

Janne Ojala

# Multimodaalinen käyttöliittymä mobiilin huoltotyön tukena

Diplomityö

13. joulukuuta 2004



TEKNILLINEN KORKEAKOULU

TIETOTEKNIIKAN OSASTO

OHJELMISTOLIIKETOIMINNAN JA -TUOTANNON LABORATORIO

<b>Tekijä:</b>	Janne Ojala		
<b>Työn nimi:</b>	Multimodaalinen käyttöliittymä mobiilin huoltotyön tukena		
<b>Päivämäärä:</b>	11. Marraskuuta 2004	<b>Sivuja:</b>	76+5+liitteet
<b>Osasto:</b>	Tietotekniikan osasto	<b>Professuuri:</b>	T-121
<b>Työn valvoja:</b>	Marko Nieminen		
<b>Työn ohjaajat:</b>	Sirpa Riihiaho ja Petri Mannonen		
<p>Multimodaalisuus käyttöliittymässä tarkoittaa mahdollisuutta kommunikoida käytettävän laitteen kanssa useampaa aistia, kuten näkö, kuulo ja tunto, hyväksikäyttäen. Multimodaaliset käyttöliittymät mahdollistavat tietoteknisten laitteiden käytön nykyistä vaihtelevammissa ympäristöissä ja ne soveltuvat nykyistä laajemmalle käyttäjäkunnalle tarjotessaan vaihtoehtoisia ja korvaavia vuorovaikutustapoja käyttäjilleen. Mobiililaitteilla on vielä monia teknisiä rajoitteita verrattuna PC-tietokoneisiin ja kannettaviin tietokoneisiin. Nykyiset mobiililaitteet ovat siinä mielessä mobiileja, että niitä voidaan käyttää muuallakin kuin työpöydän ääressä, mutta ne eivät sellaisenaan vielä toimi hyvin kaikissa käyttötilanteissa. Mahdollista käyttää ei tarkoita samaa kuin käytettävä. Erityisesti mobiili huoltotyö asettaa merkittäviä vaatimuksia sitä tukeville laitteille. Laitteiden pitää muun muassa olla kestäviä, helppokäyttöisiä ja ne eivät saa häiritä varsinaisten työtehtävien tekemistä.</p> <p>Tutkimuksessa kehitettiin huoltomiesten työtä tukemaan tarkoitettu, kämmentietokoneessa toimiva, multimodaalinen käyttöliittymäprototyyppi. Multimodaalisen käyttöliittymän avulla mobiililaitteen käyttäminen pyrittiin tekemään mahdolliseksi vaihtelevissa huoltotyössä esiin tulevilla tilanteilla. Prototyypin avulla selvitettiin, millä tavoin multimodaalisesta käyttöliittymästä olisi hyötyä mobiilin huoltotyön tukemisessa, miten huoltomiehet käyttäisivät multimodaalista käyttöliittymää ja mitä vaikutuksia mobiililaitteen käyttämisellä multimodaalisen sovelluksen toteutuksessa on.</p> <p>Tutkimuksessa kehitetyn käyttöliittymäprototyypin lisäksi saatiin seuraavia keskeisiä tuloksia. Multimodaalisen käyttöliittymän tärkeimmäksi eduksi huoltomiehille muodostui mahdollisuus käyttää haluamaansa vuorovaikutustapaa tilanteen vaatimusten tai omien mieltymystensä mukaan. Multimodaalisista ominaisuuksista erityisesti äänen käyttämiselle on muun muassa seuraavanlaisia reunaehtoja. Koska huoltotyötä tehdään asiakkaiden tiloissa, saatu palaute voi jäädä kuulematta, tai se välittyy myös vastaanottajille, joille se ei ollut tarkoitettu. Useimmat mobiililaitteet on teknisesti optimoitu yhdelle käyttötavalle. Useamman käyttötavan toteuttaminen vaatii huomattavaa panostusta sovellusta toteutettaessa.</p>			
<b>Avainsanat:</b> Multimodaalisuus, huoltotyö, mobiilius, käyttöliittymäkehitys			

<b>Author:</b>	Janne Ojala		
<b>Name of the thesis:</b>	Supporting mobile maintenance work with a multimodal user interface		
<b>Date:</b>	11th of November 2004	<b>Number of pages:</b>	76+5+appendices
<b>Department:</b>	Department of Computer science and Engineering	<b>Professorship:</b>	T-121
<b>Supervisor:</b>	Marko Nieminen		
<b>Instructors:</b>	Sirpa Riihiaho and Petri Mannonen		
<p>Multimodality in user interfaces brings a possibility to communicate with devices using multiple natural input modes, for example with pen, speech and touch. Multimodal interfaces allow users to use computer devices in more varied environments and use situations. By offering alternative input and output methods, multimodal interfaces are also usable for a larger user group. Mobile devices today have many technical limitations compared to laptops and PC-computers. Current mobile devices are mobile in the sense that they can be used away from the office. Their problem is, however, that performance and usability are suboptimal in many mobile use situations. Possible to use does not translate directly to usable. Mobile maintenance work has specific requirements for its supporting tools. The tools used have to be durable, easy to use and they must not interfere with the actual work being done.</p> <p>In this thesis a multimodal user-interface prototype that works in a PDA-device and supports maintenance work was developed. The motivation for the creation of the multimodal interface was to have an interface that could be used in versatile use situations present in mobile maintenance work. The prototype was used to find out what benefits does a multimodal interface have in mobile maintenance work, how will the maintenance men use the multimodal interface and what limitations does the currently available mobile technology have when creating multimodal interfaces in mobile devices.</p> <p>In addition to the developed user interface prototype, this thesis presents several other findings. Among other things, the most important benefit of the multimodal interface was that the maintenance men could choose the interaction modality according to their own situational needs or personal preferences. In maintenance work, there are limitations for the use of audio as an interaction method. Because mobile maintenance work is done in customers' premises, audio output may be missed because of environmental noise. Also a third party who was not the intended recipient for the message may hear the audio output. Most mobile devices have been optimized for a certain type of use. Implementing more than one way of using a device requires significant effort when developing a multimodal application.</p>			
<b>Keywords:</b> Multimodal, Maintenance work, mobile, user interface development			

# Sisällysluettelo

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>1</b>
1.1	Multimodaalinen käyttöliittymä liikkeellä tapahtuvan käytön helpottamiseksi.....	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset.....	2
1.3	Diplomityön rakenne.....	3
<b>2</b>	<b>MULTIMODAALINEN VUOROVAIKUTUS KÄYTTÖLIITTYMISSÄ</b>	<b>4</b>
2.1	Aistien ja modaliteettien ominaisuuksien merkitys.....	5
2.2	Multimodaalisuuden merkitys käyttöliittymissä .....	6
2.3	Multimodaalisuuden vaikutukset käyttöliittymän suunnitteluun.....	8
2.4	Multimodaaliset käyttöliittymät käytännössä.....	9
<b>3</b>	<b>MOBIILI HUOLTOTYÖ</b>	<b>13</b>
3.1	Mobiilin huoltotyön ilmiöt.....	13
3.2	Huoltotyön tehtävät.....	16
3.3	Mobiilin huoltotyön tukeminen.....	17
3.4	Mobiilien sovellusten käytön erityispiirteitä.....	18
<b>4</b>	<b>KÄYTTÄJÄKESKEINEN SUUNNITTELU</b>	<b>21</b>
4.1	Käyttäjakeskeinen suunnitteluprosessi - ISO 13407.....	21
4.2	Käyttjävaatimusten selvittäminen .....	24
<b>5</b>	<b>MULTIMODAALINEN, HUOLTOTYÖTÄ TUKEVA KÄYTTÖLIITTYMÄ</b>	<b>26</b>
5.1	Käyttjävaatimukset käyttöliittymäprototyypille.....	29
5.1.1	Kontekstin määrittäminen ja vaatimusten selvittäminen.....	29
5.1.2	Suunnitteluratkaisujen toteutus storyboardin avulla .....	34
5.1.3	Toteutuksen arviointi .....	36
5.2	Paperiprototyypin toteutus.....	42
5.2.1	Suunnitteluratkaisujen toteutus paperiprototyypillä .....	42
5.2.2	Toteutuksen arviointi .....	49
5.3	Toiminnallisen käyttöliittymäprototyypin toteutus.....	55
5.3.1	Suunnitteluratkaisujen toteutus prototyypillä.....	55
5.3.2	Toteutuksen arviointi .....	61
5.4	Lopullinen prototyyppi käyttöliittymästä ja jatkokehitys .....	66
5.4.1	Prototyyppi .....	66
5.4.2	Jatkokehitys .....	68

<b>6</b>	<b>JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>70</b>
6.1	Tutkimuskysymyksiin vastaaminen .....	70
6.2	Tulosten luotettavuus ja tutkimuksen rajoitteet .....	72
6.3	Aiheita jatkotutkimuksia varten .....	73

#### **LÄHDELUETTELO**

**LIITE 1: Storyboardin läpikäynnissä esitetyt kysymykset**

**LIITE 2: Prototyyppien arvioinnissa käytetyt testitehtävät**

**LIITE 3: Paperiprototyypin ryhmäläpikäynnissä esitetyt kysymykset**

**LIITE 4: Toiminnallisen prototyypin arvioinnin yhteydessä esitetyt kysymykset**

# 1 Johdanto

Tällä hetkellä tietokoneita käytetään pääasiassa graafisilla käyttöliittymillä näyttöruudulla olevia symboleja hiirellä ja näppäimistöllä muokaten. Perinteisesti tietokoneen käyttö on tapahtunut sen pöydän ääressä, jolla tietokonekin sijaitsee. Kannettavien päätelaitteiden, kuten kämmentietokoneiden ja puhelimien yleistyttyä ihmiset ovat päässeet käyttämään tietovarastoja, Internetiä ja muita aikaisemmin vain PC-tietokoneilla saatavilla olleita palveluja (Brodie & Perry, 2001). Perinteisen graafisen käyttöliittymän käyttäminen liikkeellä ollessa tai muuta työtä tehdessä on kuitenkin hankalaa. Mobiilitilanteissa käyttäjällä ei usein ole mahdollisuutta siirtää huomiotaan graafiseen käyttöliittymään sen käytön vaatimalla tavalla (Kristoffersen & Ljungberg, 1999).

Tässä diplomityössä kehitettiin käyttöliittymä 4M projektille. 4M, Mobile Multilingual Maintenance Man, on Helsingin Yliopiston, Teknillisen korkeakoulun, VTT:n ja yhteistyöyriyten yhteinen tutkimusprojekti (Carlson ym., 2003), jossa tuotetaan mobiilia huoltotyötä tekevää henkilöä tukeva järjestelmä.

Projektin tavoitteena on tuottaa järjestelmä, joka auttaa huoltomiestä työtehtäviensä hoidossa. Järjestelmä tarjoaa taustatietoa huollettavista kohteista, kohteisiin liittyvää dokumentaatiota ja muuta niihin liittyvää järjestelmästä löytyvää informaatiota. Jos ongelmatietojen perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä mahdollisista korjausvaihtoehdoista, järjestelmä tarjoaa myös nämä tiedot huoltomiehelle. Lisäksi järjestelmä auttaa huoltomiestä raportoimaan tekemänsä huoltotyön.

Huoltotyö on luonteeltaan mobiilia. Huoltomiehet käyvät asiakkaiden tiloissa huoltamassa erilaisia kohteita. Yksittäistä asiakkaalla olevaa ongelmaa kutsutaan huoltokeikaksi. Huoltokeikalla ollessaan heillä ei välttämättä ole mahdollisuutta käyttää tavallista tai kannettavaa tietokonetta. Heillä kuitenkin on tarve olla yhteydessä tietovarastoihin, kollegoihin ja omaan työjonoonsa. Tällä hetkellä huoltomiehet joutuvat tietoja tarvitessaan keskeyttämään työtehtävänsä ja etsimään lähimmän tietokoneen, jolla haluttuja tietoja voidaan etsiä. (Riihiahho, 2003)

## 1.1 Multimodaalinen käyttöliittymä liikkeellä tapahtuvan käytön helpottamiseksi

Nykyiset mobiililaitteet tuovat tietokoneen huoltomiehen lähelle, mutta niitäkään ei voida käyttää kaikissa tilanteissa. Muun muassa kirkkaassa valaistuksessa näytön katsominen voi olla hankalaa ja huoltomiehen täytyy edelleen keskeyttää töiden tekeminen ja siirtää huomio mobiililaitteeseen. (Kristoffersen & Ljungberg, 1999) Multimodaalisen käyttöliittymän avulla näitä nykyisten mobiililaitteiden rajoituksia voidaan vähentää.

Multimodaalisuus käyttöliittymässä tarkoittaa mahdollisuutta käyttää sovellusta useamman aistin, kuten näkö-, kuulo- ja tuntoaistin välityksellä. Multimodaalisuus mahdollistaa muun

muassa sellaisten käyttöliittymien suunnittelun, joiden käyttäminen ei vaadi koko huomion siirtämistä päätelaitteelle. Siten multimodaalisella käyttöliittymällä laitteita voidaan käyttää graafisia käyttöliittymiä vaihtelevammassa olosuhteissa. Koska multimodaalinen käyttöliittymä voidaan suunnitella käytettäväksi useammalla kuin yhdellä tavalla, se sopii laajemmalle käyttäjäkunnalle paremmin sopeutuessaan käyttäjien tarpeisiin ja rajoitteisiin. (Oviatt, 1999)

Kannettavat päätelaitteet tuovat rajoituksia ja haasteita multimodaalisten käyttöliittymien suunnittelulle. Vaikka mobiililaitteet on suunniteltu nimensä mukaisesti liikkeellä käytettäväksi, ne on suunniteltu käytettäväksi pääasiassa vain tietyllä tavalla ja niiden näytön, mikrofonin, kaiuttimien ja muiden osien ominaisuudet ovat kompromisseja painon, hinnan ja laadun suhteen (Lindholm ym., 2003). Esimerkiksi matkapuhelin on suunniteltu puhumista varten ja kämmentietokoneet kosketusnäytön käyttöä ajatellen.

Tässä diplomityössä esitellään multimodaalisen käyttöliittymäprototyypin kehittäminen huoltomiehille. Sillä selvitettiin multimodaalisen käyttöliittymän soveltumista huoltotyön tukemiseen, mitä etua siitä on huoltomiehille ja mitä teknisiä rajoitteita mobiiliin multimodaalisen käyttöliittymän toteutukselle on. Tavoitteena ei ollut kehittää loppuun asti viimeisteltyä käyttöliittymää, vaan ennemmin löytää huoltomiehille sopivia vuorovaikutustapoja erilaisiin huoltotyössä vastaan tuleviin käyttötilanteisiin.

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämän diplomityön päätavoitteena oli kehittää multimodaalisia ominaisuuksia hyödyntävä ja kannettavassa päätelaitteessa toimiva käyttöliittymäprototyyppi, joka tukee huoltomiesten työtehtäviä heidän suorittaessaan huoltotoimenpiteitä ja liikkuessaan huollettavien kohteiden välillä. Tavoitteena ei ollut tuottaa viimeisteltyä käyttöliittymää, vaan ennemmin löytää huoltomiehille sopivia vuorovaikutustapoja erilaisiin huoltotyössä vastaan tuleviin käyttötilanteisiin. Tämän lisäksi tutkimuksessa oli tarkoitus saada vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin.

- ◆ ***Mitkä ovat multimodaalisen käyttöliittymän hyödyt mobiilissa huoltotyössä?***  
Multimodaalisuuden ei pitäisi olla itseisarvo huoltotyötä tukevan sovelluksen käyttöliittymässä, vaan sen pitäisi tuoda jotain konkreettista hyötyä huoltotyöhön. Tavoitteena on tunnistaa multimodaalisten käyttöliittymien tuomia hyötyjä ja niiden vastaavuutta huoltotyön tarpeisiin. Konkreettinen hyöty huoltomiehelle voisi olla esimerkiksi työtehtävien nopeutuminen tai helpottuminen.
- ◆ ***Miten multimodaalisia ominaisuuksia voidaan hyödyntää huoltotyössä?***  
Multimodaalinen käyttöliittymä mahdollistaa tutkimusten mukaan uudenlaisia käyttötapoja ja käyttötilanteita sovelluksille. Tavoitteena on selvittää eri modaaliteettien käyttöä ja niiden valintaan liittyviä tekijöitä, kuten esimerkiksi millä perusteilla tiedonsyöttötavat valitaan huoltotilanteissa.
- ◆ ***Miten käytössä oleva mobiiliteknologia vaikuttaa multimodaalisen sovelluksen toteutukseen?***

Nykyään käytössä oleva teknologia tuo rajoituksia mobiileille multimodaalisen käyttöliittymän sisältäville sovelluksille. Tavoitteena on selvittää minkälaisia mahdollisuuksia ja rajoitteita tällä hetkellä käytössä oleva mobiiliteknologia tuo multimodaalisen, huoltotyön tukemiseen soveltuvan sovelluksen toteutukseen. Toteutukseen voi vaikuttaa esimerkiksi kannettavien laitteiden PC-tietokoneita heikommat tiedon ja käyttäjän syöteen prosessointimahdollisuudet.

### 1.3 Diplomityön rakenne

Tämä diplomityö jakautuu sisällöllisesti kahteen osaan. Ensimmäisessä osassa käydään läpi huoltotyötä tukevan, multimodaalisen käyttöliittymän ominaisuuksiin ja suunnitteluun liittyvää aikaisempaa tutkimustietoa. Luvussa 2: *Multimodaalinen vuorovaikutus käyttöliittymissä*, käydään läpi multimodaalisuuden merkitystä käyttöliittymille ja niiden suunnittelulle. Luvussa 3: *Mobiili huoltotyö*, esitellään mobiilin huoltotyön erityispiirteet ja sen vaikutukset suunnittelulle. Luvussa 4: *Käyttäjäkeskeinen suunnittelu*, käydään läpi käyttäjäkeskeisen suunnittelun peruseriaatteita käyttäjäkeskeisen suunnittelun standardin ja käyttäjävaatimusten keräämisen periaatteiden avulla.

Toinen osa sisältää luvun 5: *Multimodaalinen, huoltotyötä tukeva käyttöliittymä*. Siinä esitellään kehitetyn multimodaalisen huoltotyötä tukevan käyttöliittymän kehittämiseen käytetty prosessi. Viimeisessä luvussa esitetään yhteenveto tutkimuksen johtopäätöksistä ja pohditaan tutkimuksen onnistumisesta.



## 2 Multimodaalinen vuorovaikutus käyttöliittymissä

Ennen kuin voidaan selvittää multimodaalisuuden merkitystä käyttöliittymille, pitää selvittää mitä multimodaalisuus on.

**Modaliteetti** tarkoittaa ihmisen aisteihin liittyvää tiedonvälitystapaa. Näkö, kuulo, tunto, haju ja maku ovat aisteja, joiden välityksellä tietoa voidaan vastaanottaa ja välittää. Esimerkiksi ääntä voidaan kuulla ja sitä voidaan myös tuottaa. (Schomaker ym., 1995)

**Multimodaalinen vuorovaikutus** tarkoittaa useamman kuin yhden (*multi*) aisteihin perustuvan tiedonvälitystavan (*modaliteetti*) käyttämistä tiedon vastaanottoon tai välittämiseen vuorovaikutuksen osapuolien välillä.

**Multimodaalinen käyttöliittymä** tarjoaa useampia tapoja syöttää tai vastaanottaa tietoa. Jotta käyttöliittymä olisi multimodaalinen, näiden tapojen on oltava erillään toisistaan. Esimerkiksi näppäimistön käyttäminen ei ole multimodaalista vuorovaikutusta, vaikka näppäinten painamisesta käyttäjä saa näyttöruudulla näkyvän palautteen lisäksi myös fyysistä palautetta ja äänipalautetta näppäinten painuessa pohjaan. Näin on siksi, että nämä palautteet perustuvat yhteen vuorovaikutustapaan eli näppäimistön käyttämiseen. Toisaalta virheilmoituksen esittäminen sekä näyttöruudulla, että kaiuttimista kuuluvalla äänellä on multimodaalista vuorovaikutusta, sillä näin saatava palaute välitetään useammalla erillisellä vuorovaikutustavalla. (Schomaker ym., 1995)

Suurin osa ihmisten välisestä vuorovaikutuksesta tapahtuu multimodaalisesti puheen, äänenpainojen, eleiden ja ilmeiden välityksellä (Antonella ym., 1998). Jo graafisiakin käyttöliittymiä käyttäessään ihminen käyttää useampaa aistia hyväkseen. Hieman yksinkertaistaen käyttäjä antaa tuntoaistin avustamana syötettä tietokoneelle painamalla näppäimiä ja käyttämällä hiirtä ja näkee näköaistilla tietokoneen ruudulta tietokoneen antaman palautteen syötteelle. Graafisten käyttöliittymien tapauksessa käytettävien aistien määrä on kuitenkin hyvin rajallinen. Tietokoneen antama palaute on pääasiassa visuaalista ja käyttäjä ei voi antaa syötettä sovellukselle muulla tavoin kuin näppäimistöä ja hiirtä käyttäen.

Erona perinteisiin graafisiin käyttöliittymiin multimodaalisessa käyttöliittymässä käyttäjällä on mahdollisuus käyttää tiedonsyöttöön ja vastaanottoon haluamaansa modaliteettia. Modaliteetin valinta on siis käyttäjän päätettävissä toisin kuin esimerkiksi graafisissa käyttöliittymissä, joissa käyttäjä käyttää sovelluksen määräämää modaliteettia. Tämä mahdollistaa käyttöliittymän käytön useammassa tilanteessa kuin muuten olisi mahdollista. Esimerkiksi kannettavan tietokoneen käyttäminen on hankalaa tilanteissa, joissa ei voida istua tai tietokonetta ei voida laskea mihinkään tai kädet eivät ole vapaana. Sen sijaan esimerkiksi äänen käyttäminen tietokoneen käyttämiseen näissä tilanteissa olisi mahdollista. Tiedonvälitystavan valinnan vapaus tuo siis enemmän mahdollisuuksia ja joustavuutta sovelluksen käyttämiseen. Lisäksi tärkeä ominaisuus multimodaalisessa käyttöliittymässä on mahdollisuus yhdistää eri modaliteetteja viestin välittämisessä. Käyttäjä voi esimerkiksi antaa syötettä sekä puhumalla, että eleillä yhtä aikaa ja päättää

käyttötilanteen vaatimusten tai omien mieltymyksiensä mukaan, minkä osan viestistä välittää puheen ja minkä eleiden välityksellä. (Oviatt, 1999)

## 2.1 Aistien ja modaliteettien ominaisuuksien merkitys

Ihmisen aisteilla ja muilla psykologisilla ominaisuuksilla on merkitystä multimodaalisen käyttöliittymän suunnittelussa. Eri modaliteeteilla on erilaisia ominaisuuksia ja jotkin soveltuvat paremmin tietyn tyyppisen informaation välittämiseen kuin toiset. Lisäksi eri modaliteetit toimivat eri tavalla yhdistelminä ja erikseen. (Oviatt, 2003)

Ihmisellä on viisi aistipiiriä: näkö, kuulo, tunto, haju ja maku. Lisäksi ihminen aistii liikettä ja tasapainoa, mutta niitä ei yleensä lasketa aistipiireiksi. Ihminen muodostaa kokonaiskuvan ympäristöstään kaikkien aistien yhdistelmänä. Toistaiseksi näkö-, tunto- ja kuuloaisti ovat tärkeimmät aistit, joilla tietoa vastaanotetaan, kun käytetään vuorovaikutteisia tuotteita. (Sinkkonen ym., 2002)

### NÄKÖAISTI

Näköaisti on integroiva aisti eli se yhdistelee havaitsemiaan asioita ja yrittää muodostaa niistä kokonaisuuksia. Jotta näköaistilla voidaan havaita asioita, katse pitää keskittää havaittaviin asioihin. Koska ihminen näkee tarkasti vain pienelle alueelle kerrallaan, kokonaiskuvan muodostamiseksi on kohdetta katsottava useamman kerran. (Sinkkonen ym., 2002)

Näköhavainnon tekeminen liikkumattomasta kohteesta ei riipu ajasta. Katsoja voi kuluttaa viestin vastaanottoon ja tulkitsemiseen haluamansa tai tarvitsemansa määrän aikaa. Näköaistia käyttäen voi nopeasti silmäillä kohdetta ja muodostaa siitä nopean yleiskuvan. Ihmisen ikääntyessä näköaistimusten tulkitsemisen vaatima aika pitenee. (Sinkkonen ym., 2002)

Edellä mainituista syistä näköaisti soveltuu tarkan, paljon yksityiskohtia sisältävän tiedon esittämiseen. Abstraktin tiedon välittäminen on hankalampaa, sillä nähdyt asiat tulkitaan konkreettisesti. Esimerkiksi kukasta otettu kuva tulkitaan kuvaksi kukasta eikä kukaksi, jota kuva esittää. (Bernsen & Dybkjær, 1998)

### KUULOAISTI JA PUHE

Kuuloaisti on erotteleva aisti. Ihminen pystyy erottelemaan esimerkiksi puheen taustamelusta. Ihminen kuulee äänet kaikkialta ympäriltään ja tuotettua puhetta ei tarvitse suunnata mihinkään tiettyyn suuntaan vaan se leviää kaikkialle ympäristöön. (Sinkkonen ym., 2002). Vaikka kuunteleminen ja puhuminen eivät vaadi fyysisiä ponnisteluja, vaativat ne kuitenkin enemmän keskittymistä kuin, vaikka osoittaminen tai näytölle piirtäminen (Nakano, 2001).

Ääni on aikaan sidottu media. Viestin vastaanottaminen edellyttää sen kuuntelemista alusta loppuun. Suuren tietomäärän välittäminen puheella vie kauan, sillä se pitää välittää yksi

viesti kerrallaan. Vaikka viestiä ei kuultaisikaan kokonaan, ihminen voi kuitenkin kokemuksensa perusteella päätellä viestin sisällön. Ihminen voi vastaanottaa useamman viestin yhtäaikaan kuuloaistin välityksellä, mutta kahta tai useampaa sanallista viestiä on hankalaa käsitellä yhtä aikaa. Esimerkiksi yhtä aikaa tapahtuva tekstin lukeminen ja kuunteleminen häiritsevät toisiaan. (Sinkkonen ym., 2002)

Ääni välittää sellaista informaatiota, mitä kuvalla ei pystytä välittämään. Ääni kertoo tapahtumista ja muutoksista kuulijan ympäristössä. Esimerkiksi sateen ropina ikkunalaudalla kertoo sisällä olevalle kuulijalle, että ulkona sataa. Ääni on parhaimmillaan muistuttamassa ja varoittamassa asioista. (Sinkkonen ym., 2002) Esimerkiksi auton äänitorvi on ainakin alun perin tarkoitettu muiden liikkujien varoittamiseen auton mahdollisesti poikkeavista liikkeistä. Kuullun äänen tulkinta riippuu kontekstista, jossa kuulohavainto on tehty (Bernsen & Dybkjær, 1998). Esimerkiksi kolinan kuuleminen toisesta huoneesta kertoo kissan omistajalle, että lemmikki on pudottanut jotain lattialle. Tämän tulkinnan voi tehdä vain, jos tietää kissan olevan asunnossa, sillä lemmikkejä omistamaton ihminen ei voisi kyseistä tulkintaa tehdä. Samalla tavoin puheen ja äänien tulkinta riippuu aikaisemmin tapahtuneista asioista ja käydyistä keskusteluista (Bernsen & Dybkjær, 1998).

Abstraktin tiedon, kuten edellä mainitun "ulkona sataa" tyyppisen tiedon, välittämiseen ääni soveltuu hyvin. Paljon tietoa sisältävän viestin välittämiseen se soveltuu huomattavasti paremmin. Muun muassa tarkan tilaa koskevan tiedon välittäminen puheella on hankalaa, koska kielessä ei ole riittävästi sanoja kuvaamaan tarkkaa avaruudellista tietoa. Esimerkiksi tietyn paikan määrittäminen pöydällä on hyvin yksinkertaista osoittamalla, mutta puhetta käyttäen saman paikan osoittaminen vaatii huomattavasti enemmän aikaa ja vaivaa. (Bernsen & Dybkjær, 1998)

Kuten näköaistikin, kuuloaisti heikkenee ihmisen ikääntyessä. Varsinkin yksittäisten äänien tunnistaminen useiden joukosta muodostuu vaikeammaksi. (Sinkkonen ym., 2002)

## **TUNTOAISTI**

Tuntoaistia ei ole toistaiseksi juurikaan käytetty hyödyksi käyttöliittymissä muista erillisenä tiedonsyöttötapana. Yleisimmin tuntoaistia käytetään näppäimistöllä kirjoitettaessa näppäinten ja näppäinpainallusten perillemenon tunnistamiseen. (Sinkkonen ym., 2002) Käyttöliittymät eivät siis koske käyttäjää, vaan käyttäjä koskee käyttöliittymää ja tunnistaa käyttöliittymän fyysisiä ominaisuuksia.

Kuten muidenkin aistien tapauksessa, myös tuntoaisti heikkenee ikääntymisen myötä. Muun muassa hienomotorinen kohdistaminen vaikeutuu.

## **2.2 Multimodaalisuuden merkitys käyttöliittymissä**

Multimodaalisuus käyttöliittymässä tarkoittaa puheen, osoittamisen, katseenseurannan, liikkeiden, näppäinpainallusten ja hiirenliikkeiden tunnistamista syötteeksi, johon tietokone vastaa omien vuorovaikutusmahdollisuuksiensa rajoissa. Useimmiten tämä tarkoittaa

tietokoneen multimediaominaisuuksien käyttämistä eli kuvan, liikkuvan kuvan ja äänen yhdistämistä. (Oviatt, 1999)

On huomattava, että multimodaalisuus käyttöliittymässä ei tarkoita sitä, että käyttäjä ensin tekee jotain esimerkiksi puhumalla ja sitten, vaikkapa osoittamalla, vaan, että eri vuorovaikutustapoja voidaan käyttää yhtäaikaan (Oviatt, 1999). Esimerkiksi tiedoston avaaminen multimodaalisessa käyttöliittymässä voi tapahtua niin, että käyttäjä osoittaa tiedostoa ja sanoo samalla "avaa", jolloin käyttöliittymä yhdistää eri modaliteettien kautta tulleet syötteet ja ymmärtää, että komento "avaa" liittyy osoitettuun tiedostoon.

Myös ihmisten välisessä keskustelussa keskustelijat jakavat sanoman useammalle modaliteetille tilanteen mukaan. Modaliteetteja käytetään täydentämään toisiaan, ja asian kertominen voidaan aloittaa yhdellä modaliteetilla ja lopettaa jollain toisella. (Antonella ym., 1998) Esimerkiksi tien neuvominen on yleinen tilanne, jossa ensin aloitetaan yhdellä modaliteetilla ja lopetetaan toisella eli ensin sanotaan "se on tuollapäin", minkä jälkeen osoitetaan haluttuun suuntaan.

Käyttäjät käyttävät käyttöliittymiä mieluiten multimodaalisesti eli muun muassa puheen, eleiden ja osoittamisen välityksellä. Tämä siksi, että vuorovaikutuksessa ihmistenkin kanssa käytetään useampaa modaliteettia viestin välittämiseen. (Oviatt, 2003)

## **TIEDON SYÖTÖ**

Käyttäjillä on useita erilaisia tapoja kommunikoida multimodaalisesti. Kokemuksiltaan ja ominaisuuksiltaan samanlaiset käyttäjät eivät välttämättä käytä käyttöliittymää samalla tavalla eikä samanlaisissa tilanteissakaan käyttö välttämättä ole samanlaista. Käyttäjät valitsevat käytettävät vuorovaikutustavat muun muassa omien mieltymystensä ja vastaavista käyttöliittymistä saamiensa aikaisempien kokemusten perusteella. (Oviatt, 2003)

Käyttäjien kommunikaatio käyttöliittymän kanssa riippuu käyttöliittymässä olevien modaliteettien määrästä ja laadusta. Esimerkiksi pelkästään puheeseen perustuvassa käyttöliittymässä käyttäjien käyttämä kieli poikkeaa merkittävästi kielestä, jota käytetään multimodaalisissa käyttöliittymissä. (Oviatt, 2003) Käyttöliittymien kanssa kommunikoidessaan käyttäjillä on tapana olla turhankin tarkkoja viestin sisällön suhteen, koska he eivät luota siihen, että tietokone osaisi tehdä oikeita tulkintoja. Vastaavasti muiden ihmisten kanssa kommunikoidessaan he jättävät sisällön vajavaiseksi ja luottavat siihen, että vastapuoli osaa tehdä oikeat tulkinnat ja täyttää aukot tiedoissa. (Antonella ym., 1998)

Perinteisesti osoittaminen eli näppäimistön ja hiiren käyttö, on ollut yleisin tiedonsyöttötapa graafisissa käyttöliittymissä. Tämä tarkoittaa, että tiedon syöttö on tapahtunut käsien välityksellä. Multimodaalisuus mahdollistaa siis muidenkin ruumiinosien käytön tiedon syöttämiseen. (Antonella ym., 1998)

## TIEDON VASTAANOTTO

Vaikka käyttäjällä on mahdollisuus käyttää haluamaansa modaliteettia tiedon välittämiseen, käyttöliittymällä ei ole lupaa tehdä samoin. Käyttöliittymän pitää kyetä tarjoamaan käyttäjälle kaikki tiedot millä tahansa modaliteetilla, vaikkakin niin, että modaliteettien ominaisuuksiin ja rajoituksiin on sopeuduttu. Käyttäjä voi tällöin tarpeen mukaan valita, mitä modaliteettia käyttää tiedon vastaanottoon. Esimerkiksi hyvin meluisessa ympäristössä äänen kuuleminen on hankalaa ja äänellä välitettävän tiedon tulisi olla nähtävissä myös näytöllä, josta käyttäjä voisi sen lukea. (Antonella ym., 1998)

Koska käyttäjällä on mahdollisuus vaihtaa tiedon syöttöön ja vastaanottoon käyttämäänsä modaliteettia tarpeen mukaan, käyttöliittymän pitää tukea tätä modaliteettien vaihtoa. Eri modaliteeteilla välitetyn syötteen on oltava johdonmukaista ja käyttäjän ja käyttöliittymän välisen dialogin pysyy johdonmukaisena myös modaliteetin vaihtuessa. (Neal ym., 1989)

## 2.3 Multimodaalisuuden vaikutukset käyttöliittymän suunnitteluun

Käyttöliittymien suunnitteluperiaatteet ovat jo suhteellisen vakiintuneita.

Peruseriaatteiltaan multimodaalisen käyttöliittymän suunnittelu ei eroa muunlaisten käyttöliittymien suunnittelusta. Samat yleiset suunnitteluperiaatteet, jotka pätevät graafisiin käyttöliittymiin, pätevät myös muun muassa puhekkäyttöliittymiin, koska käyttöliittymän suunnittelussa joudutaan aina kuitenkin sopeutumaan ihmisen kognitiivisten kykyjen rajoitteisiin (Kamm & Walker, 1997).

Shneiderman (Shneiderman, 1998) on tunnistanut kolme pääsuunnitteluperiaatetta graafisille käyttöliittymille:

- ♦ ***Kaikki relevantti tieto ymmärrettävästi näkyvillä.*** Koska ihmisen työmuistiin ei mahdu paljoa tietoa kerralla, pitäisi oleellisen tiedon, kuten käyttöliittymän tilan ja kaiken mitä käyttöliittymässä voi tehdä olla käyttöliittymässä esillä tai ainakin saatavissa helposti esille.
- ♦ ***Nopeita, inkrementaalisia ja peruutettavia toimintoja, joiden tulokset ovat heti näkyvillä.*** Käyttäjät näkevät välittömästi tekemiensä toimenpiteiden vaikutukset ja voivat tarvittaessa peruuttaa tekemänsä toimet tekemällä asiat päinvastoin.
- ♦ ***Fyysisiä toimia tai napinpainalluksia ennemmin kuin lausemuotoista syötettä.*** Fyysiset toimet, kuten hiiren liikuttaminen, ovat nopeita suorittaa ja kognitiivisesti kevyempiä kuin lauseisiin perustuvat syötteen.

Suurin ongelma multimodaalisten järjestelmien suunnittelussa on eri vuorovaikutustapojen yhdistäminen toimivaksi kokonaisuudeksi siten, että jokaisen modaliteetin erityisominaisuudet otetaan huomioon (Oviatt, 2000). Mitä lähempänä modaliteettien yhdistelmä on luonnollisia vuorovaikutustapoja, sitä helpompi käyttäjien on käyttää ja oppia käyttämään sitä. Esimerkiksi puhetta ja kynällä tapahtuvaa osoittamista hyödyntävät

sovellukset ovat lähellä luonnollista kommunikaatiota. Vastaavasti käyttäjillä on vaikeuksia oppia käyttämään sellaista modaliteettien yhdistelmää, jota ei normaalisti esiinny yhdessä. (Antonella ym., 1998) Esimerkiksi eleitä ja kirjoittamista on hankala yhdistää. Pään nyökkäämistä monimutkaisempia eleitä on vaikea tehdä näppäimistön näppäimiä painellessa.

Multimodaalista käyttöliittymää pitää opetella käyttämään aivan samoin kuin graafista käyttöliittymääkin. Jokainen lisämodaliteetti tuo lisää opeteltavaa ja vaikeuttaa käyttöliittymän oppimista. (Bernsen & Dybkjær, 1998) Mitä kokeneempia käyttäjät ovat, sitä useammin he käyttävät multimodaalisia ominaisuuksia. Vähemmän kokeneita käyttäjiä pitää johdatella käyttämään multimodaalisia ominaisuuksia, jotta he oppivat käyttämään niitä. (Antonella ym., 1998)

## 2.4 Multimodaaliset käyttöliittymät käytännössä

Vaikka multimodaalista käyttöliittymää voi teoriassa käyttää kaikkialla ja kaikilla tavoilla, käytännössä niilläkin on tietyt ominaispiirteet ja tavat, joilla niitä käytetään. Oviatt on tunnistanut kymmenen yleisintä multimodaaliseen vuorovaikutukseen liittyvää oletusten tai väärinymmärrysten perusteella syntynyttä "myyttiä" (Oviatt, 1999). Nämä myytit perustuvat tietojärjestelmien suunnittelijoiden esittämiin multimodaaliseen vuorovaikutukseen liittyviin tekijöihin.

### **Myytti 1: Ihmiset käyttävät multimodaalista käyttöliittymää multimodaalisesti**

Koska käytössä on multimodaalinen käyttöliittymä, ihmisten on oletettu myös käyttävän sitä multimodaalisesti. Oikeasti ihmiset käyttävät sitä modaliteettia, joka heille sopii henkilökohtaisesti parhaiten. Vaikka ihmiset pitävät multimodaalista vuorovaikutusta yksittäistä vuorovaikutustapaa parempana, modaliteettien määrä eri tilanteissa vaihtelee tilanteen ja mielialan mukaan. Käyttöliittymän pitää siis tukea sekä multimodaalista, että yksittäisen modaliteetin välityksellä tapahtuvaa vuorovaikutusta.

Vuorovaikutustavan valinta riippuu välitettävän informaation tyypistä. Erityisesti spatiaalinen eli tilaan liittyvä tieto välitetään tilanteen salliessa lähes aina multimodaalisesti. Esimerkiksi kohteiden sijainnin osoittaminen kartalla tehdään mieluiten osoittamalla. Jos välitettävässä viestissä ei ole tilaan liittyvää tietoa, tietoa välitetään harvemmin multimodaalisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että käyttöliittymän modaliteetit on suunniteltava käyttötarpeen mukaan ja useamman modaliteetin käyttäminen ylipäättään käyttöliittymässä riippuu käyttötarpeesta. Multimodaalisuus ei siis ole mikään automaattinen keino parantaa käyttöliittymää.

Yleisesti käyttäjät kuitenkin pitävät multimodaalisesta vuorovaikutuksesta, vaikka eivät multimodaalisia ominaisuuksia kovin usein käyttäisikään.

### **Myytti 2: Puhe ja osoittaminen ovat yleisin yhdistelmä multimodaalisessa käyttöliittymässä**

Koska ensimmäiset multimodaaliset prototyypit käyttivät puhetta ja osoittamista, yleisesti on oletettu, että tämä olisi yleisin ja myös tärkein vuorovaikutustapojen yhdistelmä. Tämä kuitenkin rajoittaa vuorovaikutustavat graafisen käyttöliittymän tapaiseen 'osoita ja paina hiirennappia' -tyyppiseen vuorovaikutukseen. Tutkimusten mukaan vain 14 % puhekäyttöä tukevien multimodaalisten sovellusten käytöstä tapahtuu edellä mainitulla 'osoita ja klikkaa/puhu' -tyyppisellä tavalla. Esimerkiksi eleillä voidaan välittää huomattavasti enemmän ja monipuolisempaa tietoa. Esimerkiksi graafisten käyttöliittymien rajoitteisiin ja vuorovaikutustapoihin ei siis kannata kiinnittää liikaa huomiota.

### **Myytti 3: Multimodaalisessa viestissä eri modaliteetit välitetään samanaikaisesti**

Toisin kuin on oletettu, useammalla modaliteetilla välitetyistä viesteistä vain neljäsosassa eri modaliteettien avulla välitetty tieto osuu miltei osin ajallisesti päällekkäin. Eli esimerkiksi puhuminen ja osoittaminen tapahtuvat yhtä aikaa vain joka neljännessä tapauksessa. Muissa tilanteissa joko puhe tai osoittaminen tapahtuu ennen toista. Useimmiten useaa modaliteettia käyttäen välitetty viesti tulee siis pätkittäin siten, että eri modaliteettien väleillä on taukoja. Tämä tekee yksittäisen syötteen tunnistamisen hankalaksi, kun taukoja syötteessä ei voida automaattisesti pitää syötteen alku- ja loppukohtina. Eri vuorovaikutustavoilla on yleensä kuitenkin tietty järjestys, jossa ne esiintyvät viestissä. Osoittaminen ja eleet esiintyvät useimmiten ennen puhetta ja muuta kieleen liittyvää viestiä.

### **Myytti 4: Puhe on tärkein tiedonsyöttötapa multimodaalisissa käyttöliittymissä**

Näkemyksenä on perinteisesti ollut, että puhe on ensisijainen vuorovaikutustapa ja muut vuorovaikutustavat ovat vain täydentämässä sitä, tai vain varmistamassa sovelluksen käyttökelpoisuuden, kun puheen käyttö ei ole mahdollista. Puheen on myös katsottu riittävän sellaisenaan kaikkeen vuorovaikutukseen käyttöliittymän kanssa, kun taas muiden vuorovaikutustapojen rooliksi jäisi tarjota satunnaisesti vähemmän tietoa.

Muut vuorovaikutustavat, kuten esimerkiksi osoittaminen, pystyvät paljon helpommin ja tarkemmin välittämään tilaan liittyvää tietoa kuin mitä puheella olisi mahdollista. Kuten edellisenkin myytin kohdalla huomattiin, puhe ei myöskään ole aina ensimmäisenä tietoa välittävänä multimodaalisessa viestissä. Multimodaalisen vuorovaikutuksen suunnittelussa ei siis kannata antaa puheelle mitään erikoisasemaa muihin vuorovaikutustapoihin verrattuna.

### **Myytti 5: Multimodaalisen käyttöliittymän kanssa puhuminen ei eroa puhtaasti puheeseen perustuvalle käyttöliittymälle puhumisesta**

Usein oletetaan, että puhe on puhetta riippumatta siitä, missä sitä käytetään. Multimodaalinen kieli on lyhyempää, yksinkertaisempaa ja paremmin jäsenneiltyä kuin pelkästään puhuttu kieli. Pelkällä puheella välitetty viesti sisältää paljon paikkaan ja tilanteeseen liittyvää sisältöä, jolla varmistetaan, että vastaanottaja varmasti ymmärtää viestin oikein. Multimodaalisessa puheessa taas sanotaan mahdollisimman vähän ja oletetaan, että muilla modaliteeteilla välitetyn tiedon perusteella vastaanottaja ymmärtää mistä on kyse.

Ihmiset siis välttävät epämääräisten ja monitulkintaisten ilmaisujen käyttämistä multimodaalisessa puheessa, koska muun muassa eleillä ja osoittamisella on huomattavasti helpompaa välittää vastaavaa tietoa. Multimodaalisen käyttöliittymän suunnittelun kannalta tämä on hyvä asia, sillä käyttöliittymän on helpompi ymmärtää multimodaalista kieltä kuin puhuttua kieltä.

#### **Myytti 6: Multimodaalisessa vuorovaikutuksessa käyttäjä antaa samaa tietoa useampaa modaliteettia käyttäen**

On oletettu, että multimodaalinen vuorovaikutus sisältää paljon toisteista tietoa eli että sama asia sanottaisiin useamman modaliteetin välityksellä. Todellisuudessa käyttäjät täydentävät sanomaansa eri modaliteeteilla eivätkä toista asioita. Koska eri modaliteeteilla on omat ominaispiirteensä, käyttäjät käyttävät niitä hyväksi valitessaan vuorovaikutustapaa viestin eri osille. Tieto, joka soveltuu parhaiten tietylle modaliteetille, välitetään lähes aina pelkästään kyseistä vuorovaikutustapaa käyttäen. Multimodaalisen käyttöliittymän suunnittelussa pitää siis varautua siihen, että käyttäjän syöte voi tulla useassa erillisessä osassa ja jokaisella osalla on merkitystä kokonaisuuden kannalta.

#### **Myytti 7: Useampi huonolaatuinen multimodaalinen syöte käyttäjältä tuottaa vieläkin epäluotettavampia tuloksia syötettä tulkittaessa**

Seuraava virheellinen oletus on, että useamman tulkinnanvaraisen syötteen, kuten puheen ja käsialan, tunnistamisessa tapahtuvat virheet kertautuvat. Eli kun molemmissa syötteissä on tulkinnanvaraisuutta, niistä yhdistämällä saadussa syötteessä on vielä enemmän tulkinnanvaraisuutta. Useammalla vuorovaikutustavalla välitetty viesti on todellisuudessa helpompi tulkita, sillä eri vuorovaikutustapojen kautta välitetyn kokonaisuuden pitää merkitä jotain kokonaisuutena ja tietoa vastaanottavan käyttöliittymän kannalta. Esimerkiksi piirto-ohjelman kontekstissa yksittäiselle syötteelle annettu tulkinta "piirrä viiva" on uskottavampi kuin "päällä hiiva", vaikka molemmat sanat olisikin tulkittavissa yhtä helposti kummin päin tahansa.

Suhteellisen häiriöttömissä olosuhteissa, kuten toimistotiloissa, käyttäjien syötettä pystytään tulkitsemaan kohtuullisen luotettavasti. Vaihtelevissa olosuhteissa, kuten meluisissa tehdastiloissa, taustamelu heikentää tunnistuksen laatua. Tämän lisäksi käyttäjät muuttavat refleksinomaisesti puhetapaansa kompensoidakseen taustäänien vaikutusta, mikä tekee syötteen tunnistuksen vielä entistäkin hankalammaksi. (Oviatt, 2000)

Käyttäjän syötteen tunnistuksen parantaminen modaliteettien yhdistelmää analysoimalla vaatii luonnollisesti enemmän logiikkaa multimodaalista syötettä tulkitsevalta käyttöliittymältä. Toisaalta käyttäjiltä saadaan apua tähän ongelmaan, sillä käyttäjät oppivat hyvin nopeasti käyttämiensä järjestelmien rajoitteet ja välttävät sellaisten multimodaalisten viestien välittämistä, joiden tietävät olevan alttiina virhetulkinnoille.

#### **Myytti 8: Kaikki multimodaalinen syöte annetaan jotain tiettyä kaavaa noudattaen**

Käytännössä käyttäjien antaman syötteen sisältö, modaliteetit ja modaliteettien järjestys vaihtelevat käyttäjäkohtaisesti. Käyttäjän mieltymyksistä riippuu, mitä modaliteettia hän missäkin tilanteessa haluaa käyttää ja millä tavalla hän haluaa saattaa viestinsä perille.



Vaikka eri modaliteeteilla on ominaispiirteensä ja ne soveltuvat parhaiten tietyn tyyppisen tiedon välittämiseen, käyttäjät eivät välttämättä käyttäydy oletusten mukaan tai parhaalla mahdollisella tavalla. Toisaalta mitä vaikeampaa asia on jollain modaliteetilla ilmaista, sitä todennäköisemmin he käyttävät jotain toista modaliteettia (Antonella ym., 1998).

Käyttäjät kuitenkin käyttäytyvät johdonmukaisesti multimodaalisia käyttöliittymiä käyttäessään. Vaikka he käyttäisivätkin epätyypillistä modaliteettien yhdistelmää, he myös tekevät sitä useimmiten niin kauan kuin käyttävät kyseistä käyttöliittymää. Multimodaalisen käyttöliittymän suunnittelulle tämä tarkoittaa sitä, että käyttöliittymän pitää tukea useita vaihtoehtoisia tapoja antaa sama syöte.

#### **Myytti 9: Eri modaliteeteilla kyetään välittämään vertailukelpoista informaatiota**

Vaikka mitä tahansa tietoa voidaan periaatteessa välittää millä modaliteetilla tahansa, modaliteettien erityispiirteet takaavat sen, että syötteistä ei saada täysin vertailukelpoista ilman erikoistoimenpiteitä. Esimerkiksi kirjan kirjoittaminen pelkästään ilmeitä käyttäen olisi oletettavasti hyvin tuskallinen kokemus. Vastaavasti koska puhe vaatii tietyn ajan sen välittämiseen, puheella ei voida välittää samaa määrää tietoa kuin esimerkiksi lukemalla on mahdollista. Multimodaalisen vuorovaikutuksen vahvuus on juuri siinä, että eri modaliteetit ovat luonteeltaan erilaisia. Ne eroavat ominaisuuksiltaan ja kyvyssään välittää tietyn tyyppistä informaatiota. Eli kuten aikaisemminkin on todettu, esimerkiksi puhetta ei tarvitse erikseen suunnata mihinkään suuntaan, mutta tilaan liittyvää tietoa sillä on hankala välittää, mikä taas osoittamalla on triviaalia.

#### **Myytti 10: Käytön nopeus on tärkein etu multimodaalisissa järjestelmissä**

Useamman yhtäaikaisen tiedonsyöttötavan olemassaolon vuoksi usein oletetaan, että käyttöliittymän käytön tehokkuus lisääntyy sen seurauksena. Tutkimusten mukaan kuitenkin vain joissain tilan käsittelyyn liittyvissä erikoistilanteissa multimodaalisen käyttöliittymän käyttämisen on havaittu olevan graafisia käyttöliittymiä nopeampaa. Sen sijaan virheellisen syötteen osuus on vähentynyt huomattavasti verrattuna graafisiin käyttöliittymiin.

Multimodaalisen käyttöliittymän merkittävimmät hyödyt ovat käyttöliittymän käytön lisääntynyt joustavuus ja se, että sitä voidaan käyttää huomattavasti useammassa erilaisessa paikassa kuin esimerkiksi graafista käyttöliittymää. Lisäksi multimodaalinen vuorovaikutus sopii käyttäjille paremmin. Annettaessa käyttäjille mahdollisuus käyttää joko multimodaalista tai yhdellä modaliteetilla käytettävää käyttöliittymää, käyttäjät valitsivat lähes poikkeuksetta multimodaalisen käyttöliittymän.

## 3 Mobiili huoltotyö

Tässä luvussa kuvataan mobiilia huoltotyötä tasolla jolla on merkitystä käyttäliittymän suunnittelun ja sen multimodaalisten ominaisuuksien kannalta.

**Huoltotyö** on teknisten laitteiden huoltamista ja niissä esiintyvien ongelmien korjaamista. Korjattavia ongelmia ovat muun muassa laitteissa esiintyvät fyysiset viat, laitteisiin sisältyvissä ohjelmistoissa esiintyvät virheet ja kaikki erilaiset käyttäjillä esiintyvät ongelmat niitä käytettäessä.

**Huoltomies** on teknisten laitteiden kunnossapidosta vastaava henkilö, joka suorittaa huoltotyötä päätoimisena työtehtävänä.

**Mobiili huoltotyö** on huoltomiesten tekemää mobiililaitteilla tuettua huoltotyötä, jota tehdään vaihtelevissa ympäristöissä asiakkaiden ja huollettavien kohteiden luona. Mobiilissa huoltotyössä huoltomiehillä on mahdollisuus käyttää tietotekniikan tarjoamia mahdollisuuksia muun muassa työtehtävien helpottamiseen ja tehdyn työn laadun parantamiseen.

### 3.1 Mobiilin huoltotyön ilmiöt

Huoltotyötä ja sille tyypillisiä ilmiöitä on selvitetty TKK:n hankkeessa "Proaktiivisen tietotekniikan vaikutukset huoltotyöhön" (Riihiaho, 2003). Hankkeessa tutkittiin suomalaisia huoltomiehiä ja heidän työtään. Hankkeessa tunnistettiin kymmenen huoltotyölle tyypillistä ilmiötä, joita tarkastellaan seuraavissa aliluvuissa:

- ◆ sosiaalisuus työssä
- ◆ tietoteknistyvä ympäristö ja riippuvuus muista järjestelmistä
- ◆ oman työn kontrollointi
- ◆ oma alue - oman työn jäljet
- ◆ tekniikan luotettavuus – robustisuus
- ◆ tiedonkulun suoruus
- ◆ ongelmanratkaisu vähäisen ja puutteellisen tiedon pohjalta
- ◆ laiteohjattu huolto
- ◆ liikkuminen ja esteetön kulku
- ◆ ennakoiva huolto vs. vikakorjaukset.

## **SOSIAALISUUS TYÖSSÄ**

Huoltotyö on luonteeltaan yksinäistä ja töitä suoritetaan yleensä yksin. Vain hankalimpiin tehtäviin otetaan kollega avuksi. Laajoilla huoltoalueilla kahvitaukojen tapaiset epävirallisetkin kontaktit muihin huoltomiehiin jäävät vähäisiksi.

Huoltomies saattaa olla ainoa rajapinta huolto-organisaation ja asiakkaiden välillä. Hän on päivittäin yhteydessä asiakkaisiin ja hänen vastuulleen lankeaa asiakkaiden huoltopalveluja tarjoavasta organisaatiosta saaman kuvan ylläpitäminen. Samalla huoltomies toimii asiakkaiden palautteen ja toiveiden vastaanottajana ja välittäjänä organisaatiolle.

Huoltotyö on yhä enemmän palvelutyötä. Palvelunäkökulma asettaa vaatimuksia huoltomiehen sosiaalisuudelle ja mukana oleville työvälineille. Työvälineiden tulee heijastaa organisaatiokuvaa ja tarjota informaatiota sekä huoltomiehelle, että asiakkaille.

## **TIETOTEKNISTYVÄ YMPÄRISTÖ JA RIIPPUVUUS MUISTA JÄRJESTELMISTÄ**

Huoltotyön toimintaympäristöön tulee jatkuvasti lisää tekniikkaa ja eri välineet tulevat riippuvaisiksi toisistaan. Tämä on nähtävissä sekä huoltotyöhön käytettävissä välineissä että huollettavissa kohteissa. Esimerkiksi huollettavissa kohteissa tämä ilmenee siten, että asiakkaat mieltävät kaikki viat kohteen vioiksi, vaikka vika johtuisikin jostakin toisesta kohteeseen liittyvästä laitteesta.

Apuvälineiden tietoteknistyminen on tuonut niihinkin teknisiä haasteita. Laitteiden tulee olla kiinni tietoverkossa, jotta niistä olisi hyötyä huoltomiehelle. Jos verkkoyhteys katkeaa, laitteiden käyttöarvo voi samalla hävitä. Tietoteknisiä ratkaisuja varmistamassa käytetään edelleen hyväksi havaittuja ja tallennetut tiedot luotettavasti säilyttäviä ratkaisuja, kuten kynä ja paperi.

## **OMAN TYÖN KONTROLLOINTI**

Huoltomiesten mielestä mahdollisuus päättää omasta työstään on huoltotyön parhaita puolia. Huoltomiehillä ei ole ketään seuraamassa heidän työntekoaan ja he voivat itse päättää päiväohjelmastaan ja työtahdistaan. Työn vapautteen liittyy oma huoltoalue josta huoltomiehet vastaavat. Huoltomiehillä on vapaus tehdä töitä siten kuin itse näkevät parhaaksi, kunhan oman vastualueen työt tulevat tehtyä. Työn raportointi onkin tärkeää, sillä muuten muut eivät voi tietää mitä huoltomiehet ovat tehneet.

## **OMA ALUE - OMAN TYÖN JÄLJET**

Huoltomiehen omaan huoltoalueeseen liittyy paljon tietoa, joka on vain huoltomiehen tiedossa. Omalla huoltoalueellaan huoltomies tuntee hyvin niin laitteet, asennuspaikat kuin asiakkaatkin. Muiden huoltomiesten voi olla hankala tulla huoltamaan laitteita toisen alueelle, koska ympäristö ei ole tuttu. Useamman huoltomiehen vastualueella olevilla alueilla kaikki tuntevat huoltokohteet ja työn siirtäminen toiselle on helpompaa.

## **TEKNIIKAN LUOTETTAVUUS - ROBUSTISUUS**

Huoltotyössä tekniikan luotettavuus korostuu. Erityisesti tietoliikenteen toimivuuteen pitäisi pystyä luottamaan. Koska tekniikan toimivuuteen ei siitä saatujen kokemusten perusteella täysin luoteta, tietoja kirjoitetaan muistiin useampaan kertaan muun muassa kynää ja paperia käyttäen.

Tiedonkulun nopeutuminen ja suoruus vaatii luotettavuutta myös tekniikalta. Virheet tulevat helposti esille asiakkaalle asti, riippumatta siitä onko vika ollut käyttäjässä vai käyttöliittymässä. Tällaisista ja vastaavista erikoistilanteista johtuen tekniikalta vaaditaan joustavuutta. Esimerkiksi huoltomies ei voi aina raportoida asiakkaalle tehtyä työtä tiettyssä vaiheessa korjausta.

## **TIEDONKULUN SUORUUS**

Tietotekniikan kehittymisen myötä välitettävän tiedon ja sen vastaanottajien määrä on kasvanut. Koska tiedon vastaanottajiksi on tullut osapuolia, joilla ei ole käytännön tietämystä huoltotoiminnasta, on tiedon sisältöön ja sen esitystapaan kiinnitettävä enemmän huomiota. Huoltomiesten käytössä olevilla välineillä ei ole mahdollista kirjoittaa pitkiä raportteja, joten raportointia vähemmän teknisille osapuolille kuten asiakkaalle pidetään hankalana.

## **ONGELMANRATKAISU PUUTTEELLISEN TIEDON POHJALTA**

Asiakkaiden antamat vikailmoitukset ovat usein hyvin puutteellisia ja korjaamista varten saatavan informaation taso vaihtelee paljon. Huoltomiehet pitävät puutteellisen tiedon perusteella tapahtuvaa vikakorjausta ongelmanratkaisutehtävänä, jonka he pystyvät ratkaisemaan omaan ammattitaitoonsa tukeutuen.

## **LAITEOHJATTU HUOLTO**

Huoltotehtävät ovat kehittymässä ohjatumpaan suuntaan. Kalenteriaikaan perustuvan huoltamisen sijaan laitteisiin sijoitettu elektroniikka tunnistaa, milloin laitetta pitäisi huoltaa ja kutsuu huoltomiehen paikan päälle.

## **LIKKUMINEN – KULKUYHTEYDET JA ESTEETÖN PÄÄSY**

Liikkuminen kohteelta toiselle vie huomattavan osan huoltomiehen työajasta. Kohteiden välillä liikuttaessa tulee perille löytää mahdollisimman helposti ja nopeasti. Lisäksi huoltomiehillä on tarve optimoida reitti, jotta he ehtivät käydä mahdollisimman monella kohteella päivän aikana. Omalla alueella toimintaympäristö on tuttu ja ajo-ohjeita kohteelle ei tarvita.

Suurimmat ongelmat ovat kohteen lähialueella liikkumisessa. Kohteiden tarkkoja sijainteja ei ole tallennettu ja lähes ainoa mahdollisuus on löytää joku henkilö, joka tuntee paikat. Lähellä kohdetta tapahtuvaa liikkumista on yritetty helpottaa erilaisin ratkaisuin, mutta ongelmana on ollut tietojen ajantasaisena pitäminen.

## ENNAKOIVA HUOLTO VS. VIKAKORJAUKSET

Huoltomiehen työssä pääpaino on ennakoivassa huoltotyössä, mutta vikakorjaus on huoltomiehen kannalta mielekkäintä ja haastavinta työtä. Vikakorjaus on myös aikakriittistä toimintaa, sillä laitteet tulee saada nopeasti takaisin käyttökuntoon.

## 3.2 Huoltotyön tehtävät

Aikaisemmissa tutkimuksissa huoltotyötä on tutkittu paljon. Tutkimuksissa on muun muassa selvitetty, minkälaisia tehtäviä huoltomiehelle tulee eteen niin työtehtävien aikana yleensä kuin yksittäisen huoltokeikankin yhteydessä. Tässä luvussa käydään läpi huoltotyöhön liittyviä tehtäviä, joita huoltotyötä tukevan käyttöliittymän tulee tukea.

### MOBIILIN HUOLTOTYÖN OSATEHTÄVÄT

Jotta multimodaalisesta huoltotyötä tukevasta käyttöliittymästä olisi hyötyä mobiilille huoltomiehelle, tulee sen tukea huoltomiestä työtehtävissä. Mobiilissa huoltotyössä on seuraavia tunnistettavia osatehtäviä (Riihaho, 2003).

- ◆ **Laitteen huolto.** Ohjeistettu ja vakioitu toimenpidesarja, joka suoritetaan ennakkosuunnitelman mukaan.
- ◆ **Laitteen korjaus.** Rutiini toimenpidesarja, jossa korjataan vikailmoituksissa kerrottu ongelma. Ongelman korjaaminen sisältää paljon luovaa ongelmanratkaisua ja vaihtelevia työtehtäviä.
- ◆ **Siirtyminen kohteelta toiselle.** Korjattavat kohteet sijaitsevat usein etäällä toisistaan. Liikkuminen kohteelta toiselle vie huomattavan osan työajasta.
- ◆ **Työn suunnittelu ja organisointi.** Annettujen huoltolistojen ja vikailmoitusten perusteella työt suunnitellaan päivä- ja viikkokohtaisesti.
- ◆ **Varaosaj- ja välinehankinta.** Jos varaosaa tai välinettä ei ole mukana, korjaus on keskeytettävä ja se on käytävä hakemassa toimistolta, varastolta tai muualta ja palattava takaisin.
- ◆ **Sosiaaliset kontaktit kollegoihin.** Olennainen osa työssä viihtymistä ja tiedonvaihtoa ovat tapaamiset työkavereiden kanssa.
- ◆ **Sosiaaliset kontaktit asiakkaisiin.** Huoltomiehet tapaavat asiakkaita huoltotyötä suorittaessaan.
- ◆ **Uusien asioiden opettelu.** Uusia asioita ei aktiivisesti opetella, vaan niitä opitaan työn lomassa. Suuria muutoksia varten järjestetään muutaman päivän kurseja. Huoltomiesten keskuudessa suosituin tapa uusien asioiden oppimiseen ovat keskustelut kollegojen kanssa.

## YKSITTÄISEN HUOLTOKEIKAN OSATEHTÄVÄT

Huoltotyön osatehtävien lisäksi aikaisemmissa tutkimuksissa on tunnistettu myös seuraavat osatehtävät yksittäiselle korjauskeikalle, joka alkaa tehtävän saamisesta ja loppuu tehtävän raportointiin. Näitä osatehtäviä ei aina suoriteta tässä tai missään vakiojärjestyksessä, vaan ne esiintyvät tilanteen mukaan yksittäisen korjauskeikan aikana (Riihiaho, 2003).

- ◆ **Tehtävän valinta.** Huoltomiehen tulee valita, minkä tehtävän hän suorittaa seuraavaksi. Työsuunnitelman lisäksi huoltomiehen on huomioitava uudet kiireelliset tehtävät, joita ilmestyy päivän aikana.
- ◆ **Ongelmatiedon kerääminen.** Kohteen huoltoa tai korjaamista varten huoltomiehen tulee selvittää kohteen tiedot lähtien kohteen sijainnista.
- ◆ **Ratkaisun etsiminen.** Huoltomiehen tulee selvittää, miten kohteen huolto tai korjaaminen pitää suorittaa.
- ◆ **Kohteen luokse siirtyminen.** Usein kohteet on huollettava tai korjattava paikan päällä ja kohteelle siirtyminen vie merkittävän osan työajasta.
- ◆ **Ongelman korjaaminen.** Niiden toimenpiteiden päättäminen ja suoritus jotka tehdään ongelman korjaamiseksi.
- ◆ **Ongelman raportointi.** Korjatut ongelmat ja tehdyt huoltotoimenpiteet pitää myös raportoida.

### 3.3 Mobiilin huoltotyön tukeminen

(Brodie & Perry, 2001)

Mobiilien päätelaitteiden ja puhelimien tulo on muuttanut liikkuvaa huoltotyötä. Huoltotyötä tehdään eri tavalla kuin, jos huoltomiehillä ei olisi liikkeellä ollessaan mahdollisuutta käyttää tietovarastoja ja kollegoita työnsä tukena. Mobiili kommunikaatio on tärkeä osa työn tekemistä. Puhuminen työkavereiden kanssa on nopeuttanut ja tehostanut töiden tekemistä. Mobiileja päätelaitteita käytetään sosiaaliseen kanssakäymiseen, ongelmien ratkomiseen ja tiedon nopeaan välittämiseen.

Huoltomiesten pitää dokumentoida ja raportoida tekemänsä työt. Työhön liittyvää tietoa kerätään työn jokaisessa vaiheessa. Tietoa kerätään laitteiden sarjanumeroiden ja muiden vastaavien tietojen muodossa. Tietoa olisi mahdollista kerätä muun muassa äänimuistioiden ja digikuvien avulla.

Mobiilien laitteiden vuoksi työn ja vapaa-ajan raja muodostuu häilyvämmäksi. Koska esimerkiksi tapaamisista ja aikataulumuutoksista pystytään sopimaan missä tilanteessa tahansa, töitä voidaan tehdä joustavammin ja tehokkaammin.

Mobiilia työtä tekevillä on tarve kommunikoida kollegoiden ja muiden töihin liittyvien henkilöiden kanssa. Oletuksena on, että kaikki ovat tavoitettavissa kaiken aikaa.

Puhuminen onnistuu matkapuhelimella, mutta käyttäjillä on tarve jakaa muunlaistakin tietoa, esimerkiksi kuvia (Brodie, 2003).

Huoltotyö vaatii joustavuutta. Sekä sosiaaliset tilanteet, että tiedon tarpeet vaihtelevat. Esimerkiksi yhteydenottoa kolleegaan voidaan tarvita missä vaiheessa tahansa työpäivän tai jopa vuorokauden aikana.

### 3.4 Mobiilien sovellusten käytön erityispiirteitä

Mobiiliudella on vaikutusta sovelluksille yleisemminkin kuin pelkästään huoltotyön tapauksessa. Mobiilisovellusten käyttötilanne eroaa merkittävästi paikallaan käytettävien sovellusten tilanteesta. Tärkeitä käyttötilanteeseen vaikuttavia tekijöitä ovat (Kristoffersen & Ljungberg, 1999):

- ♦ **Käyttäjien huomio ei ole keskittynyt sovellukseen.** Paikallaan käytettävissä sovelluksissa käyttäjän päätehtävänä on käyttää sovellusta. Käyttäjä tulee istumaan tai seisomaan tietokoneen ääreen nimenomaan käyttääkseen sitä. Mobiilisovelluksia taas käytetään jonkin muun toiminnan ohessa, esimerkiksi autoa ajaessa. Tällöin sovellusta käytetään silloin, kun varsinaisesti suoritettavassa toiminnassa tulee sopivia taukoja.
- ♦ **Käyttäjän kädet ovat usein varatut.** Toisin kuin pöydän ääressä, missä kädet optimitilanteessa lepäävät ergonomisten rannetukien päällä, mobiilitilanteissa käsiä käytetään muun muassa töiden tekemiseen, esineiden kantamiseen ja ovien avaamiseen. Käyttäjällä ei siis välttämättä ole mahdollisuuksia irrottaa edes yhtä kättä sovelluksen käyttämiseen.
- ♦ **Käyttäjällä ei ole välttämättä mahdollisuutta siirtää huomiotaan pitkäksi aikaa sovellukselle.** Liittyen ensimmäisen tekijään, käyttäjän päätehtävä voi olla sellainen, ettei käyttäjällä ole mahdollisuutta siirtää huomiotaan sovellukselle. Jo kaupungilla käveleminen on sellainen päätehtävä, että huomion siirtäminen sovellukselle on muusta liikenteestä johtuen vaarallista käyttäjän terveydelle.
- ♦ **Käyttäjät voivat olla liikkeessä käytön aikana.** Vaikka käyttäjillä olisikin mahdollisuus pysähtyä käyttämään sovellusta, mobiiliuden hyödyt häviävät, jos käyttäjien täytyy erikseen varata aikaa sen käyttämiseen.

Näiden tekijöiden seurauksena graafinen käyttöliittymä soveltuu huonosti mobiiliin käyttöön. Graafisen käyttöliittymän suurin ongelma mobiilitilanteessa on sen vaatima huomio käyttäjältä. Käyttäjän täytyy keskittyä käyttöliittymän käyttämiseen, jotta hän kykenee osoittamaan haluamiaan ikoneita ja myös havaitsemaan käyttöliittymän antaman palautteen syötteestä. Graafista käyttöliittymää ei voi myöskään käyttää vain satunnaisesti lyhyitä hetkiä kerrallaan, sillä toimien suorittaminen vaatii keskittymistä. (Kristoffersen & Ljungberg, 1999)

## KÄYTÖN SATUNNAISUUDEN VAIKUTUS KÄYTTÖLIITTYMÄN SUUNNITELUUN

Mobiileissa tilanteissa tapahtuvaa käyttöä varten käyttöliittymä pitää suunnitella niin, että sitä voidaan käyttää ilman aktiivista keskittymistä sen käyttämiseen. Käyttöliittymässä pitää huomioida, että mobiilin sovelluksen käyttö ei ole varsinaisen työn tekemistä, vaan sovellusta tulee kyetä käyttämään pätkittäin siten, että se ei häiritse varsinaisten työtehtävien tekemistä. (Nakano, 2001)

Tähän rajoitteeseen mukautuminen johtaa siihen, että (Kristoffersen & Ljungberg, 1999):

- ◆ Käytettävät tiedon ja komentojen syöttötavat tulevat olemaan melko yksinkertaisia.
- ◆ Sovelluksen tilan havaitseminen ei saa vaatia käyttäjältä koko huomion siirtämistä laitteelle.

Esimerkiksi sovelluksen antamaksi palautteeksi voisi useimmissa työtilanteissa riittää äänellä annettu palaute, jolloin käyttäjien ei tarvitsisi siirtää katsetta ja siten kiinnittää huomiota mobiiliin sovellukseen.

## MOBIILIT KÄYTTÖTILANTEET

Käyttöympäristö ja -tilanne vaikuttavat sovelluksen käyttömahdollisuuksiin. Kuten edellisessä luvussa huomattiin, käyttäjällä ei välttämättä ole mahdollisuutta käyttää esimerkiksi käsiään käyttöliittymän käyttämiseen. Erityisesti huoltotyö varaa usein huoltomiehen kädet huoltotyön tekemiseen.

Liikkeellä ollessa tai kirkkaassa valaistuksessa näytön lukeminen voi olla vaikeaa ja vastaavasti meluisissa ympäristöissä äänen kuuleminen voi olla hankalaa. Jos käyttöliittymä tukee useamman, toisiaan tarvittaessa korvaavan vuorovaikutustavan käyttöä, käyttöliittymää on mahdollista käyttää useammassa erilaisessa käyttötilanteessa.

Sosiaaliset tilanteet vaikuttavat sovelluksen käyttämiseen. Käyttöliittymän käyttäminen ei saa häiritä muita samassa tilassa olevia. Yleisemmin voidaan todeta, että käyttöliittymän käyttämisen pitää olla sosiaalisesti hyväksyttyä. Esimerkiksi arkaluontoista tietoa ei välttämättä suostuta antamaan puhumalla julkisissa tiloissa, joissa joku muu voi kuulla.

Käyttöympäristön ja -tilanteen rajoitteiden kiertämiseen tai niihin mukautumiseen on kaksi vaihtoehtoa (Kristoffersen & Ljungberg, 1999):

- ◆ **Muutetaan käyttötilannetta.** Annetaan käyttäjälle mahdollisuus valita missä tilanteessa sovellusta käyttää. Esimerkiksi tekstin syöttö voidaan tehdä myöhemmin tallettamalla ensin äänimuistio ja kirjoittamalla se tekstiksi kun sopiva tilaisuus tulee.
- ◆ **Muutetaan käyttöliittymää.** Annetaan käyttäjälle mahdollisuus käyttää sovellusta muiden toimiensa ohessa. Graafisella käyttöliittymällä tämä on hankalaa. Esimerkiksi tilanteessa, jossa käyttäjä on huonosti valaistussa ja vaarallisessa paikassa, kuten hissikuilussa, kannettavan tietokoneen käyttäminen voi olla hyvin työlästä.



## MOBIILILAITTEIDEN TEKNISET RAJOITTEET

Mobiileilla sovelluksilla on myös teknisiä rajoitteita, joihin sovellusten pitää mukautua. Käytössä olevien resurssien vähäisyys tulee aina olemaan ongelma. Vaikka tekniikka aikaa myöten paranee, on se kuitenkin heikommalla tasolla kuin mihin yhdessä paikassa käytettävissä sovelluksissa on totuttu. Mobiilius on turvatonta. Sen lisäksi, että sovelluksen käyttäjä voi sovellusta käyttäessään kävellä valotolppaa päin, liikuteltavaksi suunniteltuja esineitä on helpompi varastaa ja ne rikkoontuvat helpommin. Verkkoyhteyksien laatu vaihtelee suuresti. Joissakin paikoissa verkkoyhteys voi toimia yhtä hyvin kuin kiinteää yhteyttä käyttäessäkkin, mutta kaikkialla muualla yhteyden laatu vaihtelee huomattavasti ja todennäköisimmin sitä ei ole tarjolla ollenkaan. Lisäksi rajoitteena on käytössä olevan energian määrä. Akkutekniikan paranemisesta huolimatta virrankulutukseen on kiinnitettävä huomiota ja varauduttava siihen, että mobiililaitteen akku tulee jonain hetkenä loppumaan. (Satyanarayanan, 1996)

Myöskään käyttöliittymät eivät vastaa tasoltaan PC-tietokoneiden vastaavia. Mobiililaitteet ovat teknisesti heikompitasoisia ja akkutehosta riippuvaisia, joten tulkintamahdollisuudet käyttäjän syönteelle ovat rajallisia. Laitteissa käytetyt komponentit ovat kevyempiä ja heikompilaatuisia. Esimerkiksi käytettävissä olevan mikrofonin laatu vaikuttaa puheentunnistuksen onnistumiseen (Nakano, 2001). Vastaavasti sovelluksen mahdollisuudet antaa palautetta ovat rajallisia. Mitään huipputasoisia multimedija järjestelmiä ei voida kantaa mukana. Mobiilisovelluksissa joudutaan aina tekemään kompromissi tiedon syöttö- ja vastaanottovälineiden tason sekä laitteen koon välillä (Lindholm ym., 2003).

## 4 Käyttäjäkeskeinen suunnittelu

Käyttäjäkeskeisen suunnittelun tarkoituksena on varmistaa, että suunniteltu tuote vastaa käyttäjän tarpeita. Käyttäjäkeskeisessä suunnitteluprosessissa tuotteen käyttäjät otetaan huomioon suunnittelun jokaisessa vaiheessa. Tämä ei tarkoita sitä, että käyttäjät ottaisivat osaa itse suunnitteluun, vaan esimerkiksi, että käyttäjiltä saatua palautetta käytetään hyväksi tuotteen parantamisessa. Käyttäjien tarpeita ja vaatimuksia tulee kerätä systemaattisella tavalla. Tässä luvussa käydään läpi standardoitu käyttäjäkeskeisen suunnittelun prosessi ja käyttäjien vaatimusten selvittämiseen liittyvää tutkimustietoa.

Standardoidun suunnitteluprosessin lisäksi ohjelmistonkehitykseen on kehitetty myös monia erilaisia iteratiivisia ja inkrementaalaisia kehitysprosesseja. Näissä prosesseissa tuotetta kehitetään joko tietyistä osakokonaisuudesta lähtien ja sitä myöhemmissä vaiheissa laajentaen tai, kuten esimerkiksi Boehmin spiraalimallissa, lähtien korkean tason konseptin toteutuksella jota konkretisoidaan ja laajennetaan myöhemmissä vaiheissa (Pressman, 2000).

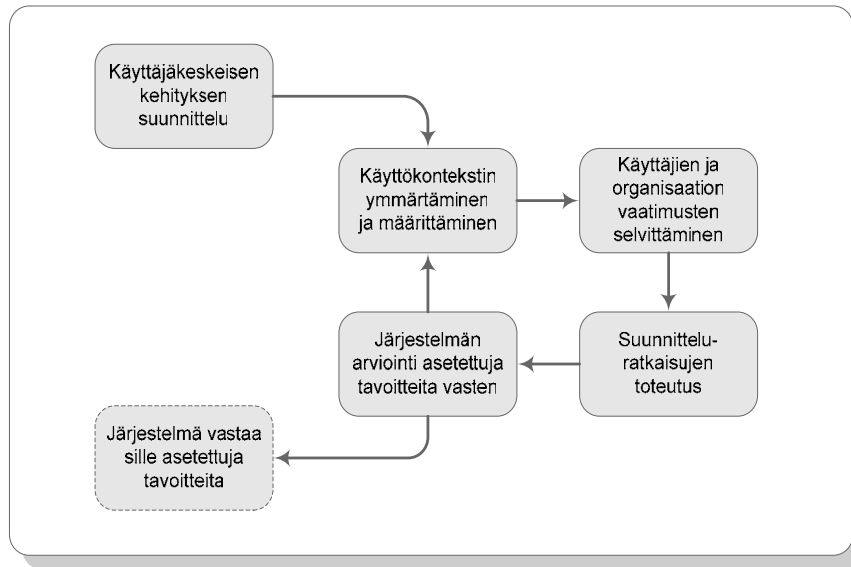
### 4.1 Käyttäjäkeskeinen suunnitteluprosessi - ISO 13407

ISO 13407 - Vuorovaikutteisten järjestelmien käyttäjäkeskeinen suunnitteluprosessi (ISO 13407, 1999) on kansainvälisen standardisointijärjestö ISO:n määrittelemä standardi, joka määrittelee käyttäjäkeskeistä suunnittelua koskevia ohjeita ja suosituksia interaktiivisten järjestelmien kehittämistä varten. Ohjeet ja suositukset kattavat tuotteen koko elinkaaren ja ne on suunnattu tuotesuunnitteluhankkeista vastaaville henkilöille.

Suunnitteluprosessissa on neljä päävaihetta:

- ◆ Käyttökontekstin ymmärtäminen ja määrittäminen
- ◆ Käyttäjien ja organisaation vaatimusten selvittäminen
- ◆ Suunnitteluratkaisujen toteutus
- ◆ Järjestelmän arviointi suhteessa sille asetettuihin tavoitteisiin

Seuraavissa aliluvuissa käsitellään näiden vaiheiden sisältöä tarkemmin. Kuvassa 1 on esitetty vaiheiden yhteys toisiinsa.



**Kuva 1: ISO 13407 suunnitteluprosessin vaiheet**

Prosessi alkaa tuotteen kehityksessä käytettävän käyttäjakeskeisen iteratiivisen suunnitteluprosessin suunnittelulla. Alussa määritetään, miten käyttäjakeskeisen suunnittelun tehtävät liittyvät muihin järjestelmän kehittämiseen liittyviin prosesseihin.

## KÄYTTÖKONTEKSTIN YMMÄRTÄMINEN JA MÄÄRITTÄMINEN

Käyttökontekstin ymmärtäminen on tärkeää, jotta alkuvaiheen korkean tason suunnitteluratkaisuille saadaan riittävästi tukea. Lisäksi käyttökontekstista saadaan perusteet tuotteen arvioinnille. Varsinkin uusien järjestelmien kehittämisessä kontekstin ymmärtäminen on tärkeää. Olemassa olevien järjestelmien päivittämiseen tähtäävissä hankkeissa kontekstitietoa voi olla jo valmiina saatavilla, mutta se ei välttämättä ole ajantasaista.

Käyttökonteksti tulisi määritellä

- ◆ ***käyttäjäkuvausten perusteella.*** Eri käyttäjäryhmät tulee tunnistaa ja käyttäjien ominaisuudet, kuten roolit ja tavoitteet tulee eritellä.
- ◆ ***Käyttäjien tehtävien perusteella.*** Käyttäjien tehtävistä tulee selvittää tehtävien ominaisuudet lähtien tehtävien yleisyydestä ja kestosta aina selvitykseen minkä toimijan vastuulla kunkin osatehtävän suorittaminen on.
- ◆ ***Käyttöympäristön perusteella.*** Käyttöympäristöön kuuluu niin tekninen, fyysinen kuin sosiaalinenkin ympäristö, jossa suunniteltua järjestelmää tullaan käyttämään.

Vaiheen tuloksena syntyy projektin aikana päivittyvä kuvaus käyttäjistä, tehtävistä ja käyttöympäristöstä, mihin on tunnistettu näistä tuotteen suunnittelun kannalta merkittävät tekijät.

## KÄYTTÄJIEN JA ORGANISAATION VAATIMUSTEN SELVITTÄMINEN

Käyttäjien ja organisaation vaatimukset tuotteelle tulee selvittää samalla tavalla kuin tuotteen toiminnalliset vaatimuksetkin. Vaatimuksista tulee selvittää toiminnallisten vaatimusten lisäksi muun muassa käyttöönotto vaatimukset ja vaatimukset tuotteen käyttöympäristölle.

Vaiheen tuloksena syntyvien vaatimusten pitää olla selkeästi määriteltyjä. Niiden täyttymiselle pitää asettaa riittävän tarkat kriteerit, jotta tuotetta voidaan arvioida niiden perusteella. Vaatimukset tulee varmistaa käyttäjillä ja niiden dokumentoinnissa pitää ottaa huomioon niihin mahdollisesti tulevat päivitykset ja muutokset.

## SUUNNITTELURATKAISUJEN TOTEUTUS

Mahdollisia suunnitteluratkaisuja voidaan toteuttaa suunnittelijoiden taitoihin ja kokemukseen tukeutuen. Suunnitteluratkaisujen toteutukseen sisältyy seuraavat viisi tehtävää:

- ◆ ***Kehitä ratkaisuja olemassa olevan tiedon perusteella.*** Käytössä olevalla tiedolla ja osaamisella kehitetään suunnitteluratkaisuja, joita tarkennetaan vaiheittain kunnes päästään lopulliseen tuotteeseen.
- ◆ ***Konkretisoi ratkaisuja simulaatioilla, prototyypeillä, jne.*** Simulaatioilla, prototyypeillä ja vastaavilla pystytään välittämään käyttäjille konkreettisempi kuva lopputuotteesta kuin mitä pelkillä vaatimuslistoilla olisi mahdollista. vaiheiden edetessä prototyyppien taso lähenee lopullista tuotetta.
- ◆ ***Testaa ratkaisuja käyttäjillä.*** Suunnitteluratkaisuja voidaan testata käyttäjillä ja oikeissa tilanteissa jo kehityksen aikaisessa vaiheessa. Tarkoituksena on saada käyttäjiltä konkreettista ja käyttökelpoista palautetta ratkaisujen parantamiseksi.
- ◆ ***Muuta ratkaisuja käyttäjiltä saadun palautteen perusteella.*** Jokaisessa kehitysvaiheessa suunnitteluratkaisuja korjataan käyttäjiltä saadun palautteen perusteella ja myöhemmissä vaiheissa päästään progressiivisesti parempaan lopputulokseen.
- ◆ ***Hallitse iterointiprosessia ja iteroi kunnes ratkaisu vastaa asetettuja tavoitteita.*** Jotta tuloksia ja edistymistä voidaan hallita, pitää arvioinnin tulokset ja suunnitteluratkaisut dokumentoida riittävällä tarkkuudella.

## JÄRJESTELMÄN ARVIOINTI VASTEN SILLE ASETETTUJA TAVOITTEITA

Arviointi on tärkeä vaihe käyttäjakeskeistä suunnittelua ja sitä pitäisi tehdä prosessin kaikissa vaiheissa. Arvioinnin päätavoitteena on antaa palautetta tuotteen kehittämiseksi. Alkuvaiheessa kehitystä arvioinnin tavoitteena on tarjota palautetta, jonka tukemana suunnitteluratkaisuja tehdään. Myöhemmissä vaiheissa, jolloin valmiimpi prototyyppi on tarjolla, arvioinnin avulla selvitetään, vastaako kehityksen kohde sille asetettuja tavoitteita.

## 4.2 Käyttäjävaatimusten selvittäminen

Kuten edellisessä luvussa kuvatun käyttäjäkeskeisen suunnitteluprosessin yhteydessä havaittiin, ennen kuin käyttäjien ongelmiin voidaan lähteä suunnittelemaan ratkaisuja, on ensin selvitettävä kehitettävän sovellukseen liittyvät käyttäjävaatimukset.

Vaatimusmäärittelyn tavoitteena on selvittää mahdollisimman kattavasti käyttäjien ja muiden sidosryhmien vaatimukset toteutettavalle sovellukselle.

Käyttäjien tarpeita pidetään ensimmäisenä ja epävirallisimpana lähteenä käyttäjävaatimuksille. Vaatimusmäärittely voidaan nähdä prosessina, jossa käyttäjien tarpeista johdetaan käyttäjävaatimuksia. Käyttäjätarpeet siis muodostavat pohjan, johon tuotekehitys perustuu. Ne määrittelevät ongelmia, jotka estävät käyttäjiä saavuttamaan tavoitteitaan tai määrittävät mahdollisuuksia, joilla käyttäjä voi todennäköisemmin saavuttaa tavoitteensa. Vaatimukset määrittävät, miten kehitettävä sovellus auttaa käyttäjiä saavuttamaan tavoitteensa tehokkaasti, taloudellisesti ja tyytyväisinä. (Kujala, 2002)

Vaatimusten määrittäminen ei kuitenkaan ole täysin suoraviivainen prosessi. Usein käyttäjät eivät tiedä, mitä he oikeasti tarvitsevat. He eivät välttämättä osaa pukea tarpeitaan sanoiksi ja eivätkä tunne tekniikan tuomia rajoitteita tai sen tuomia mahdollisuuksia. Usein myös tutkittavia käyttäjiä on liikaa ja tuotteen varsinaisia käyttäjiä on vaikea tunnistaa. Uusilla tuotteilla on myös vaikutuksia tehtävien tekemiseen. Aikaisempi käyttöympäristö ja tarpeet eivät välttämättä ole relevantteja uudessa tilanteessa. Joskus käyttäjät myös haluavat jonkin tietyn teknisen ratkaisun toteuttamista, jolloin käyttäjien tarpeet jäävät helposti vähäisemmälle huomiolle. (Kujala, 2002)

### MENETELMIÄ KÄYTTÄJÄVAATIMUSTEN SELVITTÄMISEKSI

Käyttäjävaatimusten selvittämiseen on tarjolla useita erilaisia menetelmiä. Yksikään niistä ei ole yksinään riittävä kaikkien vaatimusten selvittämiseen. Monimutkaisten ohjelmistosovellusten vaatimusten selvittäminen vaatii useamman kuin yhden menetelmän käyttämistä. (Maiden & Rugg, 1996)

Käyttäjävaatimusten selvittämiseen käytetyn menetelmän valintaan vaikuttaa useampia tekijöitä. Merkittäviä tekijöitä ovat erityisesti tämänhetkinen tuotekehityksen vaihe, tarkkuus jolla vaatimuksia halutaan selvittää, kuinka paljon aikaa on käytettävissä, mitä resursseja on käytettävissä ja kuinka hyvin käyttäjiin ja heidän tehtäviinsä on mahdollista tutustua. (Hackos & Redish, 1998)

Käyttäjien osallistuminen sovelluksen kehittämiseen on mahdollista monella eri tavalla. Yleisimmät tavat ovat (Kujala, 2002).

- ♦ **Käyttäjäkeskeinen suunnittelu**, joka keskittyy käytettävyyden parantamiseen. Tyypillisiä menetelmiä ovat tehtäväanalyysi, prototypointi ja käytettävyyden arviointi.
- ♦ **Osallistuva suunnittelu**, jonka tavoitteena on käyttäjien ottaminen mukaan suunnitteluun. Tyypillisiä menetelmiä ovat workshopit ja prototyypien tekeminen.

- ◆ **Etnografiset menetelmät**, jotka keskittyvät käytön sosiaalisiin tekijöihin. Tyypillisiä menetelmiä ovat havainnointi ja videoanalyysi.
- ◆ **Kontekstuaalinen suunnittelu**, jonka pääalueena ovat käyttökontekstiin liittyvät tekijät. Tyypillisiä menetelmiä ovat Contextual Inquiry ja prototyypin tekeminen.

Lisäksi vaatimuksia voidaan selvittää muun muassa käyttäjien ja muiden sidosryhmien edustajien haastatteluja, heidän kanssaan suoritettuja aivoriihiä, käyttäjien tehtävänälyysiä tai esimerkiksi laddering-menetelmää käyttäen. (Maiden & Rugg, 1996)

## KÄYTTÄJILTÄ JA KÄYTTÄJISTÄ KERÄTTÄVÄSTÄ TIEDOSTA

(Kujala, 2002)

Riittävän tarkkojen käyttäjävaatimusten keräämiseksi, tuotteen käyttäjiltä tulee kerätä seuraavanlaisia tietoja.

- ◆ **Taustatietoja.** Taustatietojen keräämisen tarkoituksena on auttaa kerättyjen vaatimusten tulkitsemisessa ja käyttäjien luokittelussa.
- ◆ **Tavoitteita ja mieltymyksiä.** Tavoitteiden ja mieltymysten avulla voidaan ymmärtää mitä käyttäjät haluavat saada aikaiseksi ja, miten kehitettävänä oleva sovellus voi olla siinä apuna.
- ◆ **Käyttäjien tiedot, taidot ja kokemukset.** Tunnistamalla käyttäjien tiedot, taidot ja kokemukset voidaan oppia ymmärtämään, mitä käyttäjät osaavat tehdä sekä, miten ja millä välineillä he aikovat saavuttaa tavoitteensa.
- ◆ **Tuotteen käyttökonteksti.** Sovellusten suunnittelijoiden on ymmärrettävä sovelluksen fyysinen ja sosiaalinen käyttökonteksti, jotta toteutettava sovellus sopii niihin parhaalla mahdollisella tavalla.
- ◆ **Nykyisten työvälineiden ja toimintatapojen hyvät ja huonot puolet.** Olemassa olevilla työvälineillä ja toimintatavoilla voi olla tiettyjä etuja, joista käyttäjät eivät välttämättä ole valmiita luopumaan. Toisaalta ne voivat myös haitata käyttäjien tavoitteiden saavuttamista.

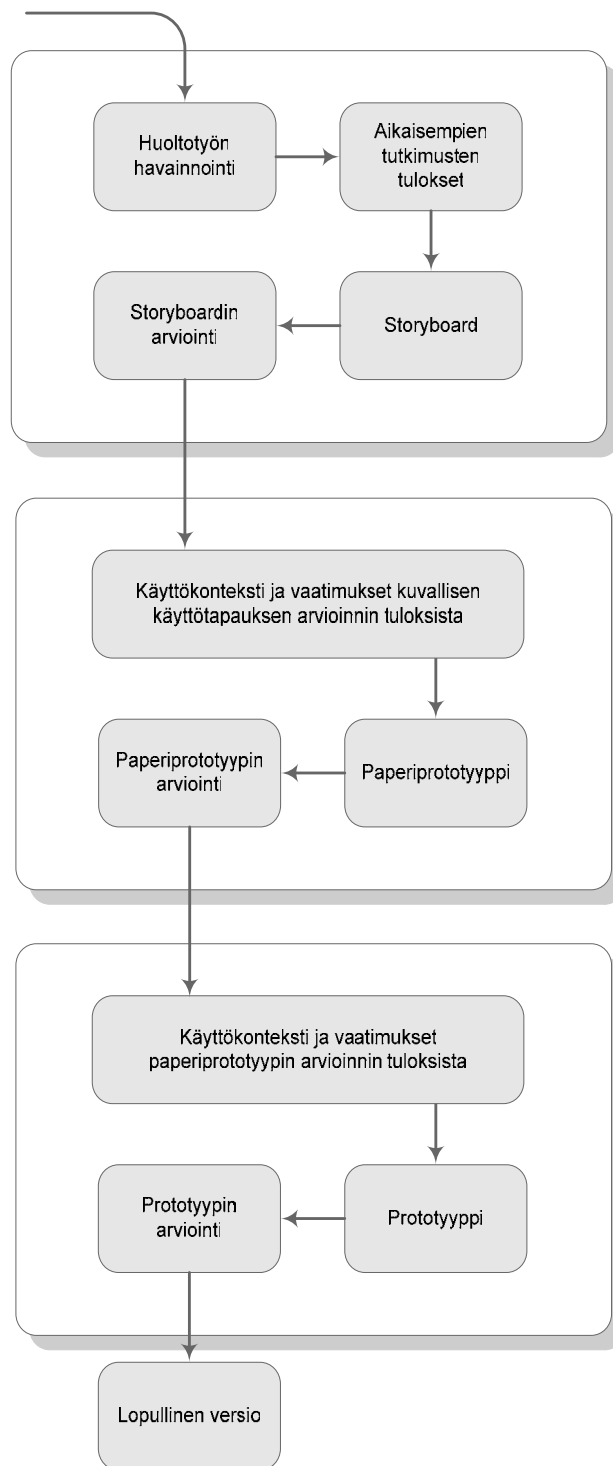
## 5 Multimodaalinen, huoltotyötä tukeva käyttöliittymä

Multimodaalisten ominaisuuksien merkityksen selvittämistä varten tutkimuksessa on kehitetty multimodaalinen käyttöliittymä käyttäjäkeskeistä prosessia käyttäen. Tutkittava käyttöliittymä piti kehittää itse, koska valmiita huoltotyötä tukevia multimodaalisia käyttöliittymiä ei ollut saatavissa. Käyttöliittymää ei suunniteltu tukemaan kaikkia huoltotyön vaiheita vaan keskityttiin huoltomiehen huoltokeikoilla tapahtuviin käyttötilanteisiin. Niissä mahdollisuudet käyttää internetiin liitettyä PC-tietokonetta ovat rajalliset ja tarve vaihtoehtoisille käyttöliittymäratkaisuille on suurin.

Tässä kuvattu käyttöliittymän kehitysprosessi keskittyy käyttöliittymäprototyypin kehittämiseen käyttäjien ja 4M-projektin (Carlson ym., 2003) tarpeisiin perustuen. 4M-projekti jatkui tämän tutkimuksen valmistumisen jälkeenkin ja siinä huoltomiestä tukevan järjestelmän kehitystä jatkettiin muun muassa tästä saatujen tulosten tukemana.

Käyttöliittymä toteutettiin käyttäjäkeskeistä prosessia käyttäen (ISO 13407, 1999). Jokaisen prosessin vaiheen tuloksia arvioitiin käyttäjien avulla. Käyttöliittymän kehitysprosessissa oli kolme erillistä vaihetta. Vaiheiden aikana käyttöliittymää kehitettiin aloittamalla korkean tason tuotekonseptista, jota seuraavissa vaiheissa tarkennettiin toimivaan käyttöliittymäprototyypin asti. Seuraavalla sivulla on kuva käytetyn prosessin vaiheista (kuva 2).

Projektin ensimmäisessä vaiheessa tutustuttiin käyttökontekstiin havainnoimalla huoltomiehiä työtehtävissään. Havainnoinnin ja aikaisempien tutkimusten tulosten perusteella kehitettiin storyboard (kuvallinen korkean tason käyttötapaus) huoltokeikasta, jossa työtehtäviä tuetaan mobiililaitteella. Aikaisempien tutkimusten tuloksia ja havainnoinnin aikana tehtyjä havaintoja validoitiin storyboardin avulla. Toisessa vaiheessa käyttöliittymästä kehitettiin paperiprototyyppi storyboardista saatujen kokemusten perusteella. Paperiprototyyppiä arvioitiin huoltomiesten kanssa suoritettussa ryhmäläpikäynnissä. Kolmannessa vaiheessa kehitettiin kämmentietokoneessa toimiva prototyyppi paperiprototyypistä saatujen kokemusten perusteella. Prototyypin vastaavuutta asetettuihin tavoitteisiin selvitettiin arvioinnissa, jossa käyttäjille annettiin lyhyt opastus laitteen käyttöön, minkä jälkeen he suorittivat sillä huoltotyöhön liittyviä tehtäviä. vaiheiden jälkeen prototyypistä kehitettiin lopullinen versio kolmannen vaiheen prototyypistä saatujen kokemusten perusteella.



**Kuva 2: Käytetyn käyttäjakeskeisen iteratiivisen prosessin vaiheet**

Yleisiä, käyttöliittymän kehittämiseen käytettyjen menetelmien valintaan vaikuttavia tekijöitä olivat muun muassa saatavilla olevien käyttäjien rajallinen määrä, aikaisemmin tehty kattava tutkimus huoltotyöstä ja 4M-projektin tila.



Koska saatavilla oli hyvin rajallinen määrä käyttäjiä, valittiin menetelmiä, joilla saatiin mahdollisimman paljon tietoa yksittäisistä käyttäjistä. Vaiheiden määrä pidettiin myös pienenä, sillä samoja käyttäjiä tuli vastaan useammassa vaiheessa. Vaikka käyttäjien osallistumista sovellusten suunnitteluun pidetään hyvänä toimintatapana, tiettyjen käyttäjien käyttäminen lähes jokaisessa vaiheessa tutustutti käyttäjät liiankin hyvin kehitetyn sovelluksen sisäiseen toimintalogiikkaan eivätkä he enää myöhemmissä vaiheissa pysyneet puhtaasti huoltomiehen roolissa. Huoltomiehet ovat teknisesti pätevä käyttäjäryhmä ja he ymmärtävät teknisten järjestelmien toimintalogiikasta useimpia muita käyttäjäryhmiä enemmän.

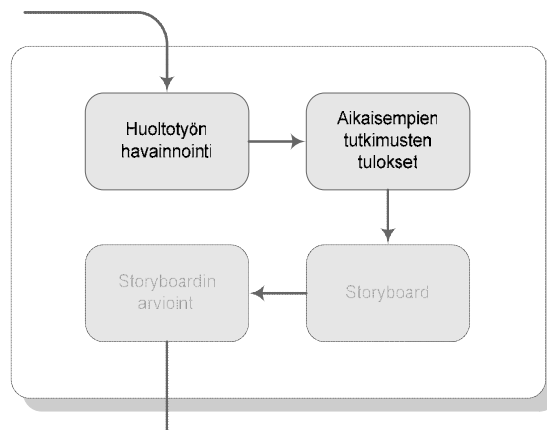
4M-projektissa ja muissa aikaisemmissa projekteissa oli tehty huomattava määrä tutkimusta huoltotyöstä ja siihen liittyvistä tehtävistä. Tutkimusten tuloksena oli syntynyt muun muassa valmiita tuotekonsepteja ja käyttöskenaarioita huoltotyöstä (Riihiahho, 2003). Aikaisempien tutkimusten ansiosta tämän tutkimuksen aikana ei ollut tarvetta tehdä kattavaa taustatutkimusta huoltotyöstä. Aikaisemmista tutkimuksista huolimatta 4M-projektilla ei ollut selkeää kuvaa, minkälainen huoltotyötä tukevan sovelluksen tulisi olla. Tästä syystä valitut menetelmät lähtivät sovelluksen tuotekonseptin korkealla tasolla kuvaavasta storyboardista, jota tarkennettiin vaiheittain. Prosessin vaiheiden aikana käyttöliittymää ei kehitetty prototyypistä pidemmälle, sillä vielä tämän tutkimuksen tekoaikana 4M-projektille ei ollut tarvetta viimeistellylle toteutukselle, jossa kaikki mahdollinen toiminnallisuus olisi lyöty lukkoon ja toteutettu. Enemmän arvoa projektille oli käyttöliittymäprototyypin ja käyttötapojen kehittämisessä projektissa kehitettävillä sovelluksilla.

## 5.1 Käyttäjävaatimukset käyttöliittymäprototyypille

Käytetyn iteratiivisen käyttäjakeskeisen prosessin ensimmäisessä vaiheessa tavoitteena oli selvittää ja tarkentaa vaatimuksia mobiilia huoltotyötä tukevalle sovellukselle. Tätä varten tässä vaiheessa selvitettiin huoltomiesten tarpeita ja korkean tason vaatimuksia sovelluksen käyttötilanteille, käytettävyydelle ja toiminnoille. Alkuvaiheessa ei vielä ollut tarkoituksena selvittää yksityiskohtaisia vaatimuksia, vaan pääasiassa selvittää ensin huoltomiesten yleisiä tarpeita ja ongelmia, joiden pohjalta tarkempi vaatimusmäärittely voitaisiin tehdä.

Käyttökontekstiin tutustuttiin havainnoimalla huoltotyötä ja vaatimuksia selvitettiin aikaisemmin tehtyjen tutkimusten tuloksista. Näistä saatujen tulosten perusteella tehtiin storyboard, jossa esitettiin korkealla tasolla käyttöympäristö, käyttötilanteet ja sovelluksen perusominaisuudet. Storyboardia arvioitiin huoltomiesten haastatteluissa.

### 5.1.1 Kontekstin määrittäminen ja vaatimusten selvittäminen



Käyttäjakeskeisen suunnittelun periaatteiden mukaisesti käyttökonteksti pitää ymmärtää ja määrittää ja vaatimukset tulee selvittää ennen suunnittelutyön aloittamista. Aikaisemmissa tutkimuksissa huoltotyön konteksti on määritetty ja korkean tason tarpeet kartoitettu muun muassa havainnoinneilla. Tutkimuksen ensimmäisen vaiheen konseptisuunnittelun tarpeita ajatellen aikaisempien tutkimusten tuottama konteksti ja vaatimusmäärittely huoltotyöstä on enemmän kuin riittävä. Henkilökohtainen käyttökontekstiin tutustuminen ja aikaisempien tutkimusten tulosten validointi tehtiin havainnoimalla yhden huoltomiehen työtä yhden päivän ajan.

## KONTEKSTIIN TUTUSTUMINEN HAVAINNOIMALLA

*Käyttäjistä, työtehtävistä ja työympäristöstä oppii parhaiten viettämällä aikaa käyttäjien kanssa seuraten heidän työntekoaan sekä havainnoiden, miten fyysinen, sosiaalinen ja kulttuurillinen ympäristö vaikuttaa työhön ja kuunnellen käyttäjien kommentteja heidän työnteostaan. Paikan päällä käyttäjiltä on myös mahdollisuus selvittää lisää yksittäisten tilanteiden taustoista. (Hackos & Redish, 1998)*

Kuten Hackos ja Redish (1998) edellä toteavat, käyttäjiin, työhön ja käyttöympäristöön liittyy paljon sanaton tietoa, jota on vaikea saada selville muuten kuin käymällä henkilökohtaisesti käyttäjän luona tutustumassa käyttökontekstiin. Tarjolla ollut tutkimustieto (Riihiho, 2003) oli kattavaa, mutta ei ollut sellaisenaan riittävää kontekstin ymmärtämiseen. Esimerkiksi työtehtävien optimoinnista useita yksittäisiä huoltokeikkoja lomittamalla ei saanut pelkästään kirjallisen kuvauksen perusteella riittävän tarkkaa kuvaa.

Havainnointi suoritettiin seuraamalla yhden työpäivän ajan huoltomiestä hänen suorittaessaan huoltokeikkoja huoltosopimuksen tehneiden asiakasyritysten tiloissa. Huoltotyö tapahtui alla olevissa kuvissa esitetynlaisessa toimistoympäristössä. Tarjolla olleen aikaisemman tutkimustiedon tiedon ansiosta havainnoinnissa voitiin keskittyä käyttöympäristöön ja erilaisiin käyttötilanteisiin tutustumiseen. Tilanteen mukaan, kun huoltomiehen työtehtävät sen sallivat, huoltomies kertoi tehtävistään tarkemmin ja häneltä kysyttiin tarkentavia kysymyksiä niihin liittyen. Keskustelut liittyivät esimerkiksi erilaisten tilanteiden yleisyyteen ja esiintymisen syihin. Huoltomiehen työtehtävien seuraamisen lisäksi myös kahta muuta paikalla ollutta huoltomiestä haastateltiin lyhyesti heidän työtehtävistään.



**Kuva 3: Havainnoidun huoltotyön tyypillinen työympäristö**

## HAVAINNOINNIN TULOKSET

Aikaisempien tutkimusten tuloksista saatiin selville tarpeita ja vaatimuksia mobiilia huoltotyötä tukevalle sovellukselle. Huoltotyön tukeminen vaatii, että sovelluksen on vastattava huoltotyön tarpeisiin ja sen on tuettava huoltomiestä hänen työtehtävissään. Mobiilius taas asettaa vaatimuksia sovelluksen sopeutumiselle niin käyttötilanteeseen kuin

käyttöympäristöönkin. Tämän diplomityön luvussa 3 *Mobiili huoltotyö* on kuvattu tarkemmin näitä tarpeita ja vaatimuksia mobiilille huoltotyölle.

Tämän tutkimuksen teoriaosassa kuvattujen tarpeiden ja vaatimusten lisäksi huoltotyötä havainnoitaessa tehtiin seuraavat keskeiset huoltotyön tukemiseen liittyvät havainnot.

◆ ***Ongelmanratkaisun tukeminen: Rajallinen määrä ongelmia***

Teoriaosassa kuvattujen huoltotyön tarpeiden (Riihiaho, 2003) perusteella havaitaan, että huollettavan kohteen korjaaminen ja siihen liittyvä ongelmanratkaisu on tärkeä osa huoltotyötä. Huoltotyötä tukevan käyttöliittymän tulisi tukea tätä ongelmanratkaisua. Havainnoinnin yhteydessä huomattiin, että ongelmanratkaisun tukeminen ei tarkoita kaikkien ongelmien ratkaisua. Suuri osa ongelmista on huoltomiehen kannalta triviaaleja, koska hän törmää niihin usein tai osaa ammattitaitonsa perustella löytää ratkaisun.

Kehitettävän sovelluksen ei siis kannata yrittääkään tehdä kaikkea ongelmanratkaisutyötä huoltomiehen puolesta ja automaattisesti tyrkyttää korjausehdotusta jokaiseen ongelmaan. Erityisesti ongelman ollessa triviaali sovelluksen antama korjausehdotus ei välttämättä ole oikea ratkaisu ongelmaan, mikä on vain omiaan laskemaan huoltomiehen luottamusta sovelluksen antamiin ohjeisiin.

◆ ***Ongelmanratkaisun tukeminen: Puutteelliset lähtötiedot***

Saadut ongelmakuvaukset ovat usein puutteellisia ja aikaisemmissakin tutkimuksissa (Riihiaho, 2003) tunnistetun ilmiön, alati teknistyvän ympäristön, johdosta käyttäjillä ei välttämättä ole edes mahdollisuuksia tietää, mistä heidän ongelmansa voisivat johtua. Tällöin huoltomiesten kokemus ja työtä tukevien järjestelmien merkitys korostuu.

Ongelma-alueen kartoittamisen tukemiseksi huoltotyötä tukeva sovellus voisi esimerkiksi kertoa eri tapoja, miten vastaavia ongelmia on aikaisemmin korjattu. Tällöin huoltomies voisi tehdä johtopäätöksiä myös aikaisempaan tietoon perustuen eikä pelkästään vaihtelevien ongelmakuvauksien perusteella.

◆ ***Korjaustyön opportunistisuus***

Ongelman ratkaisutiedon hakeminen on selkeästi tunnistettavissa oleva vaihe ongelman korjauksessa. Se ei kuitenkaan aina tapahdu ennen korjaustyöhön ryhtymistä. Aikaisempien tutkimusten tuloksissa tämä ei selkeästi ollut tullut esille. Havainnoinnin ja tehtyjen haastattelujen perusteella huomattiin, että korjauskeikalle lähdetään usein ennen kuin ongelman syy on selvitetty ja luotetaan siihen, että ongelmat osataan korjata omaan ammattitaitoon tukeutuen. Huoltomiehillä on useamman vuoden kokemus erilaisista ongelmatilanteista ja monet ongelmat ovat tulleet heille eteen useammin kuin kerran. Jo aikaisemmissa tutkimuksissa (Riihiaho, 2003) huomattiin, että tietoteknistyvän ympäristön vaikutuksesta useilla ongelmaan törmänneillä asiakkailla ei ole riittävää teknistä tietotaitoa ongelman kuvaamiseen

huoltomiehen kannalta merkittävällä tarkkuudella. Tällöin ratkaisutietoa ei voida hakea ennen huoltokeikalle lähtemistä, sillä huoltomiehen on käytävä paikan päällä katsomassa, mistä ongelmasta on oikeasti kyse. Huoltokeikkoja saadaan myös lennossa eli kun ollaan suorittamassa toista keikkaa, jolloin ei ole mahdollisuutta käydä toimistolla hakemassa ratkaisua seuraavaan vastaan tulleeseen ongelmaan.

Huoltotyötä tukevalle sovellukselle tämä tuo vaatimuksen, että sen on tuettava ongelman ratkaisua, joka tapahtuu huoltokeikan suorituksen aikana. Samat tiedonhankintakeinot, jotka huoltomiehellä on tarjolla toimistollaan, olisi oltava käytettävissä myös kohteen korjauksen aikana, jolloin kiinteätä internet-yhteyttä ei välttämättä ole tarjolla. Yleisesti katsottuna ongelmatilanteet vaihtelevat niin suuresti, että lisätietoa ongelmanratkaisua varten voidaan tarvita missä työtilanteessa tahansa. Vastaavasti kun tarpeita tiedolle ei voida ennakoida etukäteen, yksittäisenkin ongelman ratkaisu voi vaatia useamman erilaisen tietolähteen käyttöä.

#### ◆ ***Keikkojen lomittuminen***

Huoltomiehillä on tavoitteena saada suoritettua mahdollisimman monta huoltokeikkaa päivässä. Heillä voi olla työn alla useita huoltokeikkoja yhtä aikaa ja kaikkia keikkoja ei tilanteen mukaan suoriteta alusta loppuun yhdellä kertaa. Huoltomiehet optimoivat ajankäyttöään keräämällä joukon keikkoja, joita he lähtevät suorittamaan. Kaikkia keikkoja ei aina voida suorittaa niin kuin on ajateltu. Jos yksittäinen keikka jää jostain syystä kesken, sitä jatketaan myöhemmin kun este poistuu. Esimerkiksi jos asiakas, jolle huoltotyötä tehdään, ei olekaan paikalla niin kuin oli luvannut, huoltomies voi siirtyä suoraan seuraavaan keikkaan sen sijaan, että lähtisi takaisin toimistolle hakemaan uutta keikkaa.

Huoltotyötä tuettaessa tulee huomioida, että huoltomiehellä voi olla työjonossa ja työn alla paljon erilaisia ja eri vaiheissa olevia työtehtäviä ja kehitettävien sovellusten tulee tukea tätä työtehtävien optimointia.

#### ◆ ***Huoltotyö on liikkuvaa***

Huoltomies on suuren osan ajasta liikkeellä huoltaessaan kohteita ja siirtyessään huollettavalta kohteelta toiselle. Tämä oli huomattu jo aikaisemmassa huoltotyötä koskevassa tutkimuksessa (Riihiäho, 2003). Mobiilikäyttöä tutkittaessa oli huomattu, että perinteisiä PC-tietokoneissa käytettäviä sovelluksia on hankalaa, jos ei mahdotonta käyttää liikkeellä ollessa. (Kristoffersen & Ljungberg, 1999)

Huoltotyötä tukevan sovelluksen olisi toimittava mobiililaitteella ja sitä olisi oltava mahdollista käyttää liikkeellä oltaessa. Muuten työtä tukeva sovellus ei ole huoltomiehen käytettävissä merkittävää osaa työajasta.

#### ◆ ***Asiakaspalvelutyö***

Varsinkin asiakkaiden henkilökohtaisessa käytössä olevia laitteita koskeva huoltotyö on suurelta osin asiakaspalvelutyötä. Aikaisemmissa tutkimuksissa havaittiin jo, että huoltomies on se rajapinta, jonka asiakkaat näkevät huoltopalveluja tarjoavasta

yrityksestä. Huoltomies vastaanottaa asiakkaiden toiveet ja mielipiteet heille tehdystä huoltotyöstä. (Riihaho, 2003) Havainnointien perusteella asiakaspalvelun merkitys työssä on hyvin suuri. Huoltomiehet tuntevat asiakkaita henkilökohtaisesti. Merkittävän osan ajasta, minkä huoltomiehet käyttivät kohteen korjaamiseen, he keskustelivat samalla asiakkaiden kanssa

Huoltotyötä tukevan sovelluksen kannalta tämä tarkoittaa, että huoltotyötä tukevat sovellukset ovat osa yrityksen imagoa ja niiden ulkoasun ja toiminnallisuuden on vastattava laitteille asetettuja odotuksia. Lisäksi asiakkaaseen liittyvät tiedot ovat hyvin tärkeitä, sillä asiakkaat odottavat, että huoltomies tietää paljon muutakin kuin vain korjattavan kohteen nimen ja, miten se pitäisi korjata.

### **Tutkimuskysymyksiin vastaaminen havainnoinnin perusteella**

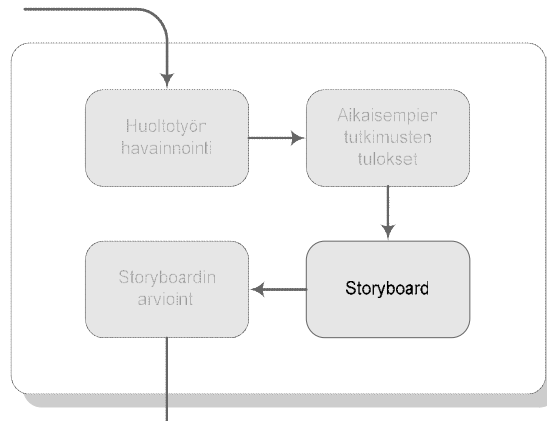
Havainnoinnin perusteella ei vielä voitu tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä multimodaalisen käyttöliittymän soveltuvuudesta huoltotyön tukemiseen. Merkittävimpana havaintona huomattiin, että käyttäjillä olisi liikkeellä ollessaan aikaa käyttää mobiililaitteita, mutta ei niin paljon, että he ehtisivät pysähtyä pitkäksi aikaa lukemaan näytön sisältöä ja kirjoittamaan näppäimistöllä tekstiä. Multimodaalisella käyttöliittymällä näissä tilanteissa olisi mahdollista käyttää tietoteknisiä sovelluksia.

### **POHDINTAA HAVAINNOINNISTA**

Aikaisemmin kerätystä tiedosta oli odotusten mukaisesti selkeää hyötyä havainnointia suoritettaessa. Koska monia huoltotyön yksityiskohtia tunnistettiin aikaisempien tutkimustulosten perusteella, havainnoinnissa pystyttiin keskittymään huoltotyön tukemisen kannalta olennaisten asioiden havainnointiin ja pystyttiin helpommin kysymään jatkokysymyksiä tehtyihin havaintoihin liittyen. Tuloksiin on kirjattu vain aikaisemmin kirjaamattomia ja huoltotyön tukemisen kannalta merkittäviä havaintoja. Havainnoinnin aikana tehtiin muitakin havaintoja, mutta ne lähinnä vahvistavat aikaisemmin saatuja tuloksia mobiilista huoltotyöstä ja siksi niitä ei kirjattu tähän uudestaan.

Havainnoinnin aikana seurattiin vain yhden huoltomiehen työpäivää, joten mitään suuria yleistyksiä ei lähdetty tekemään tehdyistä havainnoista. Tuloksissa mainittujen uusien havaintojen paikkansapitävyys varmistettiin myös samana päivänä tehdyissä muiden huoltomiesten kanssa käydyissä lyhyissä haastatteluissa. Muita havaintoja pidettiin luotettavina, silloin kun aikaisemmin tehdyissä tutkimuksissa oli päädytty samoihin johtopäätöksiin.

## 5.1.2 Suunnitteluratkaisujen toteutus storyboardin avulla


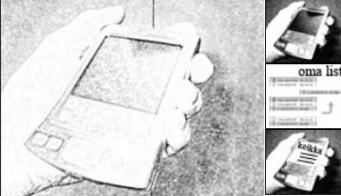
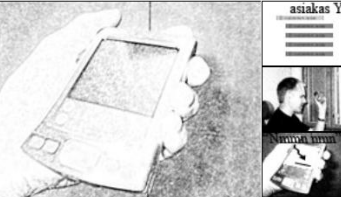
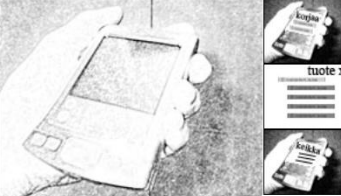

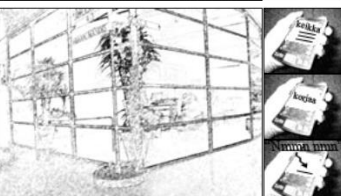
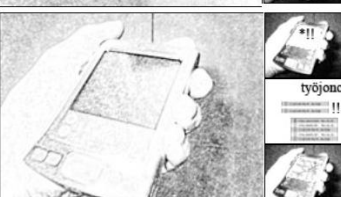



Ensimmäisen vaiheen suunnitteluratkaisut visualisoitiin storyboardin avulla. 4M-projektissa (Carlson ym., 2003) ei vielä tässä vaiheessa ollut asetettu tarkkoja vaatimuksia tai muodostettu selkeää konseptia siitä, minkälainen huoltotyötä tukevan sovelluksen pitäisi käytännössä olla. Ensimmäinen tehtävä olikin muodostaa korkean tason näkemys siitä, minkälainen multimodaalisen mobiilia huoltotyötä tukevan käyttöliittymän tulisi olla ja minkälaisiin tarpeisiin sen pitäisi vastata. Kerätyn tutkimustiedon perusteella muodostuneesta kokonaiskuvasta muodostettiin storyboard. Storyboard on kehitysvaiheelle sopivan korkealla abstraktiotasolla. Se ei esitä sovellusta liian yksityiskohtaisella tasolla, mutta huoltomiesten tarpeet, sovelluksella tavoiteltavat hyödyt ja perustoiminnallisuus tulevat esitellyiksi oikeassa käyttökontekstissa.

### STORYBOARD

*Storyboard toimii keinona kommunikoida suunnitteluratkaisuja visuaalisesti käyttäjille ja muille osapuolille menemättä liian tarkkoihin yksityiskohtiin. Storyboardin avulla käytötapausten soveltumista käyttäjän tarpeisiin ja käyttöympäristöön voidaan esittää sanallisia kuvauksia havainnollisemmin. (Hackos & Redish, 1998)*

Storyboardiin koottiin kuvassa 4 olevan kuvan mukainen, kahdeksanvaiheinen kuvaus yksittäisestä huoltokeikasta, jonka huoltomies suorittaa mobiililaitteen tukemana. Jokaisesta vaiheesta kirjoitettiin lyhyt kuvaus, kartoitettiin siihen liittyvää sanastoa ja hahmoteltiin isomman kuvan avulla tapahtumapaikkaa sekä pienempien kuvien avulla vaiheen kuvauksessa kuvattuja tapahtumia. Vaiheisiin ei ole yritettykään saada täysin todellisia käyttötilanteita vaan ainoastaan kuvata, mitä missäkin vaiheessa tapahtuu, minkälaista vuorovaikutus sovelluksen kanssa on, missä ympäristössä sitä käytetään, kuka työtä on tekemässä ja millä välineillä.

#	Vaihe	Kuvaus	sanasto / termit	kuva
1	Omaosaaja tarkastaa työlisansa	Omaosaaja tarkastaa päivän aluksi keikkajonot. Hän selaillee listoja ja valitsee kiireellisyyden ja sijainnin perusteella keikat jotka aikoo suorittaa seuraavaksi. Valitut keikat hän laittaa omaan työjonoonsa. Hän huomaa että aikaisemmin huoltoon lähetetty kone on tullut takaisin. Hän valitsee kyseisen keikan työjonoonsa ja lisää siihen äänikommentin, että muistaa ottaa koneen ajurien asennus-cd:n mukaan. Järjestelmä tallentaa puheen ja kääntää sen automaattisesti tekstiksi ja littää keikan tietoihin.	keikkajono oma työjono ongelma äänikommentti huolto järjestelmä	
2	Omaosaaja valitsee seuraavan keikan	Omaosaaja katsoo että oma työjono on kunnossa. Hän laittaa kiireisimmät listalla olevat keikat ensimmäiseksi, ja valitsee ensimmäisen keikan listalta.	keikka kiireellisimmät keikat	
3	Omaosaaja keraa ongelmadataa	Omaosaaja selvittelee mistä keikassa oli kyse lukemalla ongelman kuvauksen, kohteen kuvauksen ja asiakkaan tiedot. Koska asiakas ei ole ilmoittanut tarkkaa aikaa milloin hän on paikalla, soittaa omaosaaja asiakkaalle ja varmistaa että asiakas on paikalla. Samalla omaosaaja kysyy asiakkaalta keneltä hän on tällä hetkellä käyttössä olevan varakoneen saanut, jotta omaosaaja osaa palauttaa sen oikeaan osoitteeseen. Asiakkaan vastaukset kysymyksiin omaosaaja puhuu järjestelmään ja järjestelmä kääntää sen automaattisesti tekstiksi ja littää ongelmatietoihin.	keikan tiedot ongelman kuvaus asiakkaan tiedot soitto asiakkaalle asiakas paikalla varakone muistutus	
4	Omaosaaja etsii ratkaisun	Järjestelmä tarjoaa automaattisesti korjausehdotuksia ongelmaan. Tällä kertaa omaosaaja littää jo ongelmakuvauksen perusteella miten ongelma pitää korjata ja valitsee oikean korjausvaihtoehdon järjestelmän tarjoamista vaihtoehdoista. Vaikka omaosaaja muistaa miten huoltoon lähetetyn koneen ongelma pitää korjata, hän varmistaa kuitenkin tuotteen tiedoista että hänen valittamansa asennus-cd kuuliiu kyseeseen malliin. Hän valitsee ongelman kohteen dokumentaation järjestelmästä ja lukee tietokoneen mallimerkin josta perusteella vaadittavan asennus-cd:n tunnistaa. Selvitettyään tämän esivarmustettujen omaosaaja lähtee korjaamaan ensimmäisenä listalla olevaa ongelmaa.	korjausehdotus huolto (muista lähetetään) asennus-cd malli (laitteenkoneen) dokumentaatio mallimerkinä	
5	Omaosaaja siirtyy paikan päälle	Matkalla korjaamaan ongelmaa omaosaaja haluaa tarkastaa toisen, lähellä nykyistä keikkaa olevan keikan tiedot siitä hän ei ole varma onko hänellä kaikki tarvittavat välineet mukana työn suorittamiseksi. Koska hän on liikkeellä autolla, ei hän voi lukea keikan tietoja. Hän valitsee halutun keikan tiedot ja järjestelmä puhuu keikan tiedot omaosaajalle.	lähellä oleva keikka työvälineet puuhu (lukeekertopuhuu?)	
6	Omaosaaja korjaa ongelman	Paikan päällä omaosaaja löytää asiakkaan yhteyshenkilön perusteella neukarin jossa asiakas pitää paiveria ongelman kohde mukanaan. Jostain syystä ajurien päivittäminen koneeseen ei onnistu. Omaosaaja kysyy järjestelmältä ajurien päivittämättömyydestä. Järjestelmä löytää vastaavanlaisen korjauksen jossa ajurien päivitys ei myöskään onnistunut ja kertoo omaosaajalle miten ongelma ratkaistiin sillä kertaa. Omaosaaja korjaa ongelman ja tallentaa järjestelmään lyhyen äänikommentin korjauksesta. Järjestelmä kääntää kommentin automaattisesti tekstiksi ja littää keikan tietoihin. Kommentin lisäksi omaosaaja ottaa korjaustyöstä muutamia kuvia jotka hän aikoo littää korjausraporttiin.	asiakkaan sijaintitiedot korjaaminen kommentti (tehdyistä työistä) tiedon liittäminen korjausraportti	
7	Omaosaaja etsii uusia keikkoja	Korjauksen aikana järjestelmä on huomannut uuden kiireellisen keikan ilmoittamisen järjestelmään. Järjestelmä muistuttaa omaosaajaa tästä keikasta käyttöliittymässä. Korjattuaan ongelman omaosaaja hakee järjestelmästä uusia keikkoja. Järjestelmä näyttää em. kiireellisen keikan ja muutamia muita keikkoja jotka ovat lähistöllä. Omaosaaja ottaa kiireellisen keikan työjonoonsa seuraavaksi suoritettavaksi keikaksi. Omaosaajalla ei kuitenkaan ole tarvittavia välineitä mukanaan joten hänen on käytävä omalla toimistollaan ennenkuin hän voi suorittaa seuraavan keikan.	kiireellinen keikka muistutus hakee uusia keikkoja näyttää uudet keikat toimistolla käynti seuraava keikka	
8	Omaosaaja raportoi korjatut ongelmat	Korjattuaan päivän ongelmat, omaosaaja palaa toimistolle raportimaan korjatut ongelmat. Järjestelmä on esikäytännyt raportti keikkojen tiedoilla. Järjestelmä tarjoaa vastaavien ongelmien korjauksessa yleisimmin käytettyä raporttia raportin pohjaksi. Järjestelmä korostaa kopioituid, toisesta raportista otetut, tiedot raporttiin. Omaosaaja valitsee keikan suorittamisen aikana tallennetusta tiedoista lisätietoja raporttiin ja tarkastaa vanhasta raportista kopioituid tiedot. Raportoinnin jälkeen omaosaaja kuttaa keikan suoritetuksi.	raportointi esikäytännin vastaava ongelma neukarion kenitä ratkaisu keikan kuttaminen	

Kuva 4: Storyboard huoltomiehen, eli "omaosaajan" suorittamasta huoltokeikasta



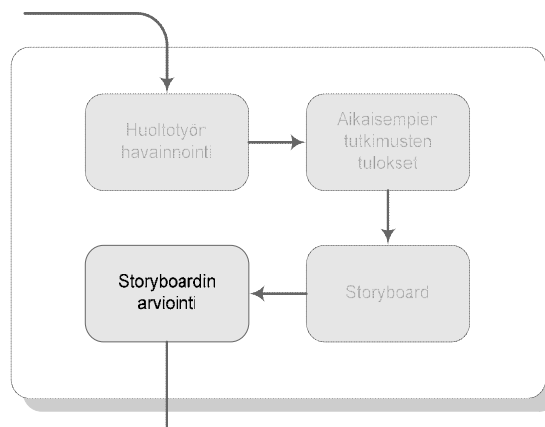
Storyboardissa lyötiin jo lukkoon tiettyjä suunnitteluratkaisuja. Multimodaalisen sovelluksen tulisi toimia mobiililaitteessa, jotta siitä olisi hyötyä mobiilissa huoltotyössä. Vielä tässä vaiheessa ei valittu, mikä tämä mobiililaitte olisi, mutta joko matkapuhelin tai kämmentietokone sen täytyi olla. Myös alustava suunnitelma tiedon syöttö- ja vastaanottotavoille määritettiin storyboardiin. Huoltotyön vaiheissa on vaihtelevat mahdollisuudet käyttää sovellusta. Esimerkiksi kohteelta toiselle liikuttaessa kädet ovat usein varattuna, joten puhekäyttö olisi tähän luontevin tiedonsyöttötapa.

## POHDINTAA STORYBOARDISTA

Storyboard oli sopiva tapa havainnollistaa ja vetää yhteen käyttötilannetta, tehtyjä suunnitteluratkaisuja, ongelmia joihin sovellus antaa ratkaisun, sekä korkean tason tavoitteita ja vaatimuksia, joita kehitettävälle sovellukselle tullaan asettamaan.

Tehtyjen ratkaisujen visualisoinnin lisäksi storyboardin tarkoituksena oli myös toimia pohjana yksityiskohtaisempien vaatimusten keräämistä varten. Storyboard suunniteltiin toimimaan keskustelun herättäjänä käyttäjille. Sen kuvaamien yleisten, mutta ei kovin tarkasti määriteltyjen tilanteiden avulla käyttäjät voivat kertoa yksityiskohtaisemmin ja laajemmin tilanteisiin liittyvistä tarpeista ja vaatimuksista.

### 5.1.3 Toteutuksen arviointi



Jotta multimodaalista, huoltotyötä tukevaa käyttöliittymää voidaan kehittää käyttäjakeskeisesti, on käyttäjät otettava mukaan suunnitteluprosessiin. Arvioinnin avulla käyttäjät pääsevät vaikuttamaan kehitettävään lopputulokseen, mutta he eivät joudu osallistumaan suunnitteluratkaisujen tekemiseen. Arvioinnin päätavoitteena onkin antaa palautetta tuotteen jatkokehittämiselle. Koska storyboardin ratkaisut perustuivat hyvin pitkälti aikaisempaan tutkimustietoon, arvioinnin kohteena ei ollut pelkästään storyboard vaan myös aikaisemman tutkimustiedon paikkansapitävyys.

## STORYBOARDIN ARVIOINTI HUOLTOMIESTEN HAASTATTELULLA

*Haastattelun suurena etuna muihin tiedonkeruumuotoihin verrattuna on se, että siinä voidaan säädellä aineiston keruuta joustavasti tilanteen edellyttämällä tavalla ja vastaajia myötäillen. Haastattelun valintaperusteina ovat usein muun muassa se, että kysymyksessä on vähän kartoitettu, tuntematon alue ja tutkijan on vaikea tietää etukäteen tietää vastauksen suuntia, halutaan selvittää saatavia vastauksia ja halutaan syventää saatavia tietoja. (Hirsjärvi, 1997)*

Storyboard ja multimodaalisen käyttöliittymän käsite esitettiin huoltomiehille puolistrukturoidussa haastattelussa. Haastattelussa storyboard ja sen sisältö esiteltiin ensin huoltomiehille, jonka jälkeen he saivat kommentoida sitä vapaasti. Tämän jälkeen storyboard käytiin läpi vaihe kerrallaan ja huoltomiehiltä kysyttiin storyboardissa esiintyviä, huoltotyön vaiheisiin liittyviä kysymyksiä lähtien siitä, oliko vaiheessa kuvattua tapahtumaa käytännössä koskaan tapahtunut. Kun keskustelussa tuli esiin uusia asioita ja tilanteita, joita aikaisemmin ei ollut tullut vastaan, kysyttiin niistä vielä tarkentavia kysymyksiä.

Haastattelut tehtiin huoltomiesten toimistoilla Helsingissä ja Espoossa. Koska haastattelut osuivat keskelle kesälomia, esittelin storyboardia vain kahdelle huoltomiehelle.

Haastatteluihin käytettiin noin kaksi tuntia. Haastattelukysymykset ovat liitteessä 1.

## ARVIOINNIN TULOKSET

Arvioinnin tuloksena saatiin sekä yleisiä huoltotyöhön liittyviä että itse sovellukseen kohdistuvia vaatimuksia.

### **Yleiset tulokset**

#### ◆ **Työjono työn organisoinnissa**

Huoltomiehet pitävät mahdollisuudesta päättää itse omasta työstään (Riihiaho, 2003) ja työjono on tärkeä osa työn suunnittelua. Työjonon perusteella huoltomiehet suunnittelevat päivän ohjelmansa.

Huoltotyötä tukevassa sovelluksessa työjonon olisi oltava saatavilla myös huoltokeikkojen aikana. Tällöin huoltomiehillä olisi mahdollisuus suunnitella tehtäviään ja päivittää suunnitelmiaan myös huoltokeikkojen aikana, jolloin työtehtävien tekeminen olisi joustavampaa. Tällä hetkellä huoltomiehet joutuvat palaamaan toimistolle tarkastamaan työjononsa tilanteen, mikä on hyvin aikaavievää.

#### ◆ **Sovellus työvälineenä**

Jo aikaisempien tutkimusten perusteella tiedetään, että huoltomiehet odottavat käyttämiensä työvälineiden toimivan luotettavasti (Riihiaho, 2003) ja mobiililaitteilta yleisestikin odotetaan helppoa ja muita tehtäviä häiritsemätöntä käyttöä (Kristoffersen & Ljungberg, 1999). Arvioinnissa huoltomiehet korostivat erityisesti järjestelmän luotettavuuden, nopeuden ja helpon käyttöönoton merkitystä työn

tukemisessa. Huoltomiehillä aikaisemmin käytössä olleet tietotekniset laitteet jäivät vähälle käytölle, koska niiden käyttö häiritsi työtehtävien tekemistä. Laitteiden häiritseviä tekijöitä olivat esimerkiksi talletettujen tietojen järjestelmällinen hukkaaminen akkujen loppuessa, mitä tapahtui pahimmillaan muutaman tunnin välein. Saadakseen sovelluksen käyttökuntoon, työtä tukeva laite piti koota useammasta erillisestä mukana kannettavasta osasta. Lisäksi aikaisemmat sovellukset olivat niin hitaita toiminnassaan, että asiat saatiin hoidettua nopeammin puhelimen välityksellä.

Huoltotyötä tukevalle sovellukselle tämä asettaa seuraavia vaatimuksia: Sen käytön pitää olla yksinkertaista, helppoa ja nopeaa eikä sen käyttöönotto tai kuljettaminen saa olla työlästä. Käytännössä tämä siis tarkoittaa, että laitteen, jossa sovellus toimii, pitää mahtua kokonaisuudessaan taskuun tai vyölle eikä siinä saa olla lisäosia jotka häiritsevät sen käyttöä.

◆ ***Sovellus työkaluna***

Työhön tuotavien sisällöllisten ja toiminnallisten hyötyjen lisäksi huoltomiehet odottavat käyttämiensä laitteiden myös kestävästä työntekoa. Huoltotyössä käytetyt apuvälineet saavat joskus melko rajuakin käsittelyä. Ne voivat muun muassa pudota lattialle ja niiden päälle voidaan vahingossa istua. Huoltomiehet odottavat samanlaisia kestävyysominaisuuksia kaikilta työvälineiltään, aina ruuvimeisseleistä lähtien.

Huoltotyötä tukevan laitteen rakenteen pitää olla tukeva eikä siinä saa olla helposti rikkoontuvia osia.

◆ ***Korjaustyön opportunistisuus ei tarkoita tuuriin luottamista***

Vaikka korjaustyötä tehdään opportunistisesti, kuten havainnoinnin perusteella huomattiin, huoltokeikkoja ei kuitenkaan lähdetä suorittamaan ennen kuin ollaan suhteellisen varmoja, että ongelma voidaan korjata käytössä olevassa ajassa ja mukana olevilla välineillä.

Huoltotyötä tukevassa sovelluksessa luotettavuutta korjauksen onnistumiseen voisi parantaa esimerkiksi tarjoamalla useampia vaihtoehtoisia korjausvaihtoehtoja, jolloin huoltomies voi varautua korjaamaan ongelman useammallakin eri tavalla.

◆ ***Työvälineen luotettavuus ohjeiden antajana***

Huoltomiehet eivät automaattisesti luota tietoteknisten sovellusten kykyyn antaa paikkansapitäviä ohjeita. Työn puolesta saadut omakohtaiset kokemukset tekniikan toimivuudesta ovat saaneet huoltomiehet varautuneiksi tietoteknisten laitteiden käytännön hyödyllisyydestä.

Ratkaisuehdotuksia antaessaan huoltotyötä tukevan sovelluksen pitäisi myös antaa perusteluja, miksi ja miten se on päätynyt antamaansa vaihtoehtoon. Myös sovellukselta olisi oltava mahdollisuus kysyä tarkentavia ja muuten aiheeseen liittyviä kysymyksiä lisätiedon saamiseksi ja saatujen vastausten luotettavuuden parantamiseksi.

◆ ***Sovellus osana yleistä tiedonhankintaa***

Työtä tukevaa sovellusta pidetään vain yhtenä tietolähteenä monista ja sen hyödyllisyys on aina suhteessa näihin muihin lähteisiin. Kuten havainnoinninkin perusteella huomattiin, niin sovelluksen ei tarvitse ratkaista kaikkia asiakkaiden ongelmia, koska huoltomiehet osaavat korjata paljon ongelmia oman ammattitaitonsa avulla. Vastaavasti vaihtoehtoiset tietolähteet tarjoavat omalla alueellaan hyvin helposti saatavilla olevaa tietoa, jota ei kannata tarjota erillisessä huoltotyötä tukevassa sovelluksessa. Esimerkiksi laitevalmistajien www-sivut ovat parhaita tietolähteitä sarjanumeroille ja muulle laitetiedolle. Huoltomiehillä on aina myös mahdollisuus soittaa toiselle kollegalleen tietojen kysymistä varten.

Huoltotyötä tukevan sovelluksen kannattaakin keskittyä tietäntyyppiseen ongelmanratkaisun tukemiseen, kuten hankalien tai uusien ongelmien ratkaisuun. Kaikkia ongelmia ei siis tarvitse ratkaista. Niiden ongelmien, joita aiotaan ratkaista, ratkaisutiedon tulee olla paremmin saatavilla kuin vaihtoehtoisilla tiedonhankintatavoilla. Lisäksi sovelluksen kannattaa tarjota mahdollisuus käyttää esimerkiksi www-selainta. Tällöin sovellus toimii käyttöliittymänä myös vaihtoehtoisille tietolähteille.

◆ ***Kaikkien ongelmien syitä ei kannata selvittää***

Aikaisemmissa tutkimuksissa (Riihiäho, 2003) huomatuksi tietoteknistyvän ympäristön vaikutukset näkyvät huoltomiehenkin työssä. Huoltomiehelläkin voi olla vaikeuksia selvittää, mistä jokin ongelma johtuu. Ohjelmistopohjaisten ongelmien tapauksessa on usein helpointa asentaa ohjelmisto uudestaan sen sijaan, että kulutettaisiin huomattavan määrän aikaa ongelman syyn selvittämiseen. Standardoitujen ohjelmistoratkaisujen ja varmuuskopioiden ansiosta useimpien sovellusten uudelleenasetus onnistuu parhaimmillaan alle 15 minuutissa. Vastaavasti fyysisten vikojen korjaaminen kannattaa ennemmin jättää erillisen huoltoyksikön korjattavaksi silloin kun se on mahdollista, sillä viallisen laitteen toimittaminen huoltoon ja hakeminen takaisin on usein itse korjaamista nopeampaa.

Uudelleenasetuksen vaatima melko lyhyt aika tarkoittaa sovelluksen kannalta sitä, että arvio korjaustyöhön kuluva ajasta on hyvin tärkeä korjausehdotuksiin liittyen. Lisäksi korjaustiedon saaminen sovelluksesta ei saa viedä pitkää aikaa, sillä 15 minuutin keskustelun aikana koko korjattava järjestelmä olisi jo uudelleenasetettu.

◆ ***Huoltomiehen sijainnin merkitys tehtävien saamiselle***

Huoltomiehen sijainnilla on merkitystä uusien huoltokeikkojen ilmestymisen kannalta. Siellä missä huoltomies liikkuu, asiakkaat muistavat uusia ja vanhoja ongelmia, joita huoltomies voisi korjata, kun on kerran tullut paikanpäälle. Useiden työn alla olevien keikkojen lisäksi huoltomiehelle tulee siis myös paikasta riippuen uusia pienempiä ja suurempia keikkoja ja kaikki nämä pitäisi kirjata muistiin ja raportoida eteenpäin.

Huoltotyötä tukevan sovelluksen pitäisi siis tukea myös uusien keikkojen kirjaamista ja yleisemmällä tasolla erilaisten tietojen tallettamista keikkoihin, korjattaviin laitteisiin, asiakkaisiin ja muihin asioihin liittyen.

### **Tutkimuskysymyksiin vastaaminen storyboardin arvioinnin perusteella**

Huoltomiesten vaatimus käytettävien välineiden helppokäyttöisyydestä ja fyysisestä kestävyydestä tuo teknisiä haasteita multimodaalisen käyttöliittymän toteutukselle. Vuorovaikutuksen kannalta multimodaalinen käyttöliittymä soveltuu kuitenkin hyvin huoltotyön tukemiseen, sillä huoltotyössä esiin tulevat tilanteet vaihtelevat paljon. Multimodaalinen käyttöliittymä soveltuu paremmin vaihteleviin käyttötilanteisiin kuin mikä yhdellä tietyllä modaliteetilla käytettäväksi tarkoitetulla käyttöliittymällä olisi mahdollista.

#### **♦ Miten multimodaalinen käyttöliittymä tukee huoltotyötä?**

Huoltomiehet asettivat selkeän vaatimuksen käyttämilleen työvälineille: Jos ne häiritsevät varsinaisten työtehtävien tekemistä, niitä ei käytetä. Multimodaalisella käyttöliittymällä varustettuna työtä tukevaa sovellusta on helpompi käyttää vaihtelevissa tilanteissa ja siten se häiritسی vähemmän varsinaisten työtehtävien suorittamista. Tämä erilaisten tilanteiden tarpeisiin sopeutuminen on tutkimustenkin perusteella yksi multimodaalisen vuorovaikutuksen merkittävimpiä etuja (Oviatt, 1999).

Huoltotyöhön kuuluu paljon itse huoltotyöhön ja huollettaviin kohteisiin liittyvän tiedon tallentamista. Tällä hetkellä paljon tietoa jää kirjaamatta tai sitä kirjataan vaillinaisesti, koska tietoja saadaan muun muassa liikkeellä ollessa ja suullisesti, jolloin tietojen kirjaaminen muistiin on hankalaa. Multimodaalisella käyttöliittymällä huoltomiehet voisivat tallettaa tarvitsemiaan tietoja helpommin sovelluksen muistiin, koska käyttöliittymää olisi helpompi käyttää erilaisissa tilanteissa. Lisäksi huoltomiehet voisivat käyttää liikkeelläoloaikansa paremmin hyödyksi esimerkiksi käyttämällä sen ajan tietojen kirjaamiseen.

Huoltotyössä esiintyy vain harvakseltaan tilanteita, joissa esimerkiksi huoltomiehen kädet ovat täysin varattuna eikä hänellä ei käytännössä ole mahdollisuuksia keskeyttää nykyisiä toimiaan ja käyttää sovellusta. Esimerkiksi liikkuminen kohteelta toiselle autolla rajoittaa kosketusnäytön käyttämistä, mutta tämänlaiset tilanteet, joissa tietyn modaliteetin käyttö ei ole käytännössä mahdollista, ovat vähemmistössä ja käyttöliittymää ei kannata optimoida vain näitä tilanteita varten.

### **POHDINTAA ARVIOINNISTA**

Puolistrukturoidut haastattelut toimivat hyvin, sillä huoltomiehet saivat kertoa melko vapaasti itselleen tärkeistä asioista ja keskustelu pysyi hyvin halutussa aihealueessa.

Myös haastattelujen perusteella voidaan todeta aikaisemman tutkimustiedon paikkansapitävyys. Huoltomiehet hyväksyivät aikaisempien tutkimusten perusteella tehdyt ratkaisut eikä ristiriitoja aikaisempaan tutkimustietoon löytynyt.

Storyboard toimi hyvin vaatimusten tarkentamisessa. Huoltomiehet täydensivät esimerkeillä tai vastaesimerkeillä storyboardissa esitettyjä tilanteita. Jokaisesta storyboardissa kuvatusta tilanteesta saatiin käytännön esimerkkejä ja perusteluja miksi ja, miten kyseisissä tilanteissa on toimittu.

Tuloksissa mainittujen yleisempien tarpeiden ja vaatimusten lisäksi huoltomiehiltä pyydettiin myös tarkempia teknisiä vaatimuksia, joita käytettiin käyttöliittymän tarkemman suunnittelun tukena. Kokonaisuudessaan arvioinnilla kattava määrä vaatimuksia seuraavan vaiheen suunnittelun pohjaksi. Pääasiassa aikaisempien tutkimusten perusteella johdetut tarpeet huoltotyölle saatiin validoitua ja tarpeisiin perustuvat ja muut yleiset vaatimukset huoltotyötä tukevalle sovellukselle kerättyä.

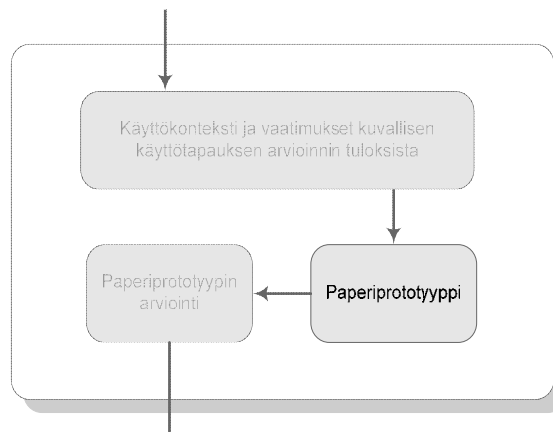
Storyboardista saadut kommentit vahvistivat jo havainnoinnin aikana saatua kuvaa huoltomiesten suhtautumisesta "multimodaalisuuteen". Huoltomiehet ovat nähneet uransa aikana huomattavasti teknisiä laitteita joiden käyttökelpoisuus vaihtelee. Multimodaalisuutta käyttöliittymässä pidetään mielenkiintoisena asiana, mutta sen käyttökelpoisuuteen ei uskota ennen kuin nähdään jotain konkreettista hyötyä.

## 5.2 Paperiprototyypin toteutus

Prosessin toisessa vaiheessa tavoitteena oli tehdä ensimmäinen kuvaus toteutettavasta käyttöliittymästä. Käyttökontekstin ja vaatimusten määrittely tehtiin edellisen vaiheen tulosten pohjalta. Suunnitteluratkaisut toteutettiin paperiprototyypillä, jota arvioitiin yhteisläpikäynnissä huoltomiesten kanssa. Vielä tässä vaiheessa käyttöliittymästä ei lähdetty toteuttamaan tietokoneella toimivaa versiota, sillä se haluttiin pitää helposti muokattavassa muodossa siihen asti, kunnes huoltomiehet ovat päässeet kommentoimaan sitä ensimmäisen kerran.

Paperiprototyypin toteutuksen aikana selvitettiin käytettävissä olevien teknologioiden ja ohjelmistoalustojen ominaisuuksia, jotta paperiprototyypiin tehdyt ratkaisut olisi mahdollista toteuttaa myös käytännössä seuraavan vaiheen aikana. Teknisistä ratkaisuista ja käytössä olevan teknologian rajoitteista kerrotaan kolmannen vaiheen kuvauksen yhteydessä, jossa käyttöliittymästä toteutettiin toimiva prototyyppi.

### 5.2.1 Suunnitteluratkaisujen toteutus paperiprototyypillä



Toisen vaiheen suunnitteluratkaisut toteutettiin paperiprototyypillä. Suunnittelun pohjana käytettiin aikaisempien tutkimusten, havainnoinnin ja storyboardin arvioinnin avulla saatuja tuloksia. Tämä oli ensimmäinen vaihe, jossa käyttöliittymän sisältöä ja toiminnallisuutta kuvattiin tarkalla tasolla. Paperiprototyyppi valittiin suunnitteluratkaisujen toteutustavaksi, koska käyttöliittymää ei vielä tässä vaiheessa haluttu lähteä toteuttamaan ohjelmakoodin tasolla. Paperiprototyyppi syntyi helposti ja nopeasti muun suunnittelutyön yhteydessä ja käyttöliittymään oletettiin tulevan mahdollisesti merkittäviäkin muutoksia huoltomiehiltä saatavien kommenttien perusteella. Lisäksi käyttöliittymää arvioivien huoltomiesten haluttiin keskittyvän käyttöliittymän sisältöön eikä sen ulkoasuun.

## PROTOTYYPIN SUUNNITTELU

### Suunnittelun lähtökohdat

Käyttöliittymä suunniteltiin huoltomiehille. Huoltomiehet poikkeavat käyttäjärhymänä teknisiltä taidoiltaan keskimääräisestä käyttäjästä, koska he osaavat käyttää huomattavaa määrää erilaisia teknisiä laitteita. Vaikka huoltomiehet oppisivatkin käyttämään vaikeakäyttöisiä käyttöliittymiä, he kuitenkin vaativat työvälineidensä olevan helpokäyttöisiä, yksinkertaisia ja nopeakäyttöisiä.

Paperiprototyyppi perustui muun muassa mobiilin huoltotyön tarpeiden toteuttamiseen:

- ♦ **Sosiaalisuus huoltotyössä.** Asiakkaiden tietojen korostaminen ja pitäminen helposti saatavilla.
- ♦ **Tietoteknistyvä ympäristö.** Ongelmakuvaukset ovat tärkeitä, mutta niiden arvoa laskee niiden epäluotettavuus. Vastaavasti korjausehdotusten merkitys korostuu.
- ♦ **Oman työn kontrollointi.** Työjono ja reaaliaikaisesti saatavilla oleva tilannetieto tärkeää.
- ♦ **Oma alue.** Kohteiden ja asiakkaiden tunteminen lisää asiakas- ja kohdetiedon merkitystä.
- ♦ **Tekniikan luotettavuus.** Käytettävien ratkaisujen pitää olla helppoja nopeita ja luotettavia.
- ♦ **Tiedonkulun suoruus.** Työtä tehdään asiakkaan tiloissa ja myös asiakkaan kuuloetäisyydellä. Asiakkaalle välitettävän tiedon on oltava niin asiakkaan ymmärrettävissä kuin asiakkaalle tarkoitettuaakin.
- ♦ **Ongelmanratkaisu puutteellisen tiedon perusteella.** Ongelmanratkaisun tukeminen on tärkeää, mutta myös sen huomiointi, että myös ongelman ratkaisua tukeva järjestelmä voi olla väärässä tehdessään johtopäätöksiä puutteellisen tiedon perusteella.
- ♦ **Liikkuminen kohteelta toiselle.** Huomattava osa ajasta kulutetaan liikkeellä ja sovelluksen olisi oltava käytettävissä myös silloin.

### Sovelluksen toiminnot

Kaikki sovelluksen päätoiminnot liittyvät huoltokeikan tukemiseen. Keikan saaminen tapahtuu työjonon kautta. Ongelman ratkaisemista tukevat yhteydet kollegoihin, muihin taustajärjestelmiin ja internetiin. Keikan raportointia tukevat keikan aikana talletettavat muistiot ja keikan raportoinnin mahdollistaminen sovelluksella.

### Sovelluksen käyttötavat

Sovellus suunniteltiin käytettäväksi seuraavilla kolmella erilaisella tavalla:



- ◆ Käyttöliittymää pystyi käyttämään kynällä ja kosketusnäytöllä, jolloin käyttöliittymää käytettiin kuten muitakin graafisia käyttöliittymiä eli painamalla nappeja ja tekemällä valintoja listoista.
- ◆ Käyttöliittymää voi myös käyttää pelkästään näppäimillä ja palautetta kuuntelemalla, jolloin käyttäjä voi navigoida sovelluksessa nuolinäppäimillä ja kuunnella valintänäppäimellä ruudun sisällön. Tämänlaista käyttöä voi suorittaa kiinnittämättä huomiota jatkuvasti käyttöliittymään. Laitetta ei tarvitse välttämättä edes katsoa missään tilanteessa vaan sen antaman palautteen voi kuunnella.
- ◆ Kolmantena käyttötapana oli käyttö puhekomennoilla. Koska sovelluksen kyky ymmärtää käyttäjien puheella antamaa syötettä oli rajallinen, puhekomennot rajattiin yksinkertaisimpiin komentoihin. Puheella voitiin avata sovelluksia, tiettyjä näyttöjä ja toimintoja. Niillä voitiin aloittaa esimerkiksi äänikommentin tallettaminen.

Käyttäjällä oli myös mahdollisuus yhdistää näitä käyttötapoja tilanteen ja tarpeen mukaan. Eri käyttötapojen käytölle ja yhdistämiselle ei asetettu rajoitteita.

Nämä käyttötavat valittiin ja niitä painotettiin tällä tavalla, koska tilanteita, joissa laitteen käteen ottaminen tai tietyn modaliteetin käyttö ei ole ollenkaan mahdollista, esiintyy huoltotyössä vain harvakseltaan. Esimerkiksi liikkuminen kohteelta toiselle autolla rajoittaa kosketusnäytön käyttämistä, mutta tämänlaisissakaan tilanteissa huoltomiehen molemmat kädet eivät ole jatkuvasti varattuja. Äänen käyttämistä tiedon syöttöön ja vastaanottoon rajoittaa teknisten rajoitteiden lisäksi myös käyttöympäristön vaihtelevuus ja meluisuus.

Kosketusnäytöllä tapahtuvaa eleohjausta ei toteutettu, koska se on sovelluksen yksinkertaisten toimintojen johdosta melko lähellä navigaationäppäimillä tapahtuvaa käyttöä. Eleohjauksen käytössä käyttäjä tarvitsee selkeää palautetta esimerkiksi äänen avulla, jotta hän pystyy luottamaan annetun syötteen perillemenoon (Pirhonen ym., 2002). Vaihtelevasta käyttöympäristöstä johtuen mobiilissa huoltotyössä äänen kuulumiseen ei voida aina luottaa. Lisäksi fyysisiä näppäimiä käyttämällä käyttäjälle välittyy myös tuntoaistiin perustuvaa palautetta annetusta syötteestä. Muita vuorovaikutustapoja ei toteutettu, sillä niitä on vaikea toteuttaa mobiililaitteeseen ilman, että niihin liitetään lisäosia tai muita ratkaisuja, joiden käyttöä huoltomiehet edellisen vaiheen haastatteluissa painokkaasti vastustivat.

Yksittäisenä huomiona voidaan korostaa puhtaan puheohjauksen puuttumista mahdollisista vuorovaikutustavoista. Täydellisen puheeseen perustuvan ohjauksen jättäminen pois vaihtoehtoista perustui seuraaviin tekijöihin.

- ◆ Sovelluksen käyttöympäristö on hyvin vaihteleva äänimaisemaltaan ja tangenttinappia joudutaan käyttämään, jotta sovellus osaisi kuunnella käyttäjän syötettä oikeaan aikaan. Kun käyttäjä haluaa antaa äänisyötettä, hän painaa tangenttinapiksi valitun näppäimen pohjaan mobiililaitteessa ja puhuu haluamansa syötteen napin ollessa pohjassa. Tangenttinapin vapautuessa mobiililaitte lopettaa käyttäjän syötteen vastaanottamisen. Ilman tangenttinappia mobiililaitteen nykyäänkin epävarma puheentunnistus ei toimisi läheskään käyttäjien hyväksymällä tasolla.

- ◆ Tangenttinapin käyttötarpeen vuoksi yksinkertaisimpia komentoja ei kannata ohjata puheella. Sen sijaan, että käyttäjä puhuisi komennon, hän voi painaa suoraan haluttua toimintonäppäintä. Koska sovelluksen koko navigaatio ja yleisimmät komennot ovat käytettävissä kämmentietokoneen viidellä näppäimellä, käytännön tarvetta täydelliseen puheella tapahtuvaan käyttöön ei ole.
- ◆ Puheentunnistuksen epäluotettavuuden ja teknisten rajoitteiden vuoksi puheen käyttämistä sovelluksen toimintojen ohjaamiseen on pakko rajata.

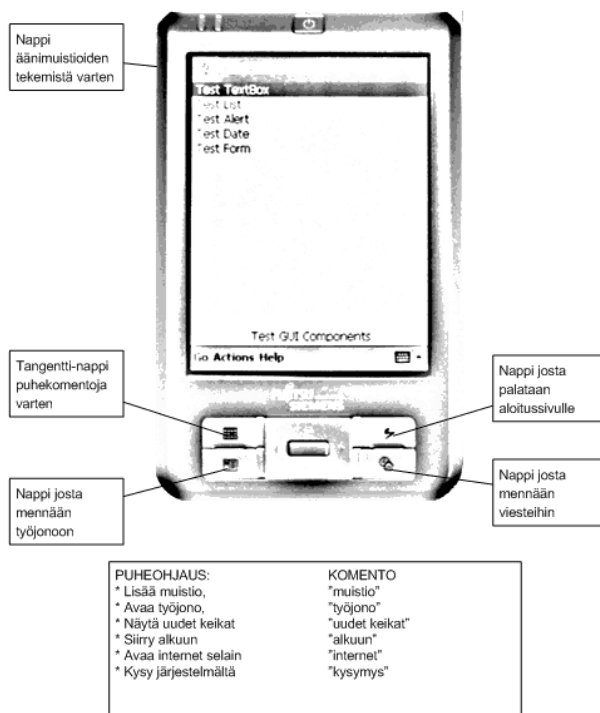
## PAPERIPROTOTYYPPI

*Prototyypit ovat kriittisiä työkaluja käyttöliittymän suunnittelussa, koska niiden avulla käyttäjät saadaan osallistumaan tuotteen kehittämiseen jo suunnitteluvaiheessa. Paperiprototyyppejä on helppo ja edullista tuottaa ja muuttaa. Niitä myös uskalletaan muuttaa helpommin, koska ne ovat vielä keskeneräisen näköisiä. Toisaalta niillä yleensä voidaan esittää vain osa toiminnallisuudesta ja käyttäjät eivät välttämättä saa luotettavaa kuvaa lopullisesta toteutuksesta paperisen version pohjalta. (Hackos & Redish, 1998)*

Paperiprototyyppi oli nimensä mukaisesti paperille tulostettu kuvaus käyttöliittymästä joka sisälsi käyttöliittymän tietosisällön, näytöt ja toiminnot. Prototyyppi kuvattiin sisältöineen mahdollisimman oikeassa mittakaavassa, jotta näyttöjen sisältö vastaisi mahdollisimman hyvin toteutettavan prototyypin sisältöä. Paperiprototyyppi koostui seuraavista kolmesta osasta:

1. **Kämmentietokoneen kuvasta.** Kuvaan oli lisäksi merkitty laitteessa käytössä olevat painikkeet ja niiden toiminnot.

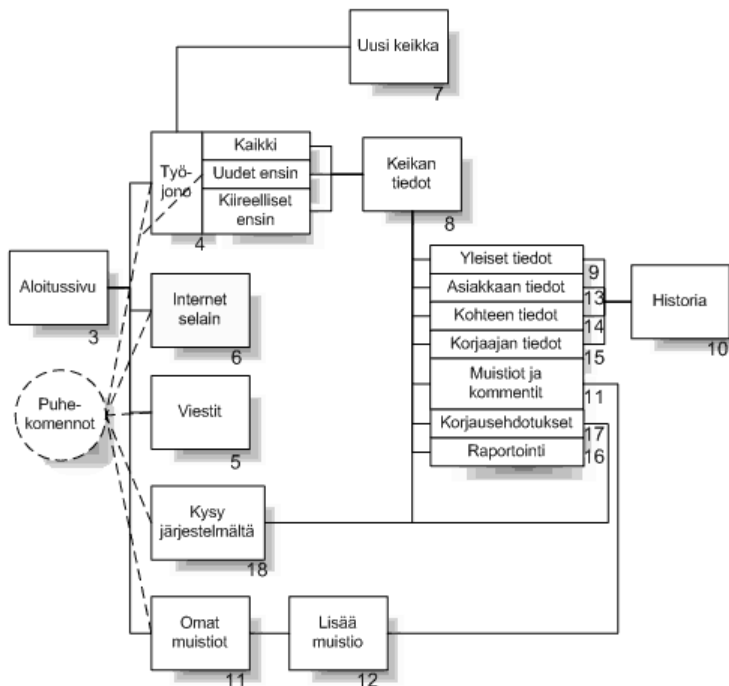
Laitteen painikkeilla olisi tarkoitus pystyä käynnistämään yksittäisiä sovelluksia, kuten työjonon tai viestisovelluksen ja antamaan äänikomentoja. Äänikomentojen käyttäminen vaatisi tangenttinapin painamista ja niillä pystyisi käynnistämään tärkeimpiä sovelluksia ja siirtymään tärkeimpien näyttöjen välillä.



**Kuva 5: Kämmentietokone**

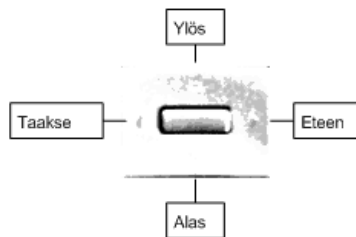
2. **Navigaatiokartasta sovelluksen sisällä.** Navigaatiokarttaan merkittiin sovelluksen eri näytöt, siirtymät näyttöjen välillä ja viitteet paperiprototyypissä kuvattuihin näyttöihin.

**Navigaatiokartta**



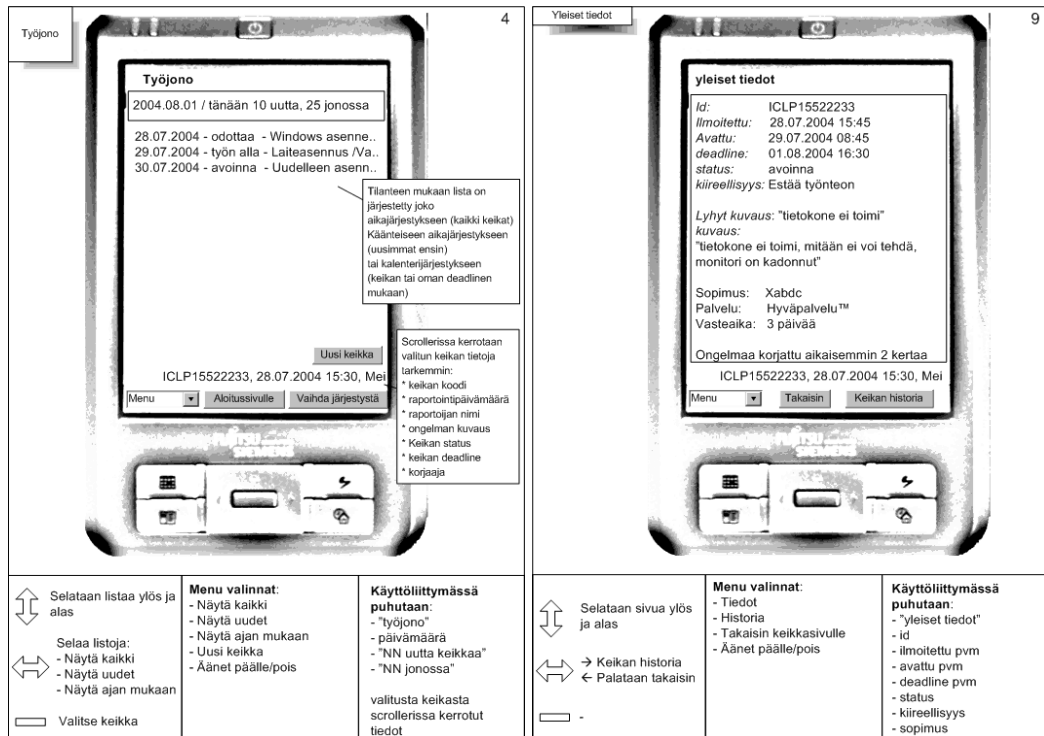
**Kuva 6: Navigaatiokartta**

Suunniteltu liikkuminen sovelluksen eri tilojen välillä oli tarkoitettu mahdollisimman yksinkertaiseksi joko kosketusnäytön ikoneita koskettamalla tai pelkästään kämmentietokoneen neljään suuntaan toimivaa ohjainta käyttämällä. Ohjainta olisi tarkoitus käyttää siten, että seuraavan näytön valitseminen tapahtuisi painamalla "eteen"-toimintonäppäintä ja edelliseen näyttöön palaaminen tapahtuisi "taakse"-toimintonäppäimellä. Toimintonäppäimillä "ylös" ja "alas" valittaisiin ruudulla tarjolla olleiden vaihtoehtojen välillä. Kosketusnäyttöä käyttäen olisi mahdollista liikkua valitsemalla suoraan ruudulla näkyvistä vaihtoehtoista haluttu, tai painamalla näytöllä myös ollutta "taakse"-toimintonäppäintä. Lisäksi tiettyihin näyttöihin ja sovelluksiin olisi mahdollista päästä myös puhekomennolla.



**Kuva 7: Navigaatio paperiprototyypissä näppäimillä**

- 3. Kuvat sovelluksen näytöistä.** Jokainen erillinen näyttö numeroitiin ja sen sisältö ja siinä käytettävissä olevat toiminnot eriteltiin. Yksittäisestä näytöstä kuvattiin ruudun sisältö, navigaationäppäinten toiminnot, valikon sisältö ja käyttöliittymän puhumat asiat. Ruudun sisältöä tarkennettiin tilanteen mukaan selitysteksteillä, silloin kun kaikkea dynaamista toiminnallisuutta ei voitu esittää yksittäisellä kuvalla.



**Kuva 8: Kaksi esimerkkiä paperiprototyypin näytöistä**

Koska paperiprototyyppi koostui A5-arkeille tulostetuista prototyypin näyttöjen kuvista ja navigaatiokartasta, prototyyppiä ei luonnollisesti voinut käyttää kosketusnäyttöä tai näppäimistöä painamalla. Näyttöjen valitseminen tapahtui seuraamalla navigaatiokartan viivoja näytöstä toiseen ja valitsemalla oikea numeroitu näyttö. Navigaatiokartassa yksittäisestä näytöstä oikealle tai alas lähtevä viiva tarkoittaa siirtymää näytöstä "eteenpäin" ja vasemmalle lähtevä viiva siirtymää "taaksepäin".

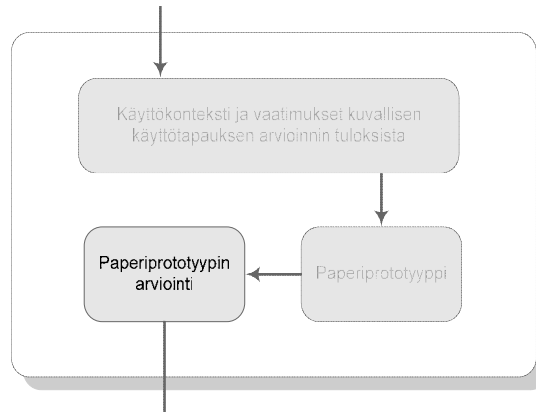
## POHDINTAA PAPERIPROTOTYYPISTÄ

Käyttöliittymä suunniteltiin kerätystä tarpeista ja vaatimuksista paperiprototyyppiksi noudattaen muun muassa Cooperin ja Reimannin (Cooper & Reimann, 2003) kuvaamaa prosessia, jossa käyttöliittymän sisältö hahmotellaan aloittaen sovelluksen korkean tason navigaatorakenteesta ja yksittäisistä näytöistä, josta jatketaan järjestelmällisesti yksityiskohtia lisäten, kunnes käyttöliittymän kaikki näytöt on suunniteltu yksityiskohtaisesti.

Paperiprototyyppi toimi myös suunnitelmana käytännön toteutukselle. Huoltomiesten arvioinnin lisäksi sen perusteella myös varmistettiin, että sovelluksen näytöt, toiminnot ja niissä käytetty kieli ovat yhdenmukaisia koko sovelluksessa.

Sisällön ja mittasuhteiden tarkasta kuvauksesta huolimatta käyttöliittymä jätettiin muilta osiltaan karkealle tasolle, jotta huoltomiehet eivät keskittyisi liikaa käyttöliittymän ulkoasuun.

## 5.2.2 Toteutuksen arviointi



Toisessa vaiheessa arvioinnin kohteena oli paperiprototyyppi. Nyt huoltomiehet pääsivät jo kommentoimaan ja esittämään muutosehdotuksia ensimmäiselle käyttöliittymäversiolle.

### PAPERIPROTOTYYPIN ARVIOINTI

*Ryhmäläpikäynnin, kuten muidenkin käytettävyyden arviointimenetelmien, käytön päätavoitteena on kehittää mahdollisimman käytettävyydeltään hyviä käyttöliittymiä. Menetelmän etuna on useamman erilaisen näkemyksen saaminen pöytään yhdellä kertaa jolloin käyttöliittymään ja sen parannusehdotuksiin saadaan välittömästi palautetta käyttäjiltä. (Bias, 1994)*

Paperiprototyyppiä arvioitiin ryhmäläpikäynnillä. Ryhmäläpikäynnissä käyttäjät ja suunnittelijat kokoontuvat käymään läpi käyttöliittymän prototyyppiä. Prototyyppi käydään läpi skenaarioiden avulla, joissa kukin läpikäynnin osanottaja suorittaa itsenäisesti yksittäisen osatehtävän, jonka jälkeen tehdyistä ratkaisuista keskustellaan (Bias, 1994). Läpikäynnin aikana ja sen jälkeen huoltomiehet saivat kommentoida käyttöliittymää ja kaikkia siihen liittyviä asioita vapaasti. Läpikäynnille ei asetettu mitään aikarajaa vaan jokaisesta vaiheesta keskusteltiin niin kauan kuin oli tarpeellista. Kokonaisuudessaan läpikäyntiin käytettiin hieman alle kaksi tuntia. Paperiprototyypin lisäksi läpikäynnin aluksi huoltomiehille esiteltiin myös kämmentietokone, jossa sovellusta käytettäisiin, jotta huoltomiehet saivat myös käytännön tuntuman paperilla esitettyyn ratkaisuun. Läpikäynnin jälkeen huoltomiehiä haastateltiin lyhyesti prototyypistä.

Läpikäyntiin osallistui käyttöliittymän suunnittelija ja kaksi huoltomiestä. Arviointi suoritettiin Helsingissä huoltopalveluja tarjoavan yrityksen neuvotteluhuoneessa. Läpikäynnin tehtävät ovat liitteessä 2. Läpikäynnin jälkeen suoritetun haastattelun kysymykset ovat liitteessä 3.

### ARVIOINNIN TULOKSET

Läpikäynnin tuloksena saatiin huomattava määrä parannusehdotuksia ja toiveita käyttöliittymälle. Käyttöliittymän ominaisuuksiin liittyvien ehdotusten lisäksi huoltomiehet kertoivat lisää erilaisista käyttötilanteista ja tarpeista joita heillä näihin liittyen oli.

◆ ***Ongelmanratkaisun tukeminen***

Yleisesti katsottuna ongelmanratkaisu on oleellinen osa huoltomiesten työntekoa eivätkä he halua luopua siitä. Ongelmanratkaisuun ja sen tukemiseen liittyvistä tekijöistä muodostui tutkimuksen edetessä seuraavanlainen kolmesta osasta koostuva kokonaisuus.

◆ ***Ongelmanratkaisun tukeminen: Yksittäisen ongelman ratkaiseminen***

Jo Edellisessä vaiheessa tehdyn havainnoinnin yhteydessä havaittiin, että ongelmanratkaisun tukemisessa kannattaa keskittyä tietyntyyppisten ongelmien ratkaisuun. Siinä ei kuitenkaan eritelty tarkemmin, minkälaisen ongelmien ratkaiseminen tarvitsee tukea. Yleisesti todettiin, että helppoja ongelmia ei tarvitse ratkaista huoltomiehen puolesta, sillä ongelmanratkaisu kuuluu huoltomiesten osaamisalueeseen.

Ongelmiin, joihin tarvitaan tukea, lukeutuvat muun muassa hankalat ja uudentyyppiset ongelmat sekä aikaa vievät ongelmat. Ongelmien, joita ei saada ratkaistuksi tilanteessa normaalisti käytetyillä korjaustoimenpiteillä tai joiden syy ei tahdo selvitä helposti, tukemisessa olisi hyödyllistä saada ratkaisuvaihtoehtoja esimerkiksi historiatietoon ja muiden kokemuksiin pohjautuen. Ongelmia, joiden korjaaminen voi kestää pitkään, voi olla ratkaisemassa useampia henkilöitä yhtä aikaa tahoillaan. Ratkaisu- ja ongelmatiedon jakaminen voi auttaa näidenkin ongelmien korjaamisessa.

◆ ***Ongelmanratkaisun tukeminen: Vaihtoehtoisten ratkaisujen hakeminen***

Kuten edellisessä vaiheessa tehdyn havainnoinnin yhteydessä jo huomattiin, ongelmakuvauksen perusteella ei aina voida tietää, miten ongelma pitäisi korjata. Useamman annetun korjausvaihtoehdon avulla olisi myös mahdollista kartoittaa ongelma-alueita erilaisten korjausvaihtoehtojen tukemana ja kenties löytää ratkaisu sitä kautta.

Huoltotyötä tukevan sovelluksen pitäisi siis tarjota useita korjausehdotuksia yksittäiseen ongelmaan.

◆ ***Ongelmanratkaisun tukeminen: Ongelma-alueen kartoitus***

Ongelmanratkaisun tukeminen ei aina tarkoita jonkin tietyn tunnetun ongelman korjaamisen tukemista. Ongelmia voi esiintyä myös muun työn, kuten normaalien huoltojen ja asennusten yhteydessä. Ongelmanratkaisua voi tukea proaktiivisesti esimerkiksi tarjoamalla taustatietoa jossakin laitteessa tai huoltotoimenpiteessä aikaisemmin esiintyneistä ongelmista, jolloin huoltomies voi jo etukäteen kartoittaa minkälaisia ongelmia työtehtävissä voi tulla vastaan.

Huoltotyötä tukevan sovelluksen pitäisi siis tarjota ratkaisujen lisäksi myös ongelmia korjauksen kohteeseen liittyen.

◆ ***Kommunikaatio on tärkeää huoltotyössä***

Kuten aikaisemmissakin tutkimuksissa on havaittu (Brodie & Perry, 2001), kommunikaatio on tärkeä osa mobiilia työtä. Huoltomiehet kommunikoivat asiakkaiden kanssa niin ennen keikkaa, sen jälkeen, kuin keikan ajanakin. Huoltomiehet ovat verkostoituneet kollegoidensa ja muiden samanmielisten ihmisten kanssa niin yrityksen sisällä kuin sen ulkopuolellakin. Epävirallista tiedonvaihtoa käydään reaaliajassa sekä organisaatioiden, että maantieteellistenkin rajojen yli. Näillä epävirallisilla ”kahvipöytäkeskusteluilla” on suuri merkitys tiedon jakamisessa huoltomiesten kesken.

Huoltotyötä tukevan sovelluksen olisi tuettava tiedonvaihtoa sekä yrityksen sisällä, että asiakkaiden kanssa ja mahdollistettava viestintä myös muiden osapuolten välillä.

◆ ***Asiakaspalvelutyö: Sosiaalisilla suhteilla on merkitystä***

Kuten jo edellisessä vaiheessa tehdyn havainnoinnin yhteydessä huomattiin, sosiaalinen kanssakäyminen on tärkeä osa huoltotyötä. Sosiaaliset suhteet menevät tärkeysjärjestyksessä jopa ongelmakuvausten edelle kun työtehtäviä suunnitellaan. Tämä ei tarkoita sitä, että tuttujen ja ns. hyvien tyyppien ongelmat korjattaisiin ensin. Pelkkien ongelmatietojen ongelma on, että niiden perusteella tiedetään vain, että jollakin asiakkaalla on jokin tietty ongelma. Asiakkaan nimen perusteella sen sijaan tiedetään usein asiakkaan sijainti, korjauksen kohde, asiakkaan laiteympäristö, mitä ongelmia kohteella on aikaisemmin ollut ja muuta vastaavaa tietoa. Lisäksi asiakastietojen perusteella annettu ongelma kuvauskin on helpompi tulkita, kun on tiedossa, minkälaisiin ongelmiin asiakas yleensä törmää ja, miten niistä raportoi.

Huoltotyötä tukevassa sovelluksessa asiakas- ja henkilötiedot ovat erityisen tärkeitä ja ne olisi oltava saatavilla mahdollisimman helposti.

◆ ***Erilaiset käyttäjät, erilaiset tarpeet***

Käyttäjien tarpeet sovelluksen tietosisällölle vaihtelevat tilanteen ja henkilön mukaan. Esimerkiksi yksi huoltomies tarvitsee asiakkaiden osoitetietoja, koska asiakkaat sijaitsevat eri puolilla kaupunkia, mutta toiselle riittää pelkkä puhelinnumero, koska asiakas on samassa rakennuksessa.

Huoltotyötä tukevan sovelluksen tulee tarjota tietoa monenlaista käyttöä varten.

◆ ***Erilaiset käyttäjät, erilaiset käyttötavat***

Käyttäjien tavat käyttää kämmentietokonetta vaihtelevat tilanteen ja henkilön mukaan. Huoltomiehet perustelivat käyttötapojen valintaa muun muassa aikaisemmillä kokemuksilla vastaavista käyttöliittymistä.

Käyttöliittymän ei pitäisi pakottaa käyttäjiä käyttämään sovellusta tietyllä tavalla, vaan antaa käyttäjille mahdollisuus valita, miten ja missä järjestyksessä asioita tekevät.



◆ ***Laitteissa valmiina olevien sovellusten preferoiminen***

Huoltomiehet kommentoivat läpikäynnin yhteydessä käyttävänsä mieluiten heille tuttuja sovelluksia. Tietyille sovelluksille, kuten viestisovelluksille, kalenterisovelluksille ja www-selaimille on muodostunut jo tietty käyttökulttuuri ja käyttäjät haluavat käyttää samoja ohjelmia mitä ovat aikaisemminkin käyttäneet. Vastaavasti sovellusten käyttötavat ovat erilaisia.

Huoltotyötä tukevan sovelluksen ei kannata yrittää korvata näitä olemassa olevia sovelluksia vaan ennemmin tarjota mahdollisuus hyödyntää niitä osana huoltotyön tukemista.

◆ ***Liikkeellä tehdään nopeita työtehtäviä***

Vaikka liikkeellä oltaessa olisikin mahdollista tehdä kaikki huoltokeikkaan liittyvät toimenpiteet aina keikan avaamisesta sen raportointiin ja sulkemiseen asti, tiettyjen tehtävien tekemiseen muut ratkaisut ovat parempia. Esimerkiksi huoltokeikan raportointi on helpompaa tehdä omalla tietokoneella, jossa on suurempi näyttö ja täyskokoinen näppäimistö. Keikka ei myöskään välttämättä ole ohi ja siten raportoitavissa ennen kuin huoltomies on palannut takaisin toimistolle, jossa oma tietokone on käytössä.

Huoltotyötä tukevassa sovelluksessa kannattaa keskittyä mobiilitalanteissa tapahtuvien toimien tukemiseen. Aikaa vieviä tehtäviä suoritetaan harvemmin liikkeellä ollessa. Esimerkiksi tietojen tallentaminen muistiin tehdään nopeasti kirjaamalla yleensä yksittäisiä osia kokonaisuudesta, kuten sarjanumeroita ja vastaavia. Erityisesti pitkät kirjoitustehtävät kannattaa suosiolla jättää siihen paremmin soveltuvilla välineillä tehtäväksi.

**Tutkimuskysymyksiin vastaaminen paperiprototyypin arvioinnin perusteella**

◆ ***Multimodaalinen käyttöliittymä huoltotyön tukemisessa***

Huoltomiehillä on työn puolesta kerättyä huomattava määrä kokemusta erilaisista tietoteknisistä ratkaisuista ja niiden toimimattomuudesta. Esimerkiksi puheohjauksen toimivuutta käytännössä epäiltiin suuresti. Samaten multimodaalisen käyttöliittymän mahdollistamiin vaihtoehtoisin käyttötapoihin suhtauduttiin varauksella. Mielenpiteenä oli, että olisi hienoa, jos multimodaalisuus toimisi, mutta käytännössä siihen ei uskottu. Multimodaalisuuden ei myöskään uskottu nopeuttavan työtehtävien hoitamista, mikä vastaakin aikaisempien tutkimusten (Oviatt, 1999) tuloksia.

Käyttötilanteista ainoastaan autolla ajaessa tapahtuvassa käytössä multimodaalisia ominaisuuksia pidettiin hyvinä. Tässä tilanteessa ymmärrettiin selkeimmin tarve vaihtoehtoisille tiedon syöttö- ja vastaanottotavoille, kun kädet ja huomio ovat varattuna suurimman osan ajasta auton ajamiseen. Myös aikaisemmat kokemukset käytössä olleista kämmentietokoneista ovat kuitenkin olleet sen verran huonoja nimenomaan mobiileissa käyttötilanteissa, että paremmille käyttöliittymille olisi selkeä tarve.

#### ◆ *Multimodaalisuus huoltotyön eri tilanteissa*

Samoin kuin laitteen muullekin käytölle, huoltomiehet asettavat tehokkuusvaatimuksia myös puheella tapahtuvalle vuorovaikutukselle. Sovelluksen kanssa ei haluta käydä pitkiä keskusteluja eikä odottaa pitkiä aikoja sovellusten vastauksia annettuun syötteeseen. Siinä ajassa, kun sovelluksen kanssa on käyty pitkä dialogi, huoltomies olisi jo ehtinyt korjata suuren osan eteen tulevista ongelmista tai käynyt viemässä rikkinäisen osan huoltoon.

Asiakkaista voi tietojärjestelmiin tallentua monenlaista tietoa ja osa siitä voi olla arkaluontoista. Koska huoltotyö tapahtuu asiakkaiden tiloissa ja multimodaalisella käyttöliittymällä voidaan välittää tietoa myös puheella, on huolehdittava, että sovellus ei puhu arkaluontoisia tietoja väärään aikaan. Huoltotyötä tukevan sovelluksen ääneen antama palaute olisi oltava käyttäjän hallittavissa. Esimerkiksi asiakkaisiin liittyvää tietoa kannattaa puhua ääneen vain käyttäjän sitä pyytäessä.

### **POHDINTAA ARVIOINNISTA**

Ryhmäläpikäyntiin osallistui yhteensä kolme henkilöä, käyttöliittymän suunnittelija ja kaksi huoltomiestä. Suuremmalla osallistujajoukolla olisi oletettavasti saatu luotettavampia tuloksia, mutta käytettävissä olleilla huoltomiehilläkin läpikäynnin tulokset olivat hyviä. Rajallisesta osallistujamäärästä huolimatta erityisesti huoltomiesten keskenään käymät keskustelut ja pohdinnat antoivat paljon toisiaan tukevia näkemyksiä käyttöliittymän käytöstä ja sen ominaisuuksista. Kun huoltomiehet olivat erimielisiä jostain asiasta, he lähtivät automaattisesti etsimään perusteluja eriäville näkemyksilleen. Myös ehdotukset korjausehdotuksista ja muutoksista käyttöliittymään mahdollistivat useamman eri parannus- ja korjausvaihtoehdon selvittämisen läpikäynnin aikana.

Tutkimuskysymyksiin ei paperiprototyypin läpikäynnillä saatu merkittävää lisävalaistusta. Tämä oli sinänsä odotettavissakin, sillä paperiprototyyppi painotti lähinnä käyttöliittymän visuaalisia ominaisuuksia. Koska huoltomiehet käyttivät läpikäynnissä paperista käyttöliittymää, käyttökonteksti ei tuonut tarvetta käyttää, tai edes harkita, vaihtoehtoisia tai multimodaalisia käyttötapoja sovellukselle.

Käyttöliittymän ominaisuuksien ja tietosisällön parantamisessa paperiprototyypin läpikäynti osoittautui tärkeäksi vaiheeksi. Huoltomiehet uskalsivat olla eri mieltä paperisen käyttöliittymän ominaisuuksista ja sen tietosisällöstä ja ehdottivat parannuksia ja muutoksia käyttöliittymään ja laitteen ominaisuuksiin.

Huoltomiesten teknisellä taustalla ja kiinnostuksella teknisiä laitteita kohtaan oli selkeä vaikutus. He olivat erittäin kiinnostuneita itse sovelluksesta ja sen käyttömahdollisuuksista. Teknisen taustansa vuoksi huoltomiehet myös tiesivät liikaa teknisiä yksityiskohtia taustajärjestelmistä ja lähtivät välillä miettimään käytännön toteutusratkaisuja käyttöliittymän ominaisuuksien sijaan. Tälläkin kertaa huoltomiehet painottivat vaatimustaan sovelluksen helppokäyttöisyydestä, jotta he suostuisivat ottamaan sen käyttöön. Sovellus ei saisi sisältää mitään monimutkaista eikä mitään ylimääräistä, vaan sen pitäisi toimia kuten tehokas työkalu.

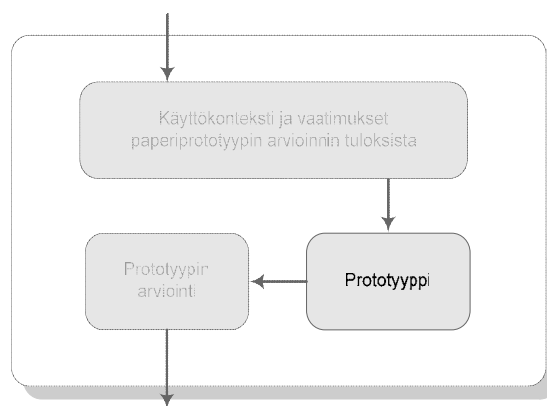
Ryhmäläpikäynti ei antanut merkittävää tietoa käyttöliittymän navigaatorakenteeseen ja näyttöjen elementtien sijoitteluun liittyen. Sovelluksen visuaalinen rakenne oli ruudun koosta johtuen hyvin yksinkertainen ja koska ruudulle ei kerrallaan mahtunut noin kolmea erityyppistä elementtiä enempää, käyttöliittymän ulkoasuun liittyvät muutosehdotukset jäivät vähäisiksi. Enemmän painoa asetettiin sovelluksen tarjoamalle tietosisällölle. Koska sovelluksen navigaatorakenne oli suunniteltu hyvin yksinkertaiseksi ja siinä liikkuminen rajoitetuksi, käyttäjien suorittamat tehtävät eivät antaneet merkittävästi lisätietoa, kuten menetelmän perusteella olisi voinut odottaa. Huoltomiehille näin yksinkertaisen käyttöliittymän käyttäminen ilman häiriötekijöitä osoittautui melko triviaaliksi tehtäväksi.

Vaikka käyttöliittymän päärakenteeseen ei tehty muutoksia, sen tietosisältöä ja joitakin näyttöjä muokattiin merkittävästi, mikä säästi aikaa vievien muutosten tekemiseltä myöhemmissä vaiheissa.

## 5.3 Toiminnallisen käyttöliittymäprototyypin toteutus

Prosessin kolmannessa vaiheessa toteutettiin toimiva ja testauskelpoinen prototyyppi käyttöliittymästä. Sovellusta ei kuitenkaan integroitu mihinkään taustajärjestelmiin eikä sen ulkonäköä tehty vastaamaan julkaisukelpoista tuotetta. Käyttökontekstin ja vaatimusten määrittely tehtiin edellisen vaiheen tulosten pohjalta. Prototyypin vastaavuutta asetettuihin tavoitteisiin selvitettiin arvioinnissa jossa käyttäjille annettiin lyhyt opastus laitteen käyttöön, minkä jälkeen he suorittivat sillä huoltotyöhön liittyviä tehtäviä.

### 5.3.1 Suunnitteluratkaisujen toteutus prototyypillä



Kolmannessa vaiheessa suunnitteluratkaisut toteutettiin toiminnalliseen prototyyppiin. Prototyyppi perustui edellisessä vaiheessa tehtyyn paperiprototyyppiin ja huoltomiesten antamaan palautteeseen siitä. Tässä vaiheessa prototyyppi rakennettiin mahdollisimman valmiiksi käyttöliittymän ominaisuuksien suhteen, jotta käyttöliittymän multimodaalisia ominaisuuksia päästään tutkimaan tarkemmin.

#### PROTOTYYPIN TEKNINEN SUUNNITTELU

Ennen paperiprototyypin suunnittelun aloitusta oli jo tiedossa, että tekniikka rajoittaa vuorovaikutusmahdollisuuksia ja tehtävissä olevia suunnitteluratkaisuja. Kaikkea sitä mitä PC-tietokoneella on mahdollista tehdä, ei ole mahdollista tehdä mobiililaitteessa.

Yksi selvityskohde tutkimuksessa oli, miten multimodaalinen käyttöliittymä voidaan rakentaa mobiililaitteeseen, jonka on kestävä huoltotyön vaatimuksia. Huoltomiesten vaatimukset käyttämiensä laitteiden nopealle käyttöönotolle, yksinkertaiselle käytölle, kestävyydelle ja helpolle mukana kuljetettavuudelle tarkoittavat käytännössä, että sovelluksen on toimittava yksittäisessä taskuun tai vyölle mahtuvassa mobiililaitteessa. Siinä ei myöskään saa olla erillisiä lisäosia tai muita hukkuvia tai helposti rikkoontuvia osia.

Mobiililaitteen kaikkia ominaisuuksia ei toteutettu itse vaan valmiita komponentteja käytettiin kun vain mahdollista. Esimerkiksi mobiililaitteilla tapahtuva puheen generointi ja tulkinta olivat niin monimutkaisia ongelmia, että niiden ratkaisemiseen vain harvoilla löytyy

teknisiä valmiuksia. Muiden tahojen valmistamien tuotteiden käyttäminen näiden ominaisuuksien toteuttamiseen oli ainoa käytännöllinen lähestymistapa. Myös www-selaimet ja viestiohjelmat olivat laitteen omia sovelluksia. Haittana laitteiden vakiosovellusten käytölle on se, että niiden saatavuus ja laatu riippuu käytettävästä mobiililaitteesta. Koska tekniset alustat vaihtelevat paljon, kehitetty sovellus ei sellaisenaan ole siirrettävissä erilaiselle laitteistoalustalle ilman erikoistoimenpiteitä.

Mobiililaitteen käyttäminen sovellusalustana tuo lisäksi muun muassa seuraavia teknisiä rajoituksia jotka vaikuttavat mahdollisiin vuorovaikutustapoihin ja sovelluksen toiminnallisuuteen:

- ◆ ***Mobiililaitteelle voidaan antaa syötettä vain kosketusnäytöllä, näppäimillä ja puheella.*** Ilman erillisiä lisäosia muita vuorovaikutustapoja, kuten eleiden käyttöä ei voida käyttää syötteen antamiseen sovellukselle.

Mobiililaitteen lisäosat olisivat vastoin huoltomiesten vaatimusta yksinkertaisesta ja kompaktista laitteesta, joten ennen kuin mobiililaitteisiin sisällytetään vaihtoehtoisia tiedonsyöttötapoja, niitä ei huoltotyössä kannata toteuttaa.

Esimerkiksi eleiden tunnistaminen olisi periaatteessa mahdollista mobiililaitteessa olevalla kameralla, mutta tällä hetkellä kuvanlaatu, kameroiden sijoittelu laitteissa, ja käytettävissä oleva prosessointikyky rajoittaa käyttökelpoisten sovellusten kehittämistä. Samanlaisia rajoitteita on äänen käyttämisessäkin, kuten alla on kuvattu.

- ◆ ***Mobiililaitteiden kyky ymmärtää käyttäjän puhetta on rajoittunut.*** Laitteiden prosessointiteho ei vielä riitä luotettavaan puheen tulkintaan. Tällä on seuraavia vaikutuksia mobiileille ja multimodaalisille sovelluksille.

Mobiililaitte ei kykene kääntämään sanelua tekstiksi. Monenlaisissa tilanteissa olisi helpointa antaa syötettä puheella. Jotta sovellukset voisivat käyttää puhe-syötettä hyväkseen, se olisi ensin käännettävä tekstiksi. Tällä hetkellä ainoa tapa tehdä tämä muunnos on lähettää talletettu äänitiedosto jollekin palvelimelle joka tekee muunnoksen mobiililaitteen puolesta. Ongelmana tässä on luonnollisesti se, että melko nopean verkkoyhteyden olisi oltava jatkuvasti saatavilla, mikä ei huoltotyön tapauksessa kuitenkaan ole käytännössä mahdollista.

Mobiililaitte ymmärtää joitakin komentoja, mutta niiden määrä on rajoittunut. Mobiililaitte on mahdollista saada ymmärtämään maksimissaan muutamia kymmeniä komentoja. Ongelmaksi muodostuu annettujen komentojen erottaminen toisistaan. Komentojen on erotuttava toisistaan riittävästi ääntämykseltään, jotta sovellus osaa erottaa ne toisistaan ja suorittaa oikean toiminnon.

Käytännössä puheentunnistus tunnistaa vain tietyllä ääntämistavalla lausuttuja syötteitä. Tällä hetkellä tämä tarkoittaa lähinnä englantia äidinkielenään puhuvien syötteiden tunnistamista. Englannin kielen ääntämistavasta poikkeavien syötteiden tunnistamisessa ollaan vaikeuksissa. Varsinkin suomalaisen puheen ymmärtämisessä on suuria ongelmia. Murteiden ymmärtämisestä ei kannata edes puhua. Esimerkiksi

suomalainen käyttäjä joutuu käyttämään huomattavasti vaivaa ääntääkseen komentoja sovelluksen haluamalla tavalla.

Multimodaalisen sovelluksen kannalta tämä tarkoittaa, että käytettävien puhekomentojen määrä kannattaa pitää mahdollisimman pienenä. Tällöin sekä sovelluksella on mahdollisuus ymmärtää annettu komento, että käyttäjällä kykenee muistamaan annettavat komennot ja niiden ääntämistavat.

- ◆ ***Mobiililaitteiden kyky tuottaa puhetta on rajoittunut.*** Mobiililaitteiden puhetta tuottavia sovelluksia löytyy yleisimmille kielille, mutta puheen tuottaminen harvinaisemmalla kielellä on hankalampaa.

Mobiilisovellusta ei saatu puhumaan suomalaisella ääntämistavalla. Tarjolla olevista kielistä Italia oli lähimpänä suomalaista. Käytännössä italialaisittain puhuttua suomea joutui opettelemaan kuuntelemaan hetken aikaa kunnes sitä oppi ymmärtämään, mutta puheesta oli kuitenkin mahdollista saada selvää.

Multimodaalisen käyttöliittymän kannalta tämä tarkoittaa, että puheella välitettyyn palautteeseen joudutaan keskittymään hieman normaalia enemmän.

- ◆ ***Mobiililaitteiden mikrofonin- ja kaiutintratkaisut ovat laadultaan heikkoja.*** Erillisen mikrofonilla tai hands-free laitteella äänenlaatua voidaan parantaa, mutta kaikkiin kämmentietokoneisiin ei edes saa erillistä mikrofonia.

Käyttäjän puheen tulkinta muodostuu entistäkin hankalammaksi, kun mikrofonit vääristävät sovelluksen tulkittavaksi menevää ääntä.

Koska ääni leviää tasaisesti ympäristöönsä, puheen käyttäminen käyttöliittymän ohjaamiseen ei teoriassa vaadi sen suuntaamista mihinkään tiettyyn suuntaan. Mobiililaitteiden mikrofonien heikosta laadusta johtuen niille pitää kuitenkin puhua sopivalta etäisyydeltä ja oikeaan suuntaan, jotta sovellukset kykenevät erottamaan tarkoitetun syötteen taustakohinasta.

Äänen käytön kaikkia etuja ei päästä hyväksikäyttämään parhaalla tavalla mobiililaitteilla, joissa näyttöruudun kokoon ja laatuun panostetaan ääniominaisuuksia enemmän.

Multimodaalisen käyttöliittymän toteutuksen kannalta edellä kuvatut rajoitukset tarkoittavat, että tiedonsyöttötavat pohjautuvat hyvin pitkälle näppäinten painamiseen ja graafisista käyttöliittymistä tuttuun osoittamiseen. Puheen käyttö syötteenä jää vähäisemmälle huomiolle.

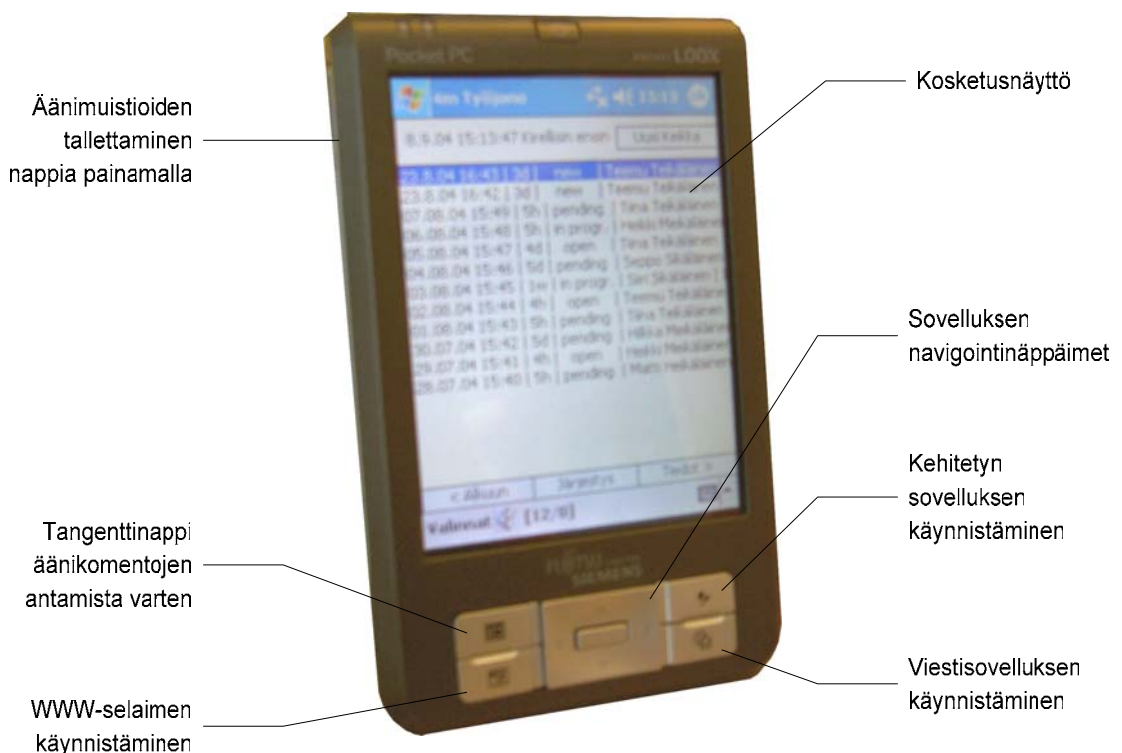
## TOIMINNALLINEN PROTOTYYPPI

*Prototyypit ovat kriittisiä työkaluja käyttöliittymän suunnittelussa, koska niiden avulla käyttäjät saadaan osallistumaan tuotteen kehittämiseen jo suunnitteluvaiheessa. Korkeamman tason prototyyppiä käyttäjät voivat käyttää suoraan ja sen avulla voidaan jo nähdä, millainen lopullinen tuote tulisi olemaan. Toisaalta niiden valmistaminen on yksinkertaisia prototyyppiä vaativampaa. (Hackos & Redish, 1998)*

Prototyyppi koostui multimodaalisesta sovelluksesta ja kämmentietokoneesta jossa sovellus toimii. Kämmentietokone oli Fujitsu-Siemensin Pocket LOOX 420, jossa oli 400MHz StrongARM suoritin, 64MB muistia ja Windows Mobile 2003 -käyttöjärjestelmä.

Prototyypisovelluksen perustoiminnallisuus ja näytöt toteutettiin Embedded Visual Basic ohjelmointikielillä. Siihen yhdistettiin puheen tuottamiseen ja tallettamiseen tarvittavia ohjelmistokomponentteja ja muuta toimintalogiikkaa Embedded C++ ohjelmointikielen avulla.

Ulkoisesti prototyyppi pysyi melko samanlaisena kuin paperiprototyyppiin oli suunniteltukin. Näppäinten toiminnallisuutta ja järjestystä muutettiin hieman, mutta muuten sovelluksen käyttöliittymä pysyi samanlaisena.

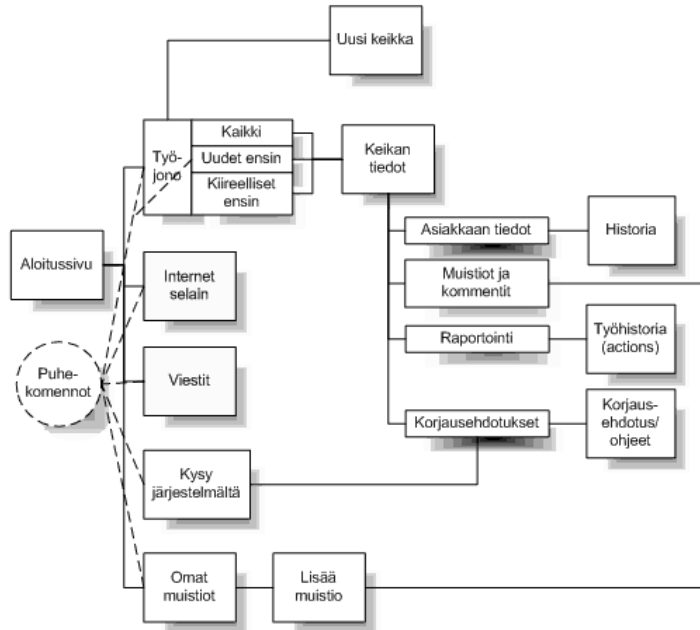


Kuva 9: Prototyyppi

Sovelluksen navigaatorakenne pysyi melko samanlaisena kuin paperiprototyyppissäkin. Paperiprototyyppissä sovelluksen navigaatorakenne suunniteltiin mahdollisimman yksinkertaiseksi. Sitä yksinkertaistettiin lisää muun muassa vähentämällä huoltokeikkoihin

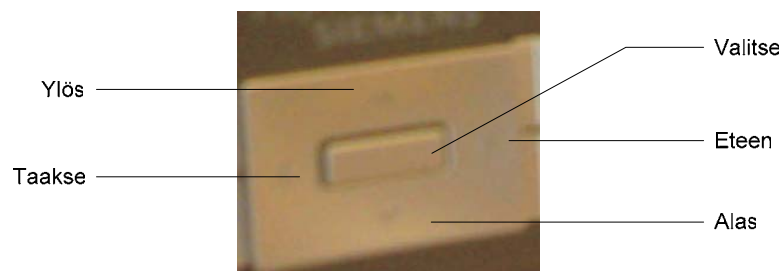
liittyvää tietoa, jota ei keikkojen aikana välttämättä tarvita, ja yhdistämällä keikkojen näyttöjä.

#### Navigaatiokartta



**Kuva 10: Prototyypin navigaatiokartta**

Liikkumiseen eri tilojen välillä ja sovelluksen käyttöön ei tehty suuria muutoksia paperiprototyypin nähden. Navigaatio oli edelleen mahdollista pelkästään kosketusnäyttöä, pelkästään näppäimiä tai molempia käyttäen. Lisäksi tiettyihin näyttöihin ja sovelluksiin oli mahdollista edelleen päästä myös puhekomentoja käyttäen. Näppäinten toimintoja yhdenmukaistettiin edelleen ja valinta-näppäimen toiminnaksi vakiintui joko näytön tietojen puhuminen ääneen tai käyttäjän syötteen vastaanottaminen puheen avulla näyttöissä joissa käyttäjä voi antaa syötettä.



**Kuva 11: Navigaatio prototyypissä**

Myös sovelluksen näyttöjä yksinkertaistettiin jonkin verran. Näyttöjen sisältö jaettiin kolmeen osaan: pääsisältöön, lisätietoihin ja perusnavigaatio-näppäimiin. Näytöistä poistettiin myös ylimääräisiä elementtejä, jotta tärkeimmälle sisällölle jäisi riittävästi tilaa. Esimerkiksi ruudulla vierivästä tekstistä ei ollut käytännössä hyötyä, sillä samat tiedot sai



nopeammin vaihtamalla yhtä toimintonäppäintä painamalla toiseen näyttöön, jolloin ei tarvinnut odotella kunnes haluttu teksti tulisi näkyville. Näytöt jätettiin tarkoituksella ulkonäöltään hieman keskeneräiseksi, jotta huoltomiehet ymmärtäisivät prototyypin olevan edelleen kehitysvaiheessa ja uskaltaisivat antaa siihen parannusehdotuksia. Alla olevissa ruutukaappauksissa ruudun pääsisältö, kuten listat ja tiedot ovat valkoisella taustalla. Lisätietojen taustaa on hieman sävytetty (ei välttämättä erotu mustavalkoisena). Navigaationäppäinten tausta on tummennettu. Sovelluksen elementtien lisäksi ruudulla on myös käyttöjärjestelmän vakioelementteinä yläreunan otsikkopalkki ja alareunan valikko- ja työkalupalkki.



Kuva 12: Keikka- ja työjononäytöt prototyypistä

## POHDINTAA PROTOTYYPISTÄ

Teknisessä toteutuksessa tekniikan rajat tulivat nopeasti vastaan. Alun perin valittiin Java-pohjainen mobiiliteknologia-alusta, joka olisi toiminut useissa erilaisissa laiteympäristöissä. Siitä jouduttiin huomattavan selvitystyön jälkeen kuitenkin luopumaan kun haluttuja toimintoja ei vain ollut saatavilla. Esimerkiksi puheentunnistuksen toteuttaminen olisi vaatinut kyseisen toiminnallisuuden toteuttamista aivan alusta lähtien. Seuraavaksi käyttöön otettu PocketPC ympäristö satoi toteutuksen tiettyyn laitealustaan, mutta sillä multimodaalisia ominaisuuksia oli sentään mahdollista tuottaa. Muitakin laitteistoratkaisuja olisi tietysti mahdollista käyttää, mutta niiden käyttö vaatisi huomattavasti suurempia teknisiä panostuksia kuin mitä tässä tutkimuksessa oli käytettävissä. Multimodaaliset ominaisuudet lisäksi rajoittivat vaihtoehtoja entisestään. Esimerkiksi puheohjaus ja puheen tuottaminen vaativat erilliset sovellukset jotka piti erikseen asentaa kämmentietokoneeseen. Lisäksi ne toimivat vain tietyn käskykannan sisältävillä

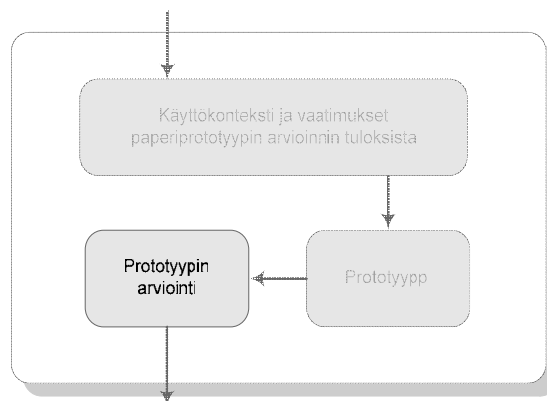
prosessoreilla, joten edes tietty käyttöjärjestelmä ei riitä vaan laitteen tekniset ominaisuudetkin on huomioitava sovellusalustaa valittaessa.

Prototyypin kehittäminen oli yllättävän työläs prosessi. Sovellusten kehitysokalut on kehitetty graafisen käyttöliittymän tarpeita ajatellen. Niinkin yksinkertainen tehtävä kuin kosketusnäytön kosketusten ja näppäinpainallusten vastaanottaminen sovelluksen kaikissa tiloissa osoittautui yllättävän monimutkaiseksi tehtäväksi. Ongelmana ei ollut, että kosketusnäyttöä tai näppäimiä ei voisi käyttää vaan se, että käyttäjällä piti olla mahdollisuus itse päättää, milloin mitään tiedonsyöttötapaa käyttäisi. Yllättävän monet sovelluskehitysympäristöjen ominaisuuksista luottivat siihen, että käyttäjä päättää aina osoittamalla mitä haluaa seuraavaksi tehdä.

Myös puheentunnistuksen heikko laatu rajoitti käyttötapoja toivottua enemmän. Komentojen määrän rajallisuus ja sovelluksen lähes täydellinen kykenemättömyys ymmärtää mitään muuta puhetta kuin täysin sovelluksen haluamalla tavalla äännettyjä, rajoittaa merkittävästi puheohjauksen käyttökelpoisuutta käytännön tilanteissa.

Alkuperäisenä tavoitteena oli kehittää käyttöliittymä joka toimisi useammassa erilaisessa mobiililaitteessa. Multimodaalisten ominaisuuksien toteuttaminen käytetyistä mobiililaitteesta riippumattomasti ei kuitenkaan tässä vaiheessa ollut mahdollista.

### 5.3.2 Toteutuksen arviointi



Kolmannessa vaiheessa arvioitiin prototyyppejä. Tässä arvioinnissa huoltomiehet pääsivät käyttämään toiminnallista prototyyppeä ja kommentoimaan sen ominaisuuksia.

#### PROTOTYYPIN ARVIOINTI

*Käytettävyydestit tuotteiden oikeilla käyttäjillä on tärkein ja jossain mielessä korvaamaton käytettävyyden arviointimenetelmä. Sen avulla saadaan suoraa tietoa, miten käyttäjät käyttävät tuotteita ja mitä ongelmia heillä tulee eteen sitä käyttäessään. (Nielsen, 1993)*

Prototyypin arvioinnissa prototyypille suoritettiin pienimuotoinen käytettävyydesti, jossa käyttäjille ensin annettiin lyhyt opastus laitteen käyttöön, jonka jälkeen he suorittivat sillä

tehtäviä, joita huoltotyötehtävien aikana sovelluksella mahdollisesti tehtäisiin. Ennen tehtävien suoritusta huoltomiesten annettiin tutustua rauhassa prototyyppiin. Tehtävien suorituksen jälkeen huoltomiehiä haastateltiin prototyypin käytöstä. Huoltomiehet saivat testin aikana ja sen jälkeen vapaasti kommentoida sovellusta.

Arviointi suoritettiin huoltomiesten työkohteilla Helsingissä ja Espoossa. Arviointiin osallistui kaksi huoltomiestä. Arvioinnin testitehtävät ovat liitteessä 2. Arvioinnin jälkeen suoritettun haastattelun kysymykset ovat liitteessä 4.

## **ARVIOINNIN TULOKSET**

Arvioinnissa sovelluksen ulkoasuun ja ominaisuuksiin saatiin joitakin korjausehdotuksia. Yksittäisiä tekstejä ja tekstikenttien ulkoasua kannattaisi tarkentaa ja muutamia toimintoja lisätä yksittäisiin näyttöihin. Sovelluksen tietosisältöön ei tullut merkittäviä huomioita. Paperiprototyypin avulla saatiin sovellukse sisältö melko hyvin kohdalleen eikä siihen tullut enempää muutosehdotuksia.

### **Yleiset tulokset**

Yleisesti käyttäjien mielestä sovellus sopii huoltotyön tukemiseen. Sen näytöt ovat riittävän selkeitä, navigaatio on sopivan yksinkertainen ja huoltomiesten mielestä sitä on riittävän nopea käyttää huoltotyön yhteydessä. Siitä kannattaisi kuitenkin vielä parantaa seuraavilla tavoilla.

#### ◆ ***Sovelluksen käyttö***

Sovellus soveltui melko hyvin huoltomiesten käyttöön. Merkittäviä navigaatiovirheitä ei tehty ja käyttäjät tiesivät koko ajan mitä ja missä olivat tekemässä asioita. Kosketusnäytön näppäimiä voisi suurentaa jonkin verran, jotta niihin olisi helpompi osua kynällä. Nyt käyttäjä aina välillä osuivat väärään kohtaan näytöllä.

#### ◆ ***Sovelluksen navigaatorakenne ja erillisten toimintojen integrointi***

Sovelluksen navigaatorakenteeseen kannattaisi tehdä muutamia muutoksia. Tällä hetkellä kaikki toiminnot ovat puumaisessa hierarkiassa ilman, että tässä hierarkiassa voisi liikkua myös eri haarojen välillä. Tähän päädyttiin, jotta liikkuminen eri näyttöjen välillä olisi mahdollisimman yksinkertaista. Yhdestä paikasta pääsee joko alas navigaatiopuuta tai sitten takaisin ylemmälle tasolle.

Yksinkertainen navigaatio toimii hyvin mutta erityisesti keikan tiedoista olisi tarve päästä suoraan samoihin toimintoihin kuin päänäytöltä. Tarve siis on esimerkiksi hakea lisätieto verkosta esillä olevaan ongelmaan tai kysyä viestisovelluksella joltain kollegalta kysymyksiä ongelmaan liittyen. Käyttöliittymän tulisi tarjota esimerkiksi suoria internet-hakuja ongelmakuvauksen perusteella ja keikkatietojen välittämistä kollegalle viestisovelluksella. Tällä tavoin käyttöliittymän eri toiminnot voitaisiin integroida paremmin kokonaisuudeksi ja käyttäjien tarve kirjoittaa tai kopioida tietoa eri sovellusten välillä vähenisi.

◆ ***Sovelluksen integrointi kämmentietokoneen kalenteriin***

Jos keikkatiedot näkyisivät myös mobiililaitteen kalenterissa, kalenterin ominaisuuksia voisi käyttää hyödyksi keikkojen hallinnassa. Vastaavasti kalenteria käyttäen keikkatiedot olisivat jatkuvasti näkyvillä kämmentietokoneen etusivulla. Tällä hetkellä sovellus pitää erikseen käynnistää ennen keikkatietojen näkemistä.

◆ ***Sisällön muokkaaminen***

Sovelluksella talletettuja kommentteja ja viestejä olisi hyvä olla mahdollista myös muokata myöhemmin. Yksittäisen huoltokeikan tietoja täydennetään ja tarkennetaan keikan korjauksen eri vaiheissa. Myös keikan tilan, korjaajan ja keikkajonon tietojen vaihtamiseen olisi tarvetta tietyissä tilanteissa. Esimerkiksi huoltokeikkoja siirrellään huoltomieheltä toiselle tarpeen mukaan.

Äänikommenttien muokkaaminen ei mobiililaitteella ole mahdollista, mutta kirjoitettuja tekstejä voisi olla mahdollista muokata. Toiminnallisuuden ei tarvitsisi poiketa tekstin lisäämisestä. Keikan tietojen muuttaminen olisi myös helppo toteuttaa käyttöliittymässä.

◆ ***Sovelluksessa käytetty fonttikoko***

Sovelluksessa käytetty fonttikoko on melko pieni. Se on kämmentietokoneen oletuskoko, mutta silti melko pientä ja hankalaa lukea liikkeellä ollessa. Huoltomiehet eivät kuitenkaan halunneet suurentaa sitä, sillä näytöllä haluttiin kuitenkin olevan mahdollisimman paljon tietoa näkyvillä kerrallaan. Sovelluksen käytön kannalta tämä ei ollut ongelmallista sillä käyttäjät pystyivät aina kuuntelemaan näytön sisällön kun heillä ei ollut mahdollisuuksia pysähtyä lukemaan sitä.

◆ ***Sähköpostiohjelma osaksi sovellusta***

Myös sähköpostiohjelman voisi yhdistää osaksi sovellusta samalla tavalla kuin viestiohjelmankin. Huoltomiehet keskustelevat ei akuuteista keikoista ja ongelmista myös sähköpostin välityksellä.

◆ ***Riittävä toimintanopeus sovelluksessa***

Prototyypissä yksittäisten toimintojen viiveeksi asetettiin muutama sekunti ja tilanteissa, joissa taustajärjestelmien kanssa oltaisiin yhteydessä, pidettiin noin viiden sekunnin taukoja edellisen lisäksi. Huoltomiehet pitivät tällä tavoin simuloitua toimintanopeutta hyvänä mobiilisovellukselle. Huoltomiehet toivovat, että heidän käyttämänsä järjestelmät toimivat mahdollisimman nopeasti. Mobiilitilanteissa kuitenkin oletetaan, että mobiililaitteen toiminta ja taustajärjestelmien välinen tiedonsiirto vie merkittävästi normaalia enemmän aikaa.

## Tutkimuskysymyksiin vastaaminen toiminnallisen prototyypin arvioinnin perusteella

### ♦ *Multimodaalisuus huoltotyön eri tilanteissa*

Vuorovaikutustavat vaihtelivat käyttäjäkohtaisesti. Yksi huoltomies käytti pääasiassa kosketusnäyttöä tiedon syöttöön, toinen pääasiassa näppäimiä. Myös valittu tiedonsyöttötapa vaihteli käyttäjäkohtaisesti. Äänikommentteja puhuttiin tai tekstiä kirjoitettiin omien mieltymysten mukaan. Ääntä käytettiin kuitenkin vähemmän kuin tekstiä tiedon syöttämiseen. Vuorovaikutustavan valinta ei johtunut käyttötilanteesta, sillä käyttötilanteet vastasivat toisiaan. Mitään varsinaista syytä huoltomiehet eivät esittäneet eri käyttötapojen valintaan. He totesivat vain pitävänsä valitsemastaan käyttötavasta. Aikaisempien tutkimusten perusteella (Oviatt, 1999) käyttäjien mahdollisuus valita vuorovaikutustapansa onkin multimodaalisen käyttöliittymän merkittäviä etuja graafiseen käyttöliittymään nähden.

Ennen käytännön tutustumista eri vuorovaikutustapoihin, huoltomiehet eivät pitäneet kosketusnäytön käytön lisäksi muita vuorovaikutustapoja käyttökelpoisina. Kun huoltomiehet kokeilivat eri vuorovaikutustapoja testitehtävien yhteydessä, niille löydettiin käyttöä eri huoltotilanteiden yhteydessä. Käytön jälkeen huoltomiehet eivät enää pitäneet tiettyä vuorovaikutustapaa toisia parempana. Jotta multimodaalisia ominaisuuksia käytettäisiin, niiden käyttöön pitää joko opastaa käyttöliittymässä tai koulutuksen avulla.

Erityisesti eri tiedonsyöttötapojen käyttökelpoisuutta lisäisi, jos olisi mahdollista siirtää tietoa formaatista toiseen. Se miten tietoa on syötetty, ei aina ole käyttökelpoinen tapa myös vastaanottaa sitä. Esimerkiksi korjauksia ongelmiin on nopea puhua, mutta puheen liittäminen korjausraporttiin ei ole mahdollista. Sen sijaan kirjoitettu korjausteksti on liitettävissä. Syötettyä tietoa olisi hyvä voida muuttaa esimerkiksi puheesta tekstiksi ja tekstistä takaisin puheeksi tarpeen mukaan. Tällä hetkellä mobiililaitteilla on ongelmia erityisesti puheen muuttamisessa tekstiksi vaadittavan tiedonkäsittelykyvyn puuttuessa.

### ♦ *Käytössä olevan tekniikan vaikutukset*

Multimodaalisten ominaisuuksien käyttäminen olisi helpompaa, jos fyysisessä laitteessa niiden vaatimukset olisi otettu huomioon. Esimerkiksi puhekomentojen käyttämiseen varattu toimintonäppäin olisi hyvä olla erillisenä muista toimintonäppäimistä. Nyt käyttäjillä oli vaikeuksia yhdistää toimintoja oikeisiin toimintonäppäimiin kun niissä ei kerrota mitä ne tekevät ja ne kaikki ovat yhdessä ryhmässä.

Puhekomentoja oli vaikea saada perille ilman harjoittelua, vaikka oltiin suhteellisen hiljaisessa ympäristössä. Ääntämistapaa piti opetella ja tarkkailla, jotta sovellus ymmärtää mitä sille sanottiin. Käyttäjät kyllä muuttavat automaattisesti puhetapaansa tietokoneelle paremmin soveltuvaksi, mikä oli havaittu aikaisemmissakin tutkimuksissa (Oviatt, 1999), mutta se ei tässä tapauksessa

riittänyt. Käytännössä puhekomennot jäisivät huoltomiehiltä käyttämättä koska ne ovat liian epäluotettavia. Muilla tavoilla samat asiat saadaan suoritettua nopeammin ja varmemmin.

Kämmentietokoneen tuottaman puheen ymmärtäminen vaati normaalia enemmän vaivaa, mutta oli kuitenkin mahdollista. Tiloissa, joissa taustamelu on kovempi, puheen ymmärtäminen voi olla vaikeampaa. Puheen täyspainoinen hyödyntäminen vaatisi suomea puhuvan mobiilisovelluksen.

## **POHDINTAA ARVIOINNISTA**

Arviointiin osallistui kaksi huoltomiestä. Suuremmalla osanottajajoukolla olisi oletettavasti saatu parempia tuloksia. Huoltomiehiä oli kuitenkin rajallinen määrä käytössä ja enempää ei tähän vaiheeseen saatu. Huoltomiehiltä saatu palaute oli yllättävän samanlaista. Käyttötavat vaihtelivat, mutta tavoitteet sovellukselle ja sen käytölle olivat hyvin samanlaisia.

Koska prototyyppi oli teknisesti rajoittunut, testitehtäviä ei suoritettu oikeissa huoltotilanteissa ja sovelluksen käyttöä käytännön tilanteissa ei kokeiltu. Tämän tutkimuksen aikana sovelluksen integrointia taustajärjestelmiin ei ollut mahdollista tehdä.

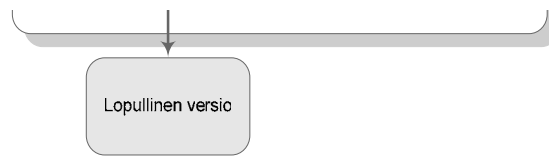
Käytettyyn prototyyppiin toteutetut toiminnallisuudet olivat melko rajoittuneita. Huoltotyön yhteydessä tapahtuvaan ongelmanratkaisuun ne ovat kuitenkin riittäviä. Multimodaalisella kämmentietokoneella olisi täysin mahdollista tukea mobiilia huoltotyötä muillakin tavoilla kuin mitä tässä prototyypissä on tehty. Tässä prototyypissä on kuitenkin keskitytty nimenomaan huoltokeikkojen ja erityisesti niiden ongelmanratkaisun tukemiseen.

Toiminnallisen käyttöliittymäprototyypin avulla tutkimuskysymyksiin saatiin tarkempia vastauksia. Ilman käsin kosketeltavaa käyttöliittymäprototyyppiä varsinkin käytännön tuntuma multimodaalisiin ominaisuuksiin olisi jäänyt huoltomiehiltä saamatta.

## 5.4 Lopullinen prototyyppi käyttöliittymästä ja jatkokehitys

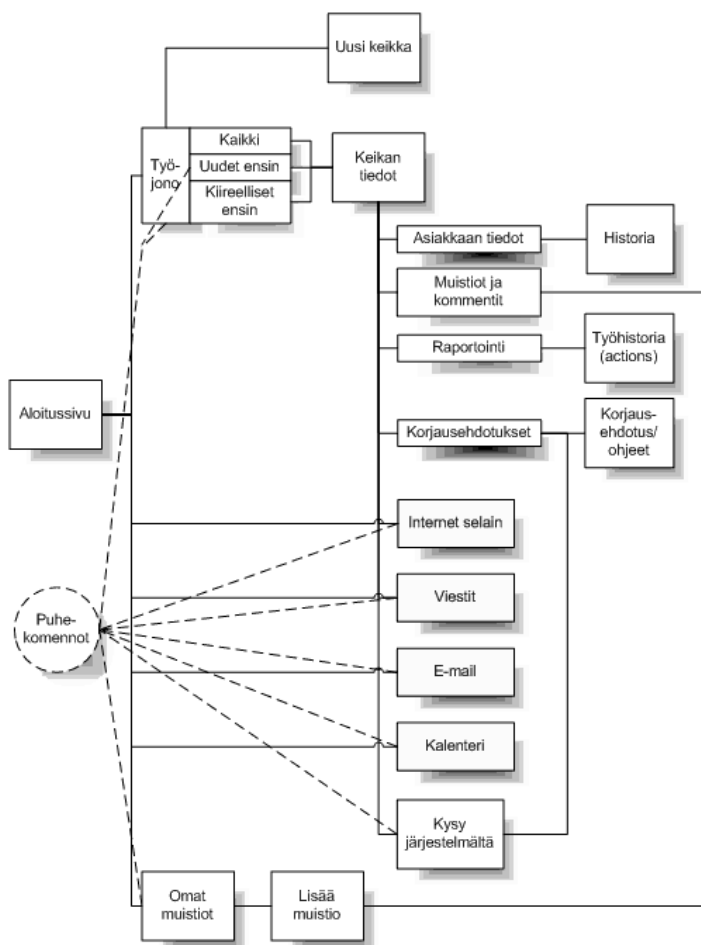
Tutkimuksen lopuksi vuorovaikuttavasta prototyypistä kehitettiin kolmannen vaiheen tulosten perusteella lopullinen versio. Viimeisen version esittelyn lisäksi esitetään jatkokehitysehdotuksia prototyypille. Prototyyppejä ei kannattanut tässä vaiheessa kehittää tässä esitettyä versiota pidemmälle, sillä jatkokehityksen ja testauksen vaatimat taustajärjestelmät eivät vielä olleet saatavilla. Lisäksi käytettävissä oli vain rajallinen määrä huoltomiehiä ja heillä oli käyttää vain rajallinen määrä aikaa tutkimukselle.

### 5.4.1 Prototyyppi



Tutkimuksen lopuksi kehitettyyn käyttöliittymäprototyypin tehtiin korjauksia edellisessä vaiheessa saatujen tulosten perusteella. Prototyypin ulkoisiin ominaisuuksiin ei tehty muutoksia. Toimintonäppäinten toimintoja ei muutettu. Liikkumiseen eri näyttöjen välillä ja sovelluksen käyttöön ei tehty muutoksia. Sovelluksen navigaatorakenteeseen lisättiin mahdollisuus siirtyä keikan tiedoista muihin sovelluksiin ja yhteys laitteen kalenteriin lisättiin. Muuten navigaatorakenne pysyi samanlaisena kuin prototyypissäkin.

## Navigaatiokartta

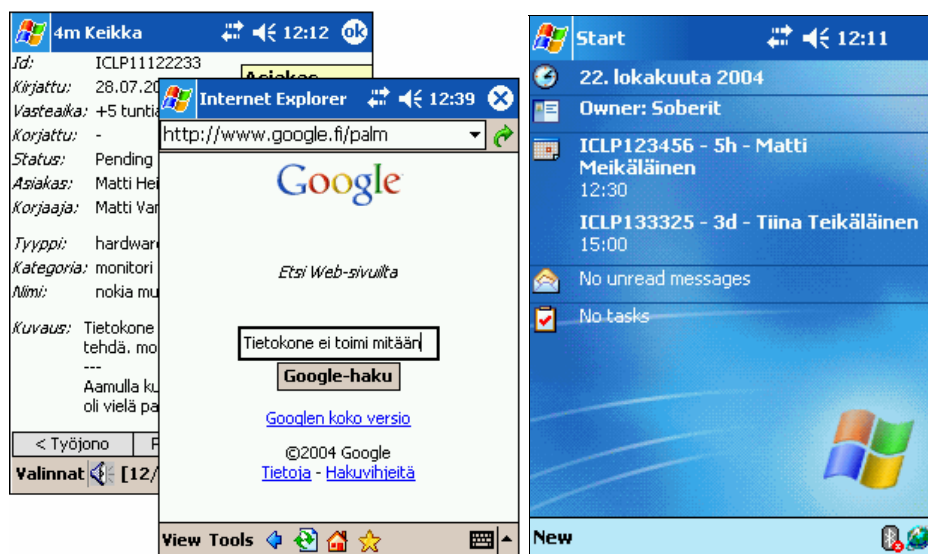


**Kuva 13: Lopullisen version navigaatiokartta**

Merkittävimpiä muutoksia olivat:

- ◆ Navigaatorakenteen parantaminen eri toimintojen välistä liikkumista helpottamalla.
- ◆ Eri toimintojen parempi integrointi sovellukseen. Esimerkiksi www-selaimen käyttäminen keikkaan liittyvien lisätietojen hakemiseen ja sähköpostin lähettäminen.
- ◆ kämmentietokoneen kalenterin ja sähköpostiohjelman integrointi sovellukseen. Kalenteri-integraation ansiosta sovellus on merkittävämpi osa mobiililaitteen toiminnallisuutta. Sähköpostiohjelma on huoltomiesten käyttämä viestintäkeino kollegojen kanssa siinä missä viestisovelluskin.





Kuva 14: Sovelluksen integrointi olemassa oleviin sovelluksiin

## 5.4.2 Jatkokehitys

Kehitetty prototyyppi ei vielä ollut lopullinen ratkaisu mobiiliin huoltotyön kaikkiin ongelmiin. Se kehitettiin tiettyä tarkoitusta varten ja tiettyjä tekijöitä painottaen. Mahdollisia jatkokehityskohtia nimenomaan huoltotyötä tukevan sovelluksen kannalta olisivat muun muassa:

- ◆ **Fyysisten ominaisuuksien parantaminen.** Multimodaalisen vuorovaikutuksen tukemiseen kämmentietokoneet soveltuvat melko huonosti. Erityisesti käytettyjen mikrofoniin laatua pitäisi parantaa, jotta puheen tulkinta ja äänen käyttäminen olisi mahdollista. Myös käytössä olevia toimintonäppäimiä ei ole mietitty multimodaalisen tai edes puhekäytön kannalta.
- ◆ **Integrointi taustajärjestelmien kanssa.** Jotta multimodaalisia ominaisuuksia päästäisiin testaamaan oikeissa työtilanteissa, käyttöliittymän pitäisi kyetä tarjoamaan taustajärjestelmissä olevaa tietoa.
- ◆ **Puhelutoiminnallisuuden ja/tai kameran sisältävän mobiililaitteen käyttäminen sovellusalustana.** Erityisesti puhelutoiminnallisuuden avulla mobiililaitteen kommunikointi ja tietoliikennemahdollisuuksia voidaan parantaa merkittävästi. Kameran sisältävällä mobiililaitteella tiedonsyöttötapoja voidaan lisätä entisestään. Esimerkiksi tiedon syöttö kuvien avulla ja uudet vuorovaikutustavat kameran avulla olisivat mielenkiintoisia jatkokehitysmahdollisuuksia.
- ◆ **Riippuvuuden tietystä teknisestä laitteistosta vähentäminen.** Sovellus kehitettiin toimimaan vain tietyllä kämmentietokonetypillä. Jotta sovelluksesta saataisiin yleiskäyttöisempi, pitäisi se saada toimimaan useammalla erilaisella laitteistoalustalla. Nimenomaan käyttöliittymän multimodaalisten ominaisuuksien toimimaan saaminen laitteistoriippumattomasti on haastava tehtävä.

◆ ***Huoltotyön kaikkien tarpeiden kokonaisvaltaisempi huomioonottaminen.***

Kuten luvun alussa todettiin, prototyyppi kehitettiin nimenomaan mobiilin huoltotyön ja erityisesti siinä tapahtuvan ongelmanratkaisun tukemiseen. Huoltotyöllä on niin mobiileissa kuin muissakin tilanteissa tarpeita joihin tämä prototyyppi ei vielä vastaa.

## 6 Johtopäätökset

Tämä diplomityö oli käyttöliittymän kehitysprojekti, joka tehtiin osana 4M-projektia (Carlson ym., 2003). Käyttöliittymää varten kehitettiin korkean tason konsepti, jota iteratiivisen kehityksen avulla tarkennettiin kämmentietokoneessa toimivaksi käyttöliittymä-prototyypiksi.

### 6.1 Tutkimuskysymyksiin vastaaminen

Tutkimuskysymykset muodostavat kolme näkökulmaa multimodaalisen mobiilia huoltotyötä tukevan käyttöliittymän soveltumisesta huoltotyön tukemiseen. Ensimmäiseksi haluttiin tietää yleisellä tasolla, mitä etua multimodaalisesta käyttöliittymästä on huoltotyössä. Toiseksi selvitettiin, miten multimodaalisia ominaisuuksia käytettäisiin huoltotyössä. Kolmanneksi selvitettiin, miten mobiiliteknologia vaikuttaa multimodaalisten ominaisuuksien toteutukseen.

#### **MITKÄ OVAT MULTIMODAALISEN KÄYTTÖLIITTYMÄN HYÖDYT MOBIILISSA HUOLTOTYÖSSÄ?**

Huoltomiehet asettivat selkeän vaatimuksen käyttämilleen työvälineille: Jos ne häiritsevät varsinaisten työtehtävien tekemistä, niitä ei käytetä. Multimodaalisen käyttöliittymän avulla työtä tukevaa sovellusta olisi helpompi käyttää eri tilanteissa ja se siten häiritsisi vähemmän varsinaisten työtehtävien tekemistä. Tämä erilaisten tilanteiden tarpeisiin sopeutuminen on aikaisempien tutkimustenkin perusteella yksi multimodaalisen vuorovaikutuksen merkittävimpiä etuja (Oviatt, 1999). Käyttäjän vapaus valita vuorovaikutustapansa laitteen kanssa käyttötilanteen vaatimusten mukaan on siis tärkeä etu huoltotyön tukemisessa.

Eri käyttötilanteisiin sopeutumiseen liittyen huoltomiehillä olisi liikkeellä ollessaan aikaa käyttää mobiililaitteita, mutta ei niin paljoa, että ehtisivät pysähtyä pitkäksi aikaa lukemaan ruutua ja kirjoittamaan näppäimistöllä tekstiä. Multimodaalisen käyttöliittymän avulla näissä tilanteissa olisi mahdollista käyttää tietoteknisiä sovelluksia.

Huoltotyöhön kuuluu paljon itse huoltotyöhön ja huollettaviin kohteisiin liittyvän tiedon tallentamista. Tällä hetkellä paljon tietoa jää kirjaamatta tai sitä kirjataan vaillinaisesti, koska tietoja saadaan muun muassa liikkeellä ollessa ja suullisesti, jolloin tietojen kirjoittaminen muistiin on hankalaa. Multimodaalisen käyttöliittymän avulla tiedon syöttämistä on mahdollista helpottaa.

Nämä hyödyt eivät rajoitu pelkästään huoltotyöhön, vaan pätevät kaikissa mobiileissa työtehtävissä. Käytännön hyötynä nämä tarkoittavat työtehtävien sujuvampaa

suorittamista, kun työn tukena käytetty sovellus sopeutuu käyttäjän tilanteisiin eikä päinvastoin.

## **MITEN MULTIMODAAALISIA OMINAISUUKSIA VOIDAAN HYÖDYNTÄÄ HUOLTOTYÖSSÄ?**

Huoltomiehet valitsevat käyttämänsä vuorovaikutustavan ensisijaisesti henkilökohtaisten mieltymystensä mukaan. Huoltomiehet pitivät mahdollisuudesta päättää itse millä tavoin sovellusta käyttävät. Aikaisemmissa tutkimuksissa (Oviatt, 2003) on päädytty samoihin tuloksiin.

Multimodaalisista ominaisuuksista äänen käyttämiselle asetettiin eniten vaatimuksia. Jotta ääntä käytettäisiin käyttöliittymässä, sen pitää toimia tehokkaasti. Huoltomiehet eivät halua käydä pitkiä keskusteluja sovelluksen kanssa eivätkä kuulla tarpeettoman pitkiä monologeja. Esimerkiksi tietojen syöttäminen puhumalla on hyvä ominaisuus, sillä mobiilissa käyttötilanteessa se on kirjoittamista nopeampaa.

Äänen käytössä palautteen antamisessa pitää huomioida, että huoltotyötä tehdään asiakkaan tiloissa ja asiakas saattaa kuulla kaiken mitä huoltomieskin kuulee. Mahdollisesti arkaluontoisen tiedon kanssa on oltava varovaisia.

Multimodaalisesti syötetyn tiedon käyttökelpoisuudelle tärkeää olisi, jos käyttäjät voisivat muuttaa esimerkiksi puhumaansa syötteen tekstiksi ja takaisin. Usein yhdellä tavalla syötettyä tietoa ei aina tarvita myöhemmin samalla muodossa vaan sille olisi enemmän käyttöä toisella modaliteetilla välitettynä.

## **MITEN KÄYTÖSSÄ OLEVA MOBIILITEKNOLOGIA VAIKUTAA MULTIMODAAALISEN SOVELLUKSEN TOTEUTUKSEEN?**

Huoltomiesten vaatimus käytettävien välineiden helppokäyttöisyydestä ja fyysisestä kestävytydestä tuo teknisiä haasteita multimodaalisen käyttöliittymän toteutukselle. Mobiililaitteelle voidaan antaa syötettä vain siihen toteutetuilla tiedonsyöttötavoilla. Käytetyn laitteen tapauksessa käytössä olivat kosketusnäyttö, toimintonäppäimet ja puhe. Muut vuorovaikutustavat vaatisivat erillisiä lisäosia mobiililaitteeseen ja huoltotyötä tukevaan sovellukseen ne soveltuvat huonosti.

Mobiililaitteet on optimoitu yhtä tiettyä käyttötapaa ajatellen. Käytössä olleen kämmentietokoneen tapauksessa se oli kosketusnäyttö. Useamman vuorovaikutustavan yhdistäminen vaatii erikoistoimenpiteitä. Esimerkiksi kosketusnäytön ja toimintonäppäinten yhtäaikainen käyttäminen halutulla tavalla tiedon syöttöön vaati huomattavasti aikaa ja vaivaa toteuttaa järkevällä tavalla. Muut vuorovaikutustavat saivat myös joustaa tärkeimmän käyttötavan tarpeiden mukaan, esimerkiksi toimintonäppäimiä ei ole sijoitettu minkään muun käyttötavan tarpeita ajatellen.

Yksittäisten vuorovaikutustapojenkaan toteuttaminen ei ollut ongelmaton. Erityisesti puheen käyttäminen tiedon syöttöön ja vastaanottoon on hankalaa. Mobiililaitteet

ymmärtävät puhetta todella rajoittuneesti. Ne ymmärtävät luotettavasti vain muutamia kymmeniä komentoja ja niitäkin vain tietyllä tavalla lausuttuna. Pienemmän kielialueen kuten Suomen tarpeisiin niitä ei ole optimoitu. Puheen tuottaminen onnistuu, mutta vain suuremmilla kielillä. Suomen kielellä laite puhuu vain erikoisratkaisujen avulla tai kunnes suomea varten kehitetään mobiililaitteessa toimiva puhetta tuottava ohjelma.

Äänen ja puheen käyttämistä rajoittaa edelleen mobiililaitteiden mikrofoni- ja kaiutintratkaisujen heikko laatu, kuten aikaisemmissakin tutkimuksissa on havaittu (Nakano, 2001). Puhetta tulkitsevan sovelluksen kannalta mobiililaitteiden mikrofonit enemmän vääristävät kuin vastaanottavat ääntä. Vastaavasti kaiuttimien laatu ja niiden tuottama äänenpaine ei riitä useimmissa käyttöympäristöissä. Erillisen kuuloke/mikrofoni-yhdistelmän käyttäminen olisi välttämätöntä.

## 6.2 Tulosten luotettavuus ja tutkimuksen rajoitteet

Tutkimuksessa noudatettiin vuorovaikutteisten järjestelmien käyttäjakeskeistä suunnitteluprosessia (ISO 13407, 1999). Tehdyt suunnitteluratkaisut perustuivat pitkälti aikaisempien multimodaalista vuorovaikutusta ja mobiilikäyttöä koskevien tutkimusten tuloksiin.

Saatujen tutkimustulosten laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat.

- ◆ ***Käytettävissä olevien huoltomiesten niukka määrä.*** Tutkimukseen osallistuneiden käyttäjien eli huoltomiesten määrä oli hyvin rajallinen. Suuremmalla otannalla saatuja tutkimustuloksia voisi pitää luotettavampina. Saadut tutkimustulokset eivät kuitenkaan olleet ristiriidassa aikaisempien tutkimusten tuloksiin nähden, joissa huoltotyötä oli tutkittu laajemmin.
- ◆ ***Kehitettyä mobiilisovellusta ei testattu oikeissa tilanteissa.*** Multimodaalisia ominaisuuksia testattiin mobiililaitteella, mutta niitä ei voitu testata käytännön tilanteissa tarvittavien taustajärjestelmien puuttumisen vuoksi. Multimodaalisten ominaisuuksien käytöstä saatavat kokemukset jäivät melko vähäisiksi. Oikeissa käyttötilanteissa mobiilikäytöstä saataisiin tarkempia ja luotettavampia tuloksia.
- ◆ ***Käyttäjakeskeisellä suunnittelulla käyttäjiltä saadun palautteen laatu.*** Käyttäjiltä saatu palaute ja käyttäjien kanssa tehty suunnittelutyö olivat merkittävä osa käyttöliittymän suunnittelua. Koska käyttäjillä ei ollut aikaisempaa kokemusta multimodaalisista sovelluksista, multimodaalisten ominaisuuksien hahmottaminen sanallisten ja kuvallisten kuvausten avulla osoittautui vaikeaksi. Vasta multimodaalisen käyttöliittymän käytännön kokeileminen opetti käyttäjille käytännössä mitä etua multimodaalisuudesta on.

## 6.3 Aiheita jatkotutkimuksia varten

Prototyypin liittyviä jatkokehitysaiheita on esitetty luvussa 5.4.2 *Prototyypin jatkokehitysaiheita*. Multimodaalisen, mobiililaitteissa toimivan huoltotyötä tukevan käyttöliittymän jatkokehittäminen voisi tapahtua seuraavilla tavoilla.

- ◆ ***Multimodaalisen mobiilisovelluksen testaaminen käytännön huoltotilanteissa.*** Tässä diplomityössä käyttöliittymän kehittäminen päättyi käyttöliittymäprototyypin. Integroimalla käyttöliittymä toimiviin taustajärjestelmiin multimodaalisen käyttöliittymän soveltuvuutta käytännön huoltotilanteissa voitaisiin selvittää.
- ◆ ***Muiden vuorovaikutustapojen tutkiminen huoltotyötä tukevassa mobiililaitteessa.*** Mobiililaitteissa voidaan käyttää muitakin vuorovaikutustapoja kuin mitä tässä tutkimuksessa on käytetty. Esimerkiksi kosketusnäyttö saadaan tunnistamaan käyttäjän eleitä (Pirhonen ym., 2002). Mobiililaitteissa olevien kameroiden avulla käyttäjän eleitä voidaan tunnistaa myös videokuvan perusteella.

## Lähdeluettelo

- Carlson, L., Ahonen-Myka, H., Keijola, M. (Toim.) 2003. *4M - Mobile Multilingual Maintenance Man: Tutkimussuunnitelma 1.8.2003-31.7.2007*.  
[http://4m.cs.hut.fi/Tutkimussuunnitelma\\_20030918\\_public\\_version.pdf](http://4m.cs.hut.fi/Tutkimussuunnitelma_20030918_public_version.pdf) [viitattu: 6.11.2004]
- Antonella, A., Gerbino, W., Cassano, G & Petrelli D. 1998. Visual display, pointing, and natural language: the power of multimodal interaction. In: *Proceedings of the working conference on advanced visual interfaces*, L'aquila, Italy. New York, NY, USA. ACM Press.
- Bernsen, N., Dybkjær, L. 1998. Is speech the right thing for your application? In: *Proceedings of the International Conference for Spoken Language Processing, ICSLP'98*, Sydney. Australian Speech Science and Technology Association. s. 3209-3212.
- Bias, R. 1994. The Pluralistic Usability Walkthrough: Coordinated Empathies. In: Nielsen, J. and Mack, R. *Usability inspection methods*. s. 63-76, John Wiley & Sons Inc., ISBN 0-471-01877-5
- Brodie, J., Perry, M. 2001. Designing for mobility, collaboration and information use by blue-collar workers. In: *ACM Siggroup Bulletin 22 (3)*. NY. ACM Press. s. 21-27.
- Brodie, J. 2003. Designing to support communication on the move. In: *CHI '03 extended abstracts on Human factors in computer systems*. Ft. Lauderdale, Florida, USA. ACM Press.
- Cooper, A., Reimann, R. 2003. *About Face 2.0: The essentials of interaction design*. Wiley Publishing, Inc. ISBN: 0-7645-26413.
- Hackos, J., Redish, J. 1998. *User and Task Analysis for Interface Design*. John Wiley & Sons, Inc. ISBN: 0-471-17831-4.
- Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P. 1997. *Tutki ja Kirjoita*. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy. ISBN 951-26-5113-0.
- ISO 13407. 1999. *ISO 13407: Human-centred design processes for interactive systems*. Geneve. International Organization for Standardization.
- Kamm, C., Walker, M. 1997. Design and evaluation of spoken dialog systems. In: *Proceedings of the ASRU Workshop*.
- Kristoffersen, S., Ljungberg, F. 1999. Making place to make IT work: Empirical Explorations of HCI for Mobile CSCW. In: *Proceedings of Group'99*. ACM Press. s. 276-285.
- Kujala, S. 2002. User Studies: A Practical Approach to User Involvement for Gathering User Needs and Requirements. *Acta Polytechnica Scandinavia, Mathematics and Computing*

- Series No. 116. Espoo. Finland. ISBN 951-22-5900-1.  
<http://lib/hut.fi/Diss/2002/isbn9512259001/isbn9512259001.pdf> [viitattu: 3.11.2004]
- Lindholm, C., Keinonen, T., Kiljander, H. 2003. Mobile Usability: how NOKIA changed the face of the mobile phone. McGraw-Hill, Inc. ISBN: 0-07-138514-2.
- Maiden, N., Rugg, G. 1996. ACRE: Selecting Methods For Requirements Acquisition. In: *Software Engineering Journal*, vol. 11, no. 3. s. 183-192.
- Nakano, H. 2001. Speech interfaces for mobile communications. In: *IEEE Workshop on Automatic speech recognition and understanding 2001*. s. 93-95.
- Neal, J., Thielman, C., Funke, D., Byoun, J. 1989. Multi-modal output composition for human-computer dialogues. In: *Proceedings of the 1989 IEEE AI Systems in Government Conference*. Washington D.C. George Washington University. s. 250-257.
- Nielsen, J. 1993. *Usability Engineering*. San Diego, CA. Academic Press. ISBN: 0-12-518406-9
- Oviatt, S. 1999. Ten myths of multimodal interaction. In: *Communications of the ACM*, volume 42, No. 11. s 74-81.
- Oviatt, S. 2000. Multimodal System Processing in Mobile environments. In: *Proceedings of the Thirteenth Annual ACM Symposium on User Interface Software Technology UIST'2000*. New York. ACM Press. s. 21-30.
- Oviatt, S. 2003. Multimodal interfaces. In: Jacko, J. Sears, A. *The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications*. Mahwah, NJ. Lawrence Erlbaum. s. 286-304.
- Pirhonen, A., Brewster, S., Holguin, C. 2002. Gestural and Audio Metaphors as a Means of Control for Mobile Devices. In: *Proceedings of ACM CHI2002*, Minneapolis, USA. ACM Press, Addison-Wesley. s. 291–298.
- Pressman, R. 2002. *Software Engineering – A Practitioners Approach, 5<sup>th</sup> edition*. McGraw Hill. ISBN: 0072989572.
- Riihiaho, S. 2003. Proaktiivisen tietotekniikan vaikutukset huoltotyöhön. Teknillisen korkeakoulun ohjelmistoliiketoiminnan ja –tuotannon laboratorion tutkimusraportti 1. Espoo. Otamedia. ISBN 951-22-6573-7.
- Satyanarayanan, M. 1996. Fundamental challenges in mobile computing. In: *Proceedings of Fifteenth Annual ACM Symposium on Principles of Distributed Computing*. Philadelphia, PA. ACM Press.
- Schomaker, L., Nijtmans, J., Camurri, A., Lavagetto, F., Morasso, P., Benoit, C., Guiard-Marigny, T., Le Goff, B., Robert-Ribes, J., Adjoudani, A., Defée, I., Münch, S., Hartung, K., Blauert, J. 1995. *A Taxonomy of Multimodal Interaction in the Human Information*



*Processing System*. A Report of the ESPRIT PROJECT 8579.

<http://hwr.nici.kun.nl/~miami/taxonomy/taxonomy.html> [viitattu: 22.10.2004]

Shneiderman, B. 1997. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction: Third edition*. Reading, MA. Addison-Wesley.

Sinkkonen, I., Kuoppala, H., Parkkinen, J., Vastamäki, R. 2002. *Käytettävyyden psykologia*. Helsinki. IT Press.

## Liite 1

### Storyboardin läpikäynnissä esitetyt kysymykset

Alla on kuvattu tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa suoritettun storyboardin arvioinnin haastattelukysymykset. Haastattelu oli puolistrukturoitu, joten kysymykset toimivat vain runkona haastattelulle ja yksittäisiä kysymyksiä muokattiin ja laajennettiin tarpeen mukaan.

1. onko tämä tilanne mahdollinen?
2. onko siinä joitain kohtia jotka
  - a. eivät ole mahdollisia
  - b. todennäköisiä
3. yksittäisistä kohdista
  - a. miten normaalisti teet [tämän vaiheen]?
  - b. missä tilanteessa teet [tämän vaiheen]?
  - c. teetkö [tässä vaiheessa] kuvatulla tavalla?
  - d. tekisitkö [tässä vaiheessa] kuvatulla tavalla?
  - e. miten tekisit toisin?
  - f. tuleeko mieleen jotain esimerkkitilannetta (joko kohtaa tukevaa tai vastaesimerkkiä)?
  - g. mitä modalityetteitä (esimerkiksi puhetta,osoittamista,kirjoitusta) käyttäisit tiedon syöttöön?
  - h. millä tavoin kysyisit kysymyksiä järjestelmältä?
4. auttaisiko tämänlainen järjestelmä mielestäsi työtehtävissäsi?
  - a. olisivatko työtehtävät helpompia?
  - b. olisiko tehtävien suorittaminen nopeampaa?

## Liite 2

### Prototyyppien arvioinneissa käytetyt testitehtävät

Sekä paperiprototyypin että toiminnallisen prototyypin arvioinnissa käytettiin samoja testitehtäviä sillä ne ovat melko yleisiä eikä paperiprototyypin arvioinnin jälkeen tullut esiin tarvetta muuttaa niitä.

1. Olet tullut aamulla töihin ja Avaat keikkajonon ja katsot onko tullut uusia keikkoja
2. Valitset uusimman keikan ja katsot kuinka kiireellinen se on
3. Koska ongelman kuvaus on hieman epämääräinen päätät ottaa esille asiakkaan yhteystiedot ja kysyä puhelimella häneltä tarkemmin mistä ongelma johtuu
4. Tarkastat minkälaisia ongelmia asiakkaalla on aikaisemmin ollut
5. Puhuttuasi asiakkaan kanssa haluat tarkistaa minkälainen vasteaika asiakkaan sopimukseen on sovittu
6. Päätät tarkastaa mille keikoille pitää seuraavaksi tehdä jotakin
7. Lisäät kommentin uusimpaan keikkaan, jossa huomautat että laite pitäisi vaihtaa uuteen koska se aiheuttaa jatkuvasti ongelmia
8. Päätät lähteä ensin korjaamaan toista kiireellistä keikkaa. Matkalla korjaamaan haluat kuunnella mitä korjausehdotuksia järjestelmä tarjoaa ongelman korjaamiseksi.
9. Korjattuasi keikan raportoit ja kuittaaat sen.
10. Keikan jälkeen tarkastat onko tullut uusia keikkoja keikan korjauksen aikana
11. Koska uusia keikkoja ei ole ilmestynyt, päätät tarkastaa onko sinulle uusia viestejä

## Liite 3

# Paperiprototyypin ryhmäläpikäynnissä esitetyt kysymykset

Alla on kuvattu tutkimuksen toisessa vaiheessa suoritettujen ryhmäläpikäynnin jälkeen suoritettujen haastattelujen kysymykset. Haastattelu oli puolistrukturoitu, joten kysymykset toimivat vain runkona haastattelulle ja yksittäisiä kysymyksiä muokattiin ja laajennettiin tarpeen mukaan.

1. Mitä mieltä olet paperiprototyypin kuvaamasta sovelluksesta?
  - a. Mitkä olivat mielestäsi sen parhaimmat ominaisuudet?
  - b. Entä huonoimmat?
2. Onko käyttöliittymässä tarvittavat ominaisuudet ja toiminnot?
  - a. Ovatko toiminnot loogisia?
  - b. Ovatko ne oikeissa paikoissa?
  - c. Ovatko ne tarpeellisia?
    - i. Tarvitaanko näitä toiminnallisuuksia usein, vai harvoin?
    - ii. Onko jokin ominaisuus sellainen että et käyttäisi sitä?
  - d. Haluaisitko joitain lisäominaisuuksia?
3. Onko näkymissä oikeaa tietoa?
  - a. Onko kaikki tarvittava tieto?
  - b. Puuttuuko jotain?
  - c. Onko jotain liikaa?
  - d. Onko oikeassa järjestyksessä? (tärkeimmät ensin)
4. Haluaisitko muutta vielä jotain muuta?

## Liite 4

# Toiminnallisen prototyypin arvioinnin yhteydessä esitetyt kysymykset

Alla on kuvattu tutkimuksen kolmannessa vaiheessa suoritettujen käytettävyydestin jälkeen suoritettujen haastattelun kysymykset. Haastattelu oli puolistrukturoitu, joten kysymykset toimivat vain runkona haastattelulle ja yksittäisiä kysymyksiä muokattiin ja laajennettiin tarpeen mukaan.

1. Olivatko annetut testitehtävät?
  - a. Mielekkäitä?
  - b. Tyypillisiä?
2. Eri vuorovaikutustapojen soveltuminen
  - a. Minkälainen mielikuva eri vuorovaikutustavoista jäi?
  - b. Saitko riittävästi palautetta eri vuorovaikutustavoilla?
  - c. Olisitko halunnut jonkin vuorovaikutustavan toimivan toisella tavalla?
3. Miksi teit tämän testitehtävän juuri tällä tavalla? (testitehtävät valitaan sen mukaan millä vuorovaikutustavalla käyttäjä suorittaa sen, jokaiselle kolmesta päävuorovaikutustavasta valitaan yksi tehtävä)
4. Sovellus osana mobiililaitteen toiminnallisuutta
  - a. Olisitko halunnut että kaikkia mobiililaitteen sovelluksia olisi mahdollista käyttää multimodaalisesti?
  - b. Pitäisikö muidenkin sovellusten kyetä puhumaan?
5. Sovelluksen ominaisuudet
  - a. Oliko riittävästi ominaisuuksia huoltotyön tarpeisiin?
  - b. Saadaanko sen avulla tarvittavat tiedot?
  - c. Mitä muita ominaisuuksia haluaisit sovellukselta?
6. Sovelluksen toimintanopeus
  - a. Onko riittävä eri tilanteissa?
  - b. Kuinka hitaan odottaisit sovelluksen käytännössä olevan?
7. Tarjoaako sovellus riittävät välineet huoltotyöhön liittyvän kommunikaatioon?
8. Riittikö annettu ohjeistus sovelluksen käytön oppimiseen?
9. Olisiko sovelluksesta hyötyä työtehtävissäsi?
10. Mitä mieltä olet multimodaalisesta vuorovaikutuksesta käyttöliittymässä?
11. Ovatko mielipiteesi muuttuneet multimodaalisesta käyttöliittymästä kun olet kokeillut sitä käytännössä?
12. Häiritsikö sovelluksen keskeneräisyys sinua?