sen ratkaisu on kuvattu tarkemmin Jaakko Kososen `halyri_opetus`-sähköpostilistalle lähettämässä sähköpostiviestissä [24]. Sovellus korjattiin Kososen ehdotuksen mukaiseksi ja kuitattiin viestillä [25]. Tämän korjauksen ja muiden tehtyjen korjausten jälkeen suoritettiin regressiotestaus [5], jolla var-

mistettiin korjauksen jälkeinen järjestelmän toimivuus.

6.4 Älypuhelinsovelluksen tunnetut puutteet ja virheet

Suurimmat ongelmat älypuhelinsovelluksen toiminnassa liittyvät yhteyden katkeamisen tunnistamiseen ja olemassa olevaan yhteyteen palaamiseen. Näiden ongelmien korjaaminen voi vaatia muutoksia myös hätäkeskusohjelman sekä palvelinohjelmiston toimintaan, mutta selkeimmin ongelmat ilmenevät älypuhelinsovellusta käytettäessä. Tämän vuoksi ne kuvataan ainoastaan tässä alaluvussa.

Älypuhelinsovelluksen yhteyden katkeamiseen liittyvät tunnetut puutteet ja virheet ovat seuraavat:

- Yhteys hätäkeskukseen katkeaa, jos puhelin menee lepotilaan. Sovellus ei osaa suoraan jatkaa aiemmin katkennutta yhteyttä, vaan yhteys on muodostettava kokonaan uudelleen.
- Yhteys hätäkeskukseen katkeaa, jos älypuhelinsovelluksen käyttäjä sulkee sovelluksen painamalla puhelimen Windows-painiketta. Sovellus ei osaa suoraan jatkaa aiemmin katkennutta yhteyttä, vaan yhteys on muodostettava kokonaan uudelleen.
- Yhteys hätäkeskukseen katkeaa, jos älypuhelinsovelluksen käyttäjä avaa haun puhelimen *Bing*-painikkeella, ja palaa sovellukseen *Takaisin*-painikkeella. Tällöin älypuhelinsovellus näyttää yhteyden tilaksi edelleen *Käsittelyssä*, vaikka hätäkeskusohjelmassa näytetään yhteyden tilana *Käsitelty*.
- Yhteys hätäkeskukseen katkeaa, jos älypuhelinsovelluksen käyttäjä avaa haun puhelimen *Bing*-painikkeella, ja painaa tämän jälkeen *Windows*-painiketta. Hätäkeskusohjelma kuitenkin näyttää tällaisen yhteyden olevan edelleen käsitteilyssä. Kun sovellus käynnistetään uudelleen, sovellus ei osaa suoraan jatkaa aiemmin katkennutta yhteyttä, vaan yhteys on muodostettava kokonaan uudelleen.

Älypuhelinsovelluksen muut tunnetut puutteet ja virheet ovat seuraavat:

- Kirjasimen koon vaihtamisella asetuksissa (katso kuva 4.4) ei ole vaikutusta.
- EKG-toiminnallisuus tuottaa ja lähettää vain simuloitua dataa.

- EKG-datan lähettäminen ei ilmene puhelimesta millään tavalla.
- EKG-datan ja videokuvan lopettamisesta ei informoida käyttäjää millään tavalla [18].
- Kun videokuva on päällä ja hätäkeskuksesta lähetetään keskusteluviesti, viesti ei näy älypuhelinsovelluksen käyttäjälle kunnolla, koska viestinäkymä ilmestyy videokuvan taakse [18].
- Hätäkeskuksesta vastaanotettu ääni toistetaan XNA-kehyksen ääniefektejä käyttäen. Menetelmä ei ole resurssien suhteen optimaalinen ja aiheuttaa äänen pätkimistä. Lisäksi se mahdollistaa äänen toistamisen vain puhelimen HF-kaiuttimesta, ei puhelinkaiuttimesta.

6.5 Hätäkeskusohjelman tunnetut puutteet ja virheet

Hätäkeskusohjelman tunnetut puutteet ja virheet ovat seuraavat:

- EKG-datan näyttävä näkymä (katso luku 5.4) toimii puutteellisesti. Kun EKG-datan lopettamista on pyydetty, sen pysähtymiseen menee aikaa sitä kauemmin, mitä pidempään dataa on otettu vastaan.
- Viestinäkymässä (katso luku 5.4) liian pitkä ilman välilyöntejä kirjoitettu rivi ei rivity, vaan loppuosa tekstistä menee yli ja jää piiloon.
- *Lähetä puhelimeen ensiapuohjeita* -toiminnon (katso luku 5.3) *Lähetä*-painike ei tee mitään.
- Tehtävän tiedoissa (katso luku 5.3) ei näy osoitetta käsittelyn aikana, vaan se näkyy ainoastaan tehtävälistassa.
- Englanninkielisessä käyttöjärjestelmässä kartan (katso luku 5.5) mittakaava näytetään maileina ja jalkoina, vaikka käyttöjärjestelmän maa-asetuksena olisi Suomi.
- *Asetukset*-sivulla (katso luku 5.6) tehdyt muutokset eivät vaikuta sovellukseen millään tavalla. Asetukset-sivu on muutenkin keskeneräinen ja asetusten muuttaminen sen kautta toimii epäloogisesti.

- Jos puhelimen GPS-laitteen kautta on jo saatu sijainti, käyttäjän itse ilmoittamaa sijaintia ei esitetä muulla tavalla kuin lisäämällä kartalle vihreä pinni. Kartta ei keskity tähän sijaintiin automaattisesti, joten käyttäjän ilmoittamaa sijaintia voi olla vaikea huomata joissakin tapauksissa.
- Jos hätäkeskusohjelman yhteys palvelimeen katkeaa, uudelleenyhdistämistä yritetään vasta, kun hätäkeskusohjelma käynnistetään uudestaan.

6.6 Palvelinohjelmiston tunnetut puutteet ja virheet

Palvelinohjelmiston tunnetut puutteet ja virheet ovat seuraavat:

- Palvelimen säilyttämien yhteyksien kokoelmaa ei siivota aktiivisesti, joten käsitellyt yhteydet säilyvät listalla aina palvelinprosessin uudelleenkäynnistykseen asti.
- Palvelimen UDP-palveluluokassa on destruktorimetodi, joka vapauttaa palvelimen tarvitseman UDP-soketin. Hallitun koodin resursseja ei pitäisi vapauttaa destruktureilla, vaan käyttää palvelukomponentin elinkaareen liittyviä metodeja resurssien hallintaan.
- Asiakasohjelmien yhteyksien seurantaan SignalR- ja WCF-verkkoliikennekirjastoilla ei ole optimoitu, joten älypuhelinsovelluksen tai hätäkeskusohjelman yhteyden katkeaminen huomataan vasta aikaisintaan kymmenien sekuntien kuluttua.
- Hätäyhteyden hätätyyppiä edustava luokka välittää vain hätätyypin nimen sisältävän merkkijonon. Luokan olisi järkevää välittää älypuhelinsovelluksen käytettävästä kieliversiosta riippumaton tunniste. Tämä voitaisiin toteuttaa alkuvaiheessa palvelimen tarjoamalla, olennaisimmat tyypit sisältävällä enumeraatiolla. Tietokantaa käytettäessä tyypit kannattaisi ladata omasta taulustaan, jolloin niitä voidaan helposti päivittää.

6.7 Yleiset jatkokehitysideat

Projektin aikana esitettiin seuraavat tietojärjestelmän yleiset jatkokehitysideat:

- Kehitetty järjestelmä voi pienellä räätälöinnillä olla käyttökelpoinen myös muihin käyttötarkoituksiin, esimerkiksi vanhuspalvelujen tarpeisiin.
- Järjestelmän käyttämä oma UDP-pohjainen kuvan- ja äänensiirtoprotokolla kannattaisi mahdollisesti korvata jollain standardoidulla menetelmällä. Tällainen olisi esimerkiksi SIP-, SDP- ja RTP-protokolliin pohjautuva ratkaisu.
- Videokuva on toteutettu yksittäisinä JPG-kuvina. Videokoodekit siirtävät kuitenkin ensisijaisesti peräkkäisten kuvien välisen muutoksen, jolloin verkkoliikenne vähenee. Yksi käyttökelpoinen mahdollisuus olisi esimerkiksi avoin Theora-koodekki [27].
- Verkkoliikenteen siirtotietä tai viestejä ei ole salattu. Prototyypin järjestelmäsäkin salaaminen tarjoaisi hyödyllistä tietoa erityisesti älypuhelimien resursien riittävydestä.
- Puheen pakkaamisessa ja purkamisessa käytetyn Speex-koodekin kehitys on lopetettu. Speexin seuraaja on Opus [28], jolle ei ainakaan vielä ollut suoraan Windows Phone 8 -alustalla toimivaa toteutusta.
- Hätäkeskuksen näkökulmasta olisi hyödyllistä, jos hätäkeskus saisi tiedon puhelimeen asennetusta sovelluksesta, ja voisi ottaa sen etänä käyttöön [26].
- Hätäkeskuksen näkökulmasta olisi hyödyllistä, jos numeron 112 valitseminen avaisi automaattisesti älypuhelimessa hätäilmoitussovelluksen [26].
- Kuvallisten ohjeiden lähetys on hätäkeskuksen näkökulmasta käyttökelpoinen idea joissakin tilanteissa. Se tulisi toteuttaa niin, että puhelimen näytöllä näkyisi ohjeita esimerkiksi kuvina ja samalla hätäkeskuksesta voitaisiin edelleen antaa sanallisia ohjeita soittajalle ja vaihtaa näkyvää ohjekuvaa [26].

6.8 Älypuhelinsovelluksen jatkokehitysideat

Älypuhelinsovellukselle esitettiin projektin aikana seuraavat jatkokehitysideat:

- Älypuhelinsovelluksen tulisi palata suoraan katkenneeseen yhteyteen ilman tarvetta painaa aloitussivun soittopainiketta. Katkenneen yhteyden ongelmat on kuvattu tarkemmin luvussa 6.4.

- Yhteyden katkeaminen ja älypuhelinsovelluksen siirtyminen taustalle puhelimen lukitusruudun aktivoituessa on mahdollista estää sovelluksen idle detection mode -asetusta muuttamalla.
- Puhelimen GPS-laitteesta saatava paikkatieto olisi hyödyllistä esittää jollain tavalla käyttäjälle näytettävällä tarkennuskartalla (katso kuva 4.9). Tällöin älypuhelinsovelluksen käyttäjä voisi pitää epätarkkaa GPS-sijaintia lähtökohtana omaan tarkennukseensa.
- Paikkatiedon tarkennuskartassa oikea paikka on selailtava esiin ja osoitettava sitten kosketusnäytöltä painamalla. Toimintaa voitaisiin yksinkertaistaa kartalla, jossa on keskellä näkymää tähtäin, jonka alle osoitettava paikka selailaan.
- Käyttäjän on tarkennuskartalta paikan valittuaan lähetettävä se erillisestä painikkeesta painamalla. Tämä vaihe voitaisiin välttää välittämällä käyttäjän kartalta osoittama paikka jatkuvasti hätäkeskusohjelmaan. Näin hätäkeskusohjelma voi huolehtia kartan sulkemisesta, mutta samalla menetelmä mahdollistaa esimerkiksi kokonaisten reittien kuvailemisen tarkennuskartan avulla.
- Hätäkeskukseen yhdistämisen aikana (katso kuva 4.5) *Salli GPS* -painike on esillä vain lyhyen ajan, joten käyttäjä ei välttämättä ehdi reagoida siihen. Käyttäjän tulisi voida sallia GPS:n käyttö myös, kun yhteys on muodostettu [18].
- Käyttäjällä tulisi ehkä olla mahdollisuus peruuttaa hätäkeskukseen yhdistäminen myös silloin, kun yhteys hätäkeskukseen on muodostettu ja odottaa käsittelyä (katso kuva 4.6) [18].
- Videon kuvaamisen aikana (katso kuva 4.10) tulisi käyttäjälle näyttää jokin ohjeteksti. Nyt näkymässä lukee ainoastaan *Käsittelyssä*-teksti videokuvan näyttämisen lisäksi [18].
- Hätäkeskuksesta vastaanotetun äänen toistaminen kannattaisi toteuttaa hätäkeskusohjelman tavoin paikalliseen puskuroituun, jatkuvasti toistettavaan PCM-streamiin perustuvalla ratkaisulla.

6.9 Hätäkeskusohjelman jatkokehitysideat

Hätäkeskusohjelmalle esitettiin projektin aikana seuraavat jatkokehitysideat:

- Hätäkeskusohjelmassa tulisi olla mahdollisuus valita sijainnin esittämismuodoksi aste-kaariminuutti-kaarisekunti. Myös muut sijainnin esitystavat tulisi ottaa huomioon, ja samalla pitää huolta siitä, että ne eivät sekoitu toisiinsa. Tämä tuli esille hätäkeskusvierailun yhteydessä [26].
- Hätäkeskusohjelman asetuksissa tulisi olla mahdollisuus piilottaa automaattisesti ne tilaa vievät elementit, joita ei käytetä. Tällöin esimerkiksi videokuvalla varattu tila olisi oletuksena piilossa, ja se tulisi esiin kuvan vastaanottamisen ajaksi.
- Hätäkeskusohjelmasta tulisi olla mahdollisuus soittaa takaisin asiakkaalle. Tätä vaikeuttaa se, että puhelimen tiedoista ei voida puhelinnumeroa saada hätäkeskukseen näkyville automaattisesti, vaan käyttäjän tulisi syöttää se sovelluksen asetuksiin itse.
- Hätäkeskusohjelman tulisi automaattisesti tunnistaa yhteyden muuttuminen huonoksi. Tällöin hätäkeskus voisi katkaista yhteyden ja soittaa takaisin asiakkaalle.
- Hätäkeskusohjelman käyttöliittymän jakaminen osiin voisi selkeyttää sovellusta. Esimerkiksi tehtävälista voisi olla oma erillinen ikkunansa, josta käsiteltävä tehtävä avataan omaan ikkunaan.
- Kun tehtävän käsittely lopetetaan, käsiteltävää tehtävää osoittava nuoli jää osoittamaan tehtävälistassa (katso kuva 5.2) juuri käsiteltyä tehtävää. Nuolen ei tässä tilanteessa tarvitsisi osoittaa mihinkään tehtävään [18].
- Hätäkeskusohjelman otsikkorivi voisi näyttää muutakin tietoa sovelluksen nimen lisäksi, esimerkiksi palvelimen nimen [18].

6.10 Palvelinohjelmiston jatkokehitysideat

Palvelinohjelmistolle esitettiin projektin aikana seuraavat jatkokehitysideat:

- Palvelimen luokat on suunniteltu tietokantaan tallentamista ajatellen. Tämä toiminnallisuus olisi yksinkertaista lisätä palvelimeen.
- Älypuhelinsovelluksessa esitettävät hätätyypit ovat ”kovakoodattuja”. Palvelin voitaisiin muuttaa toimittamaan lista ajankohtaisista hätätyypeistä, jotka hätäkeskusohjelma voi asettaa.

- Palvelinohjelmisto välittää hätäkeskusohjelmille kaikista älypuhelinsovellusten ottamista yhteyksistä kaikki yhteyden aikana tallennetut tiedot. Tallennetut tiedot, kuten paikkatiedot ja tekstipohjaiset viestit, eivät vie paljon tilaa yhdelle yhteydelle. Suurella yhteysmäärällä niiden merkitys kuitenkin korostuu. Niinpä kaikista muista paitsi hätäkeskusohjelman aktiivisesti käsittelemästä yhteydestä kannattaisi välittää vain sen esittämisen kannalta välttämättömät perustiedot.

7 Ohjeita ylläpitäjille ja jatkokehittäjille

Luvussa annetaan ohjeita tietojärjestelmän ylläpitäjille ja jatkokehittäjille. Luku sisältää älypuhelinlustojen vertailun, sekä kuvaa projektissa huonoiksi havaittuja toteutusratkaisuja ja toimiviksi havaittuja lähestymistapoja. Projektissa käytetyt ohjelmointikäytännöt on esitelty projektiraportissa [1].

7.1 Alustojen vertailu

Projektin aikana huomattiin, että moni Windows Phone 8 -alustalla vaikeasti toteutettava ominaisuus onnistuisi huomattavasti helpommin esimerkiksi Android-alustalla. Joitakin ohjelmistokehitykseen vaikuttavia Windows Phone 8:n ja Androidin ominaisuuksien välisiä eroja ovat seuraavat:

Painikkeet	Windows Phone 8 -käyttöjärjestelmässä ohjelmoija ei voi vaikuttaa Windows- tai Haku-painikkeen toimintaan. Nämä sulkevat tai siirtävät sovelluksen aina taustalle. Android-alustalla laitteen painikkeiden toimintaan on mahdollista vaikuttaa.
Tausta-ajo	Windows Phone 8 -käyttöjärjestelmä ei tue kattavasti taustaprosesseja tai sovellusten tausta-ajoa. Jos käyttäjä poistuu vahingossa sovelluksesta, hänen on osattava palata siihen itse. Taustalle joutuneen ohjelman verkkoyhteydet myös katkaistaan automaattisesti, joten ne on muodostettava ohjelmaan palattaessa uudestaan. Ilman tausta-ajoa ei voida myöskään toteuttaa esimerkiksi kadonneiden henkilöiden automaattista paikannusta tai hätäyhteyden avaamista käyttäjän kaatuessa. Android-käyttöjärjestelmä tukee todellisia taustaprosesseja ja sallii sovellusten tausta-ajon.
Käyttäjämäärä	Windows Phone 8 -käyttöjärjestelmällä on paljon esimerkiksi Androidia suppeampi käyttäjä- ja kehittäjäkunta. Näin erityisesti kuvan- ja äänenkäsittelyyn liittyviä kirjastoja on suhteessa heikommin saatavilla. Näin myös reaaliaikaisen kuvan- ja äänen välittämiseen liittyvien verkkoprotokollien avoimet toteutukset ovat tälle alustalle vielä harvassa.

Lukitusruutu	Windows Phone 8 -käyttöjärjestelmässä ohjelmoija ei voi vaikuttaa puhelimen lukitusruudun aktivoitumiseen. Jos sovellusta ei aktiivisesti käytetä, puhelin lukittuu käyttäjän valitseman ajan kuluttua. Sovellus on kuitenkin mahdollista säilyttää aktiivisena lukitusruudusta huolimatta. Android-käyttöjärjestelmässä ohjelmoija voi vaikuttaa myös lukitusruudun käyttäytymiseen.
Sovelluskauppa	Windows Phone 8 -alustalle sovelluksia on mahdollista asentaa vain virallisesta sovelluskaupasta. Kehitetynkaltaista sovellusta ei välttämättä hyväksytä sovelluskauppaan, jolloin ainoa vaihtoehto saada se puhelimeen on kehittäjälukituksen poistaminen ja manuaalinen asentaminen. Android lienee ainoa laajasti levinnyt älypuhelinten käyttöjärjestelmä, jolle ainakin vielä tällä hetkellä on mahdollista asentaa sovelluksia myös virallisen sovelluskaupan ulkopuolisista lähteistä.

7.2 Huonoksi havaittuja toteutusratkaisuja

Projektissa havaittiin huonoiksi pari toteutusratkaisua.

Reaaliaikaista kuvaa ja ääntä ei edes prototyyppijärjestelmässä kannata siirtää TCP-pohjaisten protokollien yli, ellei käytössä ole ainoastaan laadultaan taattu sisäverkko. Internetiin tai jopa mobiilidataverkkoihin siirryttäessä latenssi ja jitter kasvavat merkittävästi. Nämä voivat johtaa heikkoon palvelun laatuun. Ongelma korostuu, jos käytössä on lisäksi jokaiselle viestille omat kuittauksensa vaativa protokolla, kuten SOAP HTTP:n päällä.

Pakkaamatonta PCM-ääntä kannattaa välttää verkkoyhteyden yli toimittaessa. Jopa matalan näytteenottotaajuuden yksikanavainen pakkaamaton ääni vie useimpiin pakattuihin ääniformaatteihin verrattuna moninkertaisesti tilaa. Puheääntä käsiteltäessä siihen optimoiduilla koodekeilla selvittään pakkaamattomaan ääneen verrattuna vain kymmenesosalla tilasta. Erityisesti reaaliaikaisessa viestinnässä pakkaamattoman äänen vaatima kaistanleveys muodostuu nopeasti ongelmaksi.

7.3 Toimiviksi havaittuja toteutusratkaisuja

Toteutetunkaltaisissa hajautetuissa järjestelmissä kannattaa turvautua mahdollisuuksien mukaan **valmiisiin verkkoliikennekirjastoihin**. Nyt käytetyt WCF ja SignalR osoittautuivat luotettaviksi ja monipuolisiksi, sekä suhteellisen hyvin käytetyn alustan mahdollisuuksia hyödyntäviksi kirjastoiksi. Lisäksi ne ovat hyvin konfiguroitavia.

Omalla protokollalla esimerkiksi HTTP:n tai jopa TCP:n päälle on joissain tapauksissa mahdollista saada enemmän vapauksia toteutuksen hienosäätöön. Samalla joudutaan kuitenkin ratkaisemaan itse monia haasteita. Tämä voidaan usein välttää valmiita kirjastoja käyttämällä.

8 Yhteenveto

Hälyri-projekti suoritti toteutettavuuskartoituksen ja kehitti hätäilmoitusjärjestelmän prototyypin Sovellusprojekti-kurssilla keväällä 2014. Tietojärjestelmän prototyyppi koostuu kolmesta osasta, jotka ovat älypuhelinsovellus, hätäkeskusohjelma ja palvelinohjelmisto.

Vaatusmäärittelyssä asetetut tavoitteet toteutuivat hyvin, sillä kolmen tärkeimmän prioriteetin 81 vaatimuksesta toteutettiin 76. Projektin aikana esitettiin myös runsaasti ideoita tietojärjestelmän jatkokehitykseen. Suurimmat prototyyppiin jääneet puutteet ja virheet liittyvät yhteyden katkeamisen tunnistamiseen ja olemassa olevaan yhteyteen palaamiseen.

Kehitettävä prototyyppi oli laaja ja monimutkainen, joten tietojärjestelmän sovellusten ominaisuuksien priorisointiin oli kiinnitettävä erityisen paljon huomiota. Projektissa kehitetyn prototyypin pohjalta tullaan kehittämään tietojärjestelmästä pilottiversio, joten projektissa laadittuja dokumentteja tullaan hyödyntämään myöhemmin.

9 Lähteet

- [1] Niko Mononen, Veli-Mikko Puupponen, Ilkka Rautiainen ja Atte Söderlund, "Hälyri-sovellusprojekti, Projektiraportti", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <https://trac.cc.jyu.fi/projects/sovproj/wiki/Halyri/Projektiraportti>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [2] Veli-Mikko Puupponen ja Ilkka Rautiainen, "Hälyri-sovellusprojekti, Järjestelmätestaussuunnitelma", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <https://trac.cc.jyu.fi/projects/sovproj/wiki/Halyri/Testaussuunnitelma>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [3] Ilkka Rautiainen, "Hälyri-sovellusprojekti, Järjestelmätestausraportti", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <https://trac.cc.jyu.fi/projects/sovproj/wiki/Halyri/Testausraportit>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 23.5.2014.
- [4] Veli-Mikko Puupponen, "Hälyri-sovellusprojekti, Järjestelmätestausraportti", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <https://trac.cc.jyu.fi/projects/sovproj/wiki/Halyri/Testausraportit>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 27.5.2014.
- [5] Ilkka Rautiainen, "Hälyri-sovellusprojekti, Järjestelmätestausraportti", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <https://trac.cc.jyu.fi/projects/sovproj/wiki/Halyri/Testausraportit>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 28.5.2014.
- [6] Ilkka Rautiainen, "Hälyri-sovellusprojekti, Järjestelmätestausraportti", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <https://trac.cc.jyu.fi/projects/sovproj/wiki/Halyri/Testausraportit>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 14.6.2014.
- [7] Ilkka Rautiainen, "Hälyri-sovellusprojekti, Järjestelmätestausraportti", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <https://trac.cc.jyu.fi/projects/sovproj/wiki/Halyri/Testausraportit>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 17.6.2014.
- [8] Veli-Mikko Puupponen ja Ilkka Rautiainen, "Hälyri-sovellusprojekti, Käytettävyyspäivän muistio", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <https://trac.cc.jyu.fi/projects/sovproj/wiki/Halyri/>>

KaytettavyyspaivanMuistio>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 17.4.2014.

- [9] Vili Auvinen, Olli Kauppinen ja Juho Tammela, "Parsi-projekti, Sovellusraportti", saatavilla PDF-muodossa <URL: <http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/parsi/dokumentit/sovellusraportti/>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2011.
- [10] Tapio Keränen, Toni Salminen, Jari Salokangas ja Lauri Satokangas, "Paatti-projekti, Sovellusraportti", saatavilla PDF-muodossa <URL: <http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/paatti/dokumentit/sovellusraportti/>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2012.
- [11] Niko Mononen, Veli-Mikko Puupponen, Ilkka Rautiainen ja Atte Söderlund, "Hälyri - Callcenter software", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <https://trac.cc.jyu.fi/projects/sovproj/wiki/Halyri/Luokkadokumentaatio>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [12] Niko Mononen, Veli-Mikko Puupponen, Ilkka Rautiainen ja Atte Söderlund, "Hälyri - Mobile client", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <https://trac.cc.jyu.fi/projects/sovproj/wiki/Halyri/Luokkadokumentaatio>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [13] Niko Mononen, Veli-Mikko Puupponen, Ilkka Rautiainen ja Atte Söderlund, "Hälyri - Server", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <https://trac.cc.jyu.fi/projects/sovproj/wiki/Halyri/Luokkadokumentaatio>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [14] Niko Mononen, Veli-Mikko Puupponen, Ilkka Rautiainen ja Atte Söderlund, "Hälyri - Udp-client", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <https://trac.cc.jyu.fi/projects/sovproj/wiki/Halyri/Luokkadokumentaatio>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [15] Veli-Mikko Puupponen, "Hälyri-sovellusprojekti, Palvelinohjelmiston asennusohje", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <https://trac.cc.jyu.fi/projects/sovproj/wiki/Halyri/Palvelimenasennusohje>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [16] Atte Söderlund, "Hälyri-sovellusprojekti, Asiakassovellusten kääntämis- ja asennusohje", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <https://trac.cc.jyu.fi/projects/sovproj/wiki/Halyri/>>

AsiakassovellustenAsennusohje>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.

- [17] Niko Mononen, Veli-Mikko Puupponen, Ilkka Rautiainen ja Atte Söderlund, "Hätäilmoitustietojärjestelmän vaatimusmäärittely", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <https://trac.cc.jyu.fi/projects/sovproj/wiki/Halyri/Vaatimusmaarittely>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [18] Jukka-Pekka Santanen, "Huomioita sovelluksista.", sähköpostipalaute, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, lähetetty 16.5.2014.
- [19] Microsoft, "ASP.NET SignalR - Incredibly Simple Real-time Web for .NET", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <http://signalr.net/>>, Microsoft, 2014.
- [20] CodePlex, "NSpeex - Speex for .Net and Silverlight", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <http://nspeex.codeplex.com/>>, 12.2.2013.
- [21] CodePlex, "NAudio", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <http://naudio.codeplex.com/>>, 29.10.2013.
- [22] Microsoft, "Windows Communication Foundation [.NET Framework 4.0]", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd456779\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd456779(v=vs.110).aspx)>, 2014.
- [23] Microsoft, "XNA Framework Class Library", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb203940.aspx>>, 2014.
- [24] Jaakko Kosonen, "Re: Referenssi error", sähköpostipalaute, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, lähetetty 27.5.2014.
- [25] Atte Söderlund, "Re: Referenssi error", sähköpostipalaute, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, lähetetty 28.5.2014.
- [26] Veli-Mikko Puupponen ja Ilkka Rautiainen, "Hälyri-projekti, Häätäkeskusvierailun muistio", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <https://trac.cc.jyu.fi/projects/sovproj/wiki/Halyri/HatakeskusvierailunMuistio>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 28.4.2014.

- [27] Xiph.org Foundation, "Theora Video Compression", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <http://www.theora.org/>>, 2011.
- [28] Xiph.org Foundation, "Opus Interactive Audio Codec", saatavilla WWW-osoitteessa <URL: <http://opus-codec.org/>>, 2013.