

Mikki Hiltunen

**A LOOK INTO ASSISTIVE TECHNOLOGY FOR THE HARD OF HEARING, AND
A USABILITY STUDY OF A CUSTOMER INFORMATION MANAGEMENT
SYSTEM**

**A LOOK INTO ASSISTIVE TECHNOLOGY FOR THE HARD OF HEARING, AND
A USABILITY STUDY OF A CUSTOMER INFORMATION MANAGEMENT
SYSTEM**

Mikki Hiltunen
Bachelor's Thesis
Spring 2018
Medical Engineering Degree
Programme
Oulu University of Applied Sciences

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Medical Engineering Degree Programme

Author(s): Mikki Hiltunen

Title of thesis: A Look Into Assistive Technology For The Hard Of Hearing, And A Usability Study Of A Customer Information Management System

Supervisor(s): Jukka Jauhiainen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018 Number of pages: 59

This thesis was created in parts. A thesis made using this method usually consist of three parts, but for this thesis, the second and third part were combined into one larger part. The first part was completed in spring 2015, and is worth a third of the total amount of credits for the thesis. The second and final part was completed in 2018. The method of creating a thesis in parts was taken to testing in the Information Technology degree program in 2014.

The focus of the first part of the thesis was on the measurement methods of human hearing, and what technological solutions are available for people with hearing impairments. The purpose of the first part was to get familiar with not only the subject of the study, but also with the research methods used in the study.

The combined second and third part of the thesis details the methods, results and conclusions of a usability study conducted on a web-based user interface of a customer information management system. The goal was to determine what usability problems exist in the current version of the target system, and to evaluate which of these problems are perceived as most critical, specifically by users working directly with customers. The study was conducted using three evaluation methods after a use case was selected to limit the scope of the study.

Keywords: assistive technology, hearing devices, usability, usability evaluation, usability testing

CONTENTS

ABSTRACT

1	INTRODUCTION	5
2	SUBJECT, GOALS AND RESULTS OF THE THESIS' PART 1	6
3	SUBJECT, GOALS AND RESULTS OF THE THESIS' PART 2 + 3	7
4	CONCLUSIONS	8
	APPENDICES	9

1 INTRODUCTION

The method of creating a thesis in parts was taken to testing in the Information Technology degree program in 2014. The idea behind creating a thesis in parts is to divide the workload over the course of the studies, with the first part done typically during the second year of the studies. In an ideal situation all three parts would be of the same topic, but it is possible to choose different topics for each of the thesis' parts.

Writing a thesis in parts made it possible to divide the total workload over several semesters, with clear goals on when each part was to be done. Dividing the work into parts makes working with the thesis less intimidating than having to do all of it in one go. Additionally, having the option of choosing different topics for the separate parts of the thesis makes it possible to get familiar with different areas of interest over the course of the studies.

2 SUBJECT, GOALS AND RESULTS OF THE THESIS' PART 1

The focus of the first part of the thesis (appendix 1) was on the human ear and hearing. The study describes some common hearing measurement methods, and what assistive technology is available for people with hearing impairments. The topic was chosen for the thesis due to the growing number of hard of hearing population in Finland.

The purpose of the first part was to get familiar with not only the subject of the study, but also with the research methods used in the study. It served as an opportunity to learn the basics on how sound is formed and how it can be recorded, stored and manipulated in electrical format. Part 1 of the thesis was also useful in refining information searching skills.

3 SUBJECT, GOALS AND RESULTS OF THE THESIS' PART 2 + 3

For the combined second and third part of the thesis (appendix 2), "Company A" requested a usability study on their customer information management system. The goal of the study was to answer the question, "What improvements would bring most value to the system from the end users' point of view?"

To evaluate the state of the system's usability, a heuristic evaluation was conducted on the views included in the use case using one evaluator. The end users were consulted with a user questionnaire (23 responders) to determine what problems the users in general saw as most limiting in their day-to-day operations. Finally, 8 users took part in usability tests to determine how end users operate in the system and what concrete problems they face when performing tasks such as the ones in the use case in the system.

The study offered valuable insight to how the users operate the system and offered ideas to where in the system improvements could still be made.

4 CONCLUSIONS

The first part of the study was focused solely on theory, and served mostly as training in information search and writing techniques. Learning about the difficulties hard of hearing people face and what types of assistive technology they currently have available was a good reminder to keep in mind when designing things to not rely on sound cues alone when designing user interfaces.

The second and third part of the study were great learning opportunities in how to plan and moderate user tests. The different study methods highlighted how different people think and operate differently even within the same system. After conducting the study, the evaluator is better equipped to conduct heuristic evaluations as well as plan and moderate usability tests on user interfaces. Learning about the system and end users habits in the system will also help in any future projects involving the system that the evaluator may take part in.

APPENDICES

Appendix 1 Kuulon mittaaminen ja teknologiset vaihtoehdot huonokuuloisten kuulemisen tukemiseksi

Appendix 2 Usability Study of a Customer Information Management System

Mikki Hiltunen

KUULON MITTAAMINEN JA TEKNOLOGISET VAIHTOEHDOT HUONOKUULOISTEN KUULEMISEN TUKEMISEKSI

KUULON MITTAAMINEN JA TEKNOLOGISET VAIHTOEHDOT HUONOKUULOISTEN KUULEMISEN TUKEMISEKSI

Mikki Hiltunen
Opinnäytetyö, osa 1
Kevät 2015
Tieto- ja viestintätekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

SISÄLLYS

SISÄLLYS.....	12
1 JOHDANTO.....	13
2 ÄÄNI JA KUULEMINEN.....	14
2.1 Ihmisen kuulo	14
2.2 Ihmisen korva	16
2.3 Kuulovikojen kolme päätyyppiä	17
3 KUULON MITTAAMINEN JA ARVIOINTI.....	18
3.1 Psykoakustiset tutkimusmenetelmät	18
3.1.1 Kuulokynnysmittaus eli äänesaudiometria	19
3.1.2 Puheaudiometria	19
3.1.3 Äänirautakoe	20
3.1.4 Lasten kuulontutkimukset	20
3.2 Kuulojärjestelmän ja sen rakenteen tutkimismenetelmät	21
3.2.1 Korvan tähytys (otoskopia)	21
3.2.2 Kuvantaminen (röntgen, magneettikuvaus)	21
3.2.3 Impedanssimittaus (tymanometria, stapediushelijastemittaus)	21
3.2.4 Otoakustiset emissiot	22
3.2.5 Sähköfysiologiset mittaukset	23
4 KUULON TUKEMINEN TEKNOLOGISILLA RATKAISUILLA.....	24
4.1 Ääntä vahvistavat kuulolaitteet	24
4.2 Erityiskuulokojeet	25
4.2.1 Luujohtoistute	Error! Bookmark not defined.
4.2.2 Sisäkorvaistute (Cochlear Implant)	25
4.2.3 Aivorunkoistute eli aivorunkoimplantti	26
4.2.4 Välikorvaistute	26
5 YHTEENVETO.....	27
LÄHTEET.....	28

1 JOHDANTO

Huonokuuloisuus ja kuulon heikentyminen ovat ongelmia, jotka vaivaavat kasvavaa osuutta Suomen väestöstä (1). Useimmiten fyysisesti kivuttomana haittana (2, s.6) huonokuuloisuutta ei mielletä elämälle kriittiseksi ongelmaksi, vaikka huonokuuloisuus ja sen seurannaisvaikutukset voivat tuottaa henkilölle itselleen suuria hankaluuksia. Tanskalaistutkimus (3, s.95-96) osoittaa, että huonokuuloiset ja kuurot kokevat olevansa työpäivien jälkeen henkisesti ja fyysisesti väsyneempiä kuin tutkimukseen osallistuneet normaalikuuloiset.

Tämän työn tarkoituksena on tutustua ääneen ja kuuloon fysiologisena ilmiönä, sekä käydä läpi yleisimpiä kuulokyvyn mittauksessa ja arvioinnissa käytettäviä menetelmiä ja teknologioita. Lisäksi tarkastellaan ääntä vahvistavien kuulolaitteiden ja sisäkorvaistutteen perustoimintaa ja käyttötarkeitä.

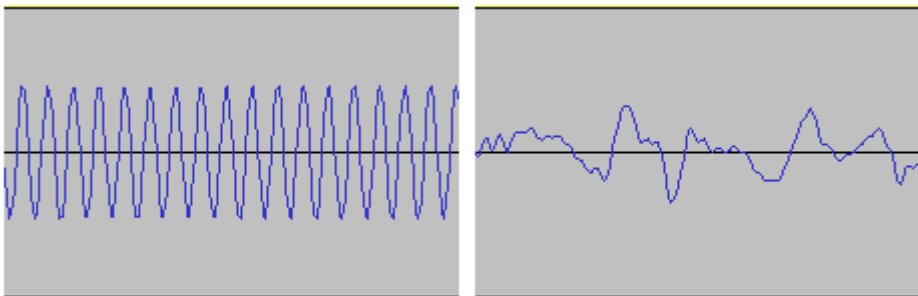
Työ tehdään osaksi uuden mallin mukaista kolmiosaista opinnäytetyötä Oulun Ammattikorkeakoululla.

2 ÄÄNI JA KUULEMINEN

Ääni on aaltomaista, painemuutosten aiheuttamaa molekyylien värähtelyä. Ääniaaltoja ei voi muodostua ilman välittäjäainetta, joten tyhjiössä ääntä ei ole. (4, s.11.) Äänen ominaisuuksia kuvataan tyypillisesti kolmella eri suureella; voimakkuudella (dB), taajuudella (Hz) ja nopeudella (m/s).

Äänen voimakkuus korreloi sen paineen vaihtelujen, eli värähdyslaajuuden, suuruutta. Mitä suurempi vaihtelu äänen eri hetkien paineiden välillä on, sitä suurempi on korvilla havaittava ääni(5, s.11). Äänen paineen vaihtelua voidaan mitata Pascalien avulla. Koska ihmisen kuultavissa oleville äänille ovat ominaisia äänen paineen suuret vaihtelut, paine muunnetaan mittatuloksia käsiteltäessä äänenpaineeksi eli äänitasoksi, jota kuvataan logaritmisesti desibelien. Desibelasteikossa äänen värähdyslaajuutta verrataan toiseen, sovitun värähdyslaajuuden omaavaan ääneen. Nollatasoksi ja yleiseksi vertailukohteeksi kuulon tutkimuksissa on valittu ääni, joka on erittäin hiljainen, mutta 1000Hz taajuudella vielä normaalikuuloisen ihmisen havaittavissa. (4, s. 11-12.)

Taajuus eli frekvenssi (engl. frequency) on äänen värähtelyn nopeutta. Matalissa äänissä äänen värähtely on hidasta, ja korkeissa vastaavasti nopeaa. Äänen värähtelyn nopeuden yksikkö on hertsi (Hz). Yksi hertsi vastaa yhtä värähdystä sekunnissa. (6, s. 22.)

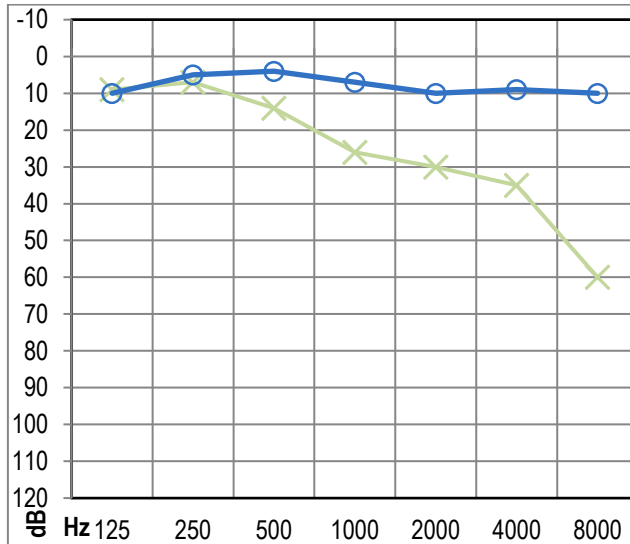


KUVA 1 Yksittäisen taajuuden omaavaa ääntä kutsutaan äänekseksi. Puhtaita ääneksiä ei luonnossa esiinny(2, s. 18), koska äänet ovat lähes poikkeuksetta sekoittuneet yhteen tai useampaan muuhun taajuuteen. Kuvassa vasemmalla tietokoneella tuotettu 4400Hz äänes, ja oikealla luonnossa tavanomainen seosääni, 0,004s otoksella.

2.1 Ihmisen kuulo

Normaalikuuloinen ihminen kykenee kuulemaan erivahvuisia ääniä taajuusalueella 20Hz-20 000Hz (2, s.12). Voimakkaita ääniä ihminen saattaa havaita ja kokea myös tuntoaistin kautta (7). Äänitason muutoksia ihminen pystyy havaitsemaan parhaimmillaan noin 1dB tarkkuudella(4, s. 27), joten desibelien esittäminen desimaalien tarkkuudella on yleensä tarpeetonta ja lukemat pyöristetään kokonaisiin desibeleihin (4, s. 12).

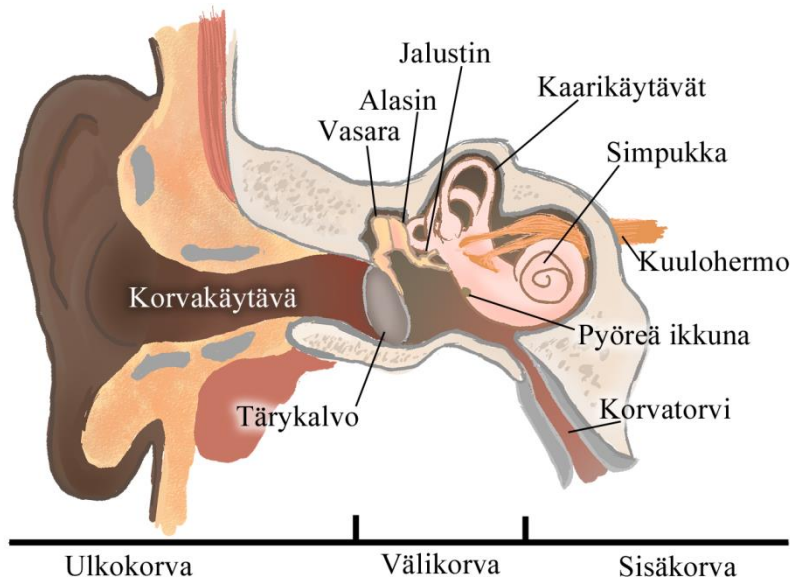
Ihmiskorva ei kuule kaikkia taajuuksia samalla tavalla (kuva 2). Ihmisillä kuuloherkkyys on huono kuuloalueen molemmissa ääripäissä, joten myös normaalikuuloiselle erittäin korkeiden ja erittäin matalien taajuuksien kuuleminen on haastavaa. Huonokuuloisilla kuuloherkkyys on alhainen yhdellä tai usealla normaalin kuuloalueen taajuusalueella. Iän myötä kuuloherkkyys laskee ihmisillä tyypillisesti etenkin korkeilla taajuuksilla (5, s. 2).



KUVA 2 Kuulotutkimuksessa äänen ja kuulon ominaisuuksia voidaan esittää audiogrammilla, joka muodostetaan äänelle ominaisten suureiden, taajuuden (Hz) ja äänenpainetason (dB) ympärille. Kuvassa havainnollistettu kuvitteellisen testihenkilön korvien taajuusherkkyyttä alueella 120Hz-8000Hz.

Suunta-aistimus korvissa muodostuu korvien keskinäisten äänten voimakkuuksien erosta. Lähellä vasenta korvaa syntynyt ääni kuuluu voimakkaammin vasemmassa korvassa kuin oikeassa. Korvanlehdet ja pää aiheuttavat voimakkuuseroja korviin saapuviin ääniin, mikä mahdollistaa äänen tulosuunnan arvioinnin. Korvanlehtien poimuinen muoto johtaa siihen, että eri suunnista tulevia ääniä vahvistetaan eri tavoin, mikä edelleen tukee suunta-aistimuksen syntymistä. (5, s. 15-16.)

2.2 Ihmisen korva



KUVA 3 Ihmiskorvan rakenteita yksinkertaistettuna.

Ihmisen korvan anatomia jakautuu kolmeen osaan: sisä-, väli- ja ulkokorvaan (Kuva 3). Ulkokorvan muodostavat korvan ulospäin näkyvät osat. Korvanlehti kerää ympäristön ääniä ja vahvistaa niitä noin 5dB verran suuntaamalla äänet korvakäytävään. Korvakäytävää peittää ohut ihokerros, jonka suojaksi serumi- ja talirauhaset muodostavat korvakäytävän pintaan korvavahaa. Korvakäytävä ja ulkokorva päättyvät tärykalvoon. (8, s. 15-17)

Tärykalvo erottaa korvakäytävän välikorvaontelosta. Tärykalvon sisäpintaan on kiinnittynyt välikorvan vasaran varsi, joka värähtelee tärykalvon värähdellessä siihen kohdistuvan paineen muutosten mukana. Tärykalvon vauriot voivat aiheuttaa merkittäviä kuulo-ongelmia. Korvakäytävän tukkiutuminen tai koko tärykalvon puuttuminen johtavat n. 30dB kuuloalenukseen. (8, s. 16-17; 9, s. 71.)

Vasara, alasin ja jalustin muodostavat kuuloluuketjun, joka toimii yhdessä kuuloluihin kiinnittyneiden kahden pienen lihaksen kanssa toiminnallisena vipusysteeminä. Kuuloluuketju välittää tärykalvon värähtelyt ja sisäkorvaan johtavan soikeaan ikkunaan. Välikorvaan voi kuitenkin välittyä äänienergiaa myös kallon luita pitkin nk. luujohtokuulona. Kuuloa mitatessa voidaan keskittyä joko ilmajohtokuuloon tai luujohtokuuloon riippuen siitä, tutkitaanko sisä-, väli- vai ulkokorvan toimintaa. (8, s.18-20; 9, s.71; 10, s.144.)

Sisäkorvassa sijaitsee kuulon kannalta tärkeä simpukka. Spiraalimainen simpukka eli koklea on n. 35mm pitkä, kierteistä päätään kohden kapeneva kolme käytävää sisältävä rakenne. Lopullinen kuuloaistimus muodostuu kuuloaivokuorella. (9, s. 75-76.)

2.3 Kuulovikojen kolme päätyyppiä

Kuuloviat jaotellaan yleisesti kolmeen eri päätyyppiin, konduktiiviseen, sensorineuraaliseen ja sekatyypiseen vikaan. Suomessa huonokuuloisia arvioidaan olevan n. 700 000 (1).

Konduktiivisessa kuuloviassa ääni ei pääse etenemään ulkokorvasta sisäkorvaan. Syitä konduktiiviselle kuulovialle voivat olla esim. synnynnäinen korvakäytävän epämuodostuma, vahatulppa tai muu korvakäytävän tukkeutuminen esimerkiksi tapaturman, korvatulehduksen tai korvatulehduksen jälkitilan johdosta. Konduktiivinen kuulovika aiheuttaa yleensä enintään n. 60 dB kuulovian eikä se välttämättä alenna puheen erotuskykyä merkittävästi. Ulkoinen kuulokoje on usein riittävä tuki. (11, s. 19.)

Sensorineuraalinen kuulovika on joko kokleaarinen eli sisäkorvaperäinen tai retrokokleaarinen eli hermo-/keskushermostoperäinen. Sensorineuraaliset kuuloviat ovat muita kuulovikoja tavallisempia, usein korkeisiin taajuuksiin painottuvia vikoja. Keskushermoston kuulovian syitä voivat olla vanheneminen, rappeumasairaudet, kasvaimet, tapaturmien jälkitilat sekä synnynnälliset syyt. Sentraalisiin kuulovikoihin ei yleensä liity kuulokynnysmuutoksia, mutta ne aiheuttavat ongelmia etenkin ärsykkeiden tunnistamisessa ja sitä myöten puheen erottelemisesta. (11, s. 19.)

Sekatyypinen kuulovika on yhdistelmä sensorineuraalisia ja johtumistyyppisiä ongelmia. Harvinaisempaan kuulovian tyyppinä on myös olemassa sentraalinen kuulovika, jossa kuulemisen ongelmat johtuvat ongelmista aivokuorella tai aivorunkotasolla (8, s. 32.)

3 KUULON MITTAAMINEN JA ARVIOINTI

Kuuloa mitattaessa tuloksia verrataan kansainvälisesti sovittuihin, nk. normaaleihin kynnyksarvoihin (taulukko 1). Kokemus kuulemisesta on hyvin henkilökohtainen ja toisen ihmisen kuulon arviointi voi olla hankalaa etenkin silloin, kun testattava henkilö ei nuoren ikänsä tai muun esteen vuoksi kykene kommunikoimaan ymmärrettävällä tavalla eikä siten pysty aktiivisesti osallistumaan kuulotutkimukseen. Tutkimusmenetelmät, joissa potilaan itse ilmoittamat vastaukset toimivat tutkimustulosten pohjana, ovat nk. psykoakustisia tutkimusmenetelmiä (2, s. 35).

Kuulovian vaikeusaste mitattaessa kuuloalenema 0,5kHz, 1kHz, 2kHz, ja 4kHz taajuuksien keskiarvosta	
Lievä	$25 < x < 40$ dB
Keskivaikea	$40 \leq x < 60$ dB
Vaikea	$60 \leq x < 80$ dB
Erittäin vaikea	> 80 dB

TAULUKKO 1 Kuulovian vaikeusasteen luokittelun raja-arvot mitattaessa paremmin kuulevaa korvaa. (12.)

3.1 Psykoakustiset tutkimusmenetelmät

Psykoakustisen mittauksen tulokset voivat vääristyä etenkin tapauksissa, joissa mitattavan keskittyminen on jostain syystä herpaantunut, jos tämä ei ole ymmärtänyt ohjeita, tai mikäli tämä ei jostain muusta syystä ole kykenevä ilmaisemaan kuulleensa ääneksen sen kuulemishetkellä. Mittauksen epätarkkuus ja testattavien kuulokokemusten yksilölliset erot huomioon ottaen kuulokynnysmittauksissa on 5-10dB eroavaisuudet normaalista kuulokynnyksestä hyväksyttävä ilman, että eroavaisuuden katsottaisiin viittaavan korvasairauteen tai huonokuuloisuuteen. Vasta kun mitattavan kuulokynnysarvot ovat yli 15dB normaalia huonompia, voidaan ne luotettavasti katsoa poikkeaviksi. (2, s. 33-34.)

3.1.1 Kuulokynnysmittaus eli äänesaudiometria

Äänesaudiometriassa tutkittavan korvaan toistetaan audiometrilla ääneksiä kuulokkeilla tai äänikentän avulla. Äänesten taajuutta ja voimakkuutta vaihdellaan testin aikana, ja tutkittava ohjeistetaan ilmoittamaan aina, kun tämä kuulee toistetun äänksen. Vastausten perusteella muodostetaan kuva tutkittavan kuulosta. (8, s. 31.)

Ilmajohtotutkimuksessa äänokset toistetaan testattavan korvaan ilmajohtoisesti, jolloin saadaan selville tutkittavan kuulon yleinen tila. Mikäli tutkittavan kuulo osoittautuu ilmajohtotutkimuksessa huonommaksi kuin 15dB, tälle voidaan tehdä myös luujohtotutkimus. Luujohtotutkimuksessa äänksen toistossa tutkittavalle käytetään nk. luuvärähtelijää eli luujohtokuuloketta, jolta ääni etenee luujohteisena suoraan tutkittavan sisäkorvaan. Tuloksia vertaamalla voidaan päätellä, onko kuulonaleneman syy sisäkorvassa vai ulko- tai välikorvassa. (8, s. 31.)

Kun audiometrillä mitataan yhtä korvaa kerrallaan, ja toisen korvan kuulo on selvästi heikompi kuin toisen, voidaan mittauksessa käyttää hyväksi nk. peiteääntä. Peiteääni on kapeakaistaista kohinaa jota toistetaan korvaan, jonka kuuloa ei olla mittaamassa. Tällöin testattavan toinen, mahdollisesti paremmin kuuleva korva, ei voi kuulla testattavaan korvaan syötettyä ääntä ja vääristää testituloksia. Luujohtotutkimuksessa peiteäänänen käyttö on välttämätöntä tutkittaessa yhden korvan kuuloa kerrallaan, koska luujohdetun äänen kohdistaminen vain toiseen korvaan on mahdotonta. (8, s. 31-32.)

3.1.2 Puheaudiometria

Puheaudiometria on tekniikaltaan ja periaatteiltaan pitkälti samanlainen testaustapa kuin äänesaudiometria. Testeissä tutkittavalle syötetään eri voimakkuuksilla ennalta nauhoitettuja sanoja, ja tutkittavaa pyydetään toistamaan kuulemansa sanat. Testattavan toistamia sanoja verrataan tälle todellisuudessa toistettuihin sanoihin, ja vastausten paikkansapitävyydestä lasketaan sanaerotuskyvyn prosenttiluku. (2, s. 34.) Normaalikuuloisella sanaerotuskyky on suomenkielisillä 100 prosenttia 20dB voimakkuudella(13, s. 119).

Puheaudiometriassa tärkeäksi tekijäksi muodostuu testauksessa käytettyjen sanojen lista. Testattava saattaa arvata oikein yleisimpiä sanoja, vaikka kuulisi sanoista todellisuudessa vain pienen osan, mikä vaikuttaa suoraan testituloksiin. Se, mitä sanoja testattava todennäköisemmin arvaa oikein riippuu paljolti testattavan taustasta. Testituloksiin vaikuttaa esimerkiksi testattavan henkilön

kielitausta. Äidinkielenään ruotsia puhuvan puheaudiometriatestauksen tekeminen suomen sanastolla voi tuottaa huonommat tulokset kuin ruotsin sanalistoilla, vaikka testattava olisikin käytännössä kaksikielinen. (13, s. 118-119.)

Puheaudiometrialla, kuten myös äänesaudiometrialla, voidaan selvittää sanaerotuskyvyn lisäksi myös testattavan puhekuulokynnys, eli alhaisin äänenvoimakkuus jolla testattava vielä kykenee luotettavasti kuulemaan puhetta. (2, s. 34.)

3.1.3 Äänirautakoe

Äänirautakokeessa testattavan kuuloa arvioidaan eri tavoin äänirautoja apuna käyttäen. Ääniraudalla voidaan tuottaa ilmaitse kulkevaa ääntä, tai sen voi asettaa kiinni tutkittavan päähän, jolloin saadaan aikaan ääni tutkittavan sisäkorvassa luujohtokuulona. Erilaisia äänirautakokeita on useita, joskin ne eroavat toisistaan lähinnä ääniraudan tai -rautojen testinaikaisessa sijainnissa. Riippuen siitä, kuuleeko tutkittava ääniraudan tuottamaa ääntä paremmin ilma- vai luujohtokuulona voidaan päätellä, missä kohdassa kuuloelimistöä ääni lakkaa kulkeutumasta normaalisti eteenpäin, eli missä kuulon heikentymän syy mahdollisesti sijaitsee. (13, s. 97.)

Esimerkiksi Weberin kokeessa 256Hz äänirauta asetetaan soimaan tutkittavan pään keskelle, yleensä otsalle tai pääläelle. Ääniraudan soidessa tutkittava arvioi, kuuleeko äänen tasaisesti molemmissa korvissa tai vahvempana toisessa korvassa. Normaalikuuloinen tai symmetrisen kuulovaurion omaava henkilö kokee äänen jakautuvan tasaisesti molempiin korviin. Äänen kuuluminen paremmin toisessa korvassa viittaa huonokuuloisen korvan johtumistyyppiseen kuulovikaan, tai parempikuuloisen korvan sensorineuraaliseen vikaan. (8, s. 28-29.) Sekatyypin kuulovian diagnosointi Weberin kokeella on kuitenkin vaikeaa (13, s. 97). Äänirautakokeilla voidaan pyrkiä selvittämään, onko kuulovika sensorineuraalinen vai konduktiivinen, mutta ääniraudan äänenvoimakkuuden säätelyn ongelmien vuoksi menetelmä ei ole riittävä kuulovian vaikeusasteen määrittämiseksi. Sillä ei myöskään saada tietoa tutkittavan puheenerottelukyvystä.

3.1.4 Lasten kuulontutkimukset

Siinä tapauksessa, että tutkittava ei kykene riittävään kielelliseen vuorovaikutukseen suoriutuakseen äänes- tai puheaudiometriasta, voidaan tutkittavan kuuloa arvioida menetelmillä jotka eivät vaadi tutkittavan tietoista vastaamista. Tällaisten kuulojärjestelmän ja rakenteen tutkimusmenetelmien lisäksi käyttökelpoisia tutkimusmenetelmiä lasten kuulon arvioinnissa ovat käyttäytymisaudiometria, leikkiaudiometria, sekä lasten puheaudiometria. Käyttäytymisaudiometriassa seurataan tutkittavan reaktioita erilaisiin ääniin, ja leikkiaudiometriassa lapsi opetetaan leikin kautta antamaan

vastauksia kuulon arviointia varten. Lasten puheaudiometriassa lapsi ilmaisee kuulleensa ja ymmärtäneensä sanoja joko toistamalla sanat kuten aikuisten puheaudiometriassa, tai tämä voidaan opastaa käyttämään kuvia tai esineitä apuna. (13, s. 126-131.)

3.2 Kuulojärjestelmän ja sen rakenteen tutkimismenetelmät

Kuulojärjestelmän rakenteellisilla testeillä saadaan lisätietoa kuulojärjestelmän toiminnasta ja mahdollisista ongelmista. Testattavan yhteistyökyky ja ohjeiden täydellinen ymmärtäminen eivät vaikuta testituloksiin, joten tulosten luotettavuus on parempi teknisissä kuin psykoakustisissa tutkimismenetelmissä. Puheen erotuskyvyn arviointi vain kuulojärjestelmän rakenteellisen toimivuuden tutkimusten perusteella on kuitenkin toistaiseksi mahdotonta (2, s. 38). Kattava ja tarkka kuva tutkittavan kuulosta saadaan käyttämällä hyväksi erilaisia fysiikallisia ja psykoakustisia testejä. (10, s. 140.)

3.2.1 Korvan tähystys (otoskopia)

Korvan tähystyksellä eli otoskopiolla saadaan selville tietoa korvakäytävän ja tärykalvon tilasta. Otoskopiassa käyvät ilmi mahdolliset korvakäytävän tukkeumat, esimerkiksi vahatulpat tai vierasesineet. --huonokuulisuus 35-36 Tärykalvosta tutkitaan otoskopiassa sen eheys, väri, valoheijaste, asento ja liikkuvuus(8, s. 27). Tutkimuksessa keskitytään ulkokorvan ja tärykalvon toimintaan ja eheyteen, mutta sillä voidaan havaita myös esimerkiksi välikorvan tulehdus tärykalvon värin muutoksena(8, s. 28).

3.2.2 Kuvantaminen (röntgen, magneettikuvaus)

Kuulojärjestelmää voidaan pyrkiä kuvantamaan ja tarkastelemaan esimerkiksi röntgen- tai magneettikuvauksella. Käytännössä näillä menetelmillä ei yleensä saada riittävästi tietoa diagnoosin tekemiseksi. Kuulojärjestelmän vauriot ovat yleensä sisäkorvan aistin- tai hermosoluissa, ja niiden kuvantaminen nyky menetelmillä on käytännössä mahdotonta niiden mikroskooppisen koon vuoksi. (2, s. 36.)

3.2.3 Impedanssimittaus (tympometri, stapediusheijastemittaus)

Tympometriassa eli täryontelon ilmanpainemittauksessa selvitetään tärykalvon ja välikorvan toimintavalmiutta. Tympometrialla mitataan korvakäytävän ilmanpaineen muutosten vaikutusta korvan tärykalvon värähdysherkkyyteen. Terveen korvan tärykalvo jäykistyy ulkoisen ilmanpaineen

laskiessa tai noustessa sisäiseen paineeseen nähden, ja tärykalvon jäykistyminen aiheuttaa tärykalvon impedanssin muutoksen. Korvan impedanssiin vaikuttavat kolme osatekijää, kitka, massa ja elastisuus. Elastisuuden merkitys impedanssiin on kolmesta osatekijästä suurin käytettäessä 220Hz äänestä, jonka vuoksi se on tavallisesti käytössä mittauksessa. (10, s. 141-142.)

Tympanometrian tulokset esitetään tympanogrammina. Siitä käy ilmi, liikkeuko tärykalvo normaalisti sisään- ja ulospäin ilmanpaineenmuutosten mukaan. Normaalitytuloksessa käyrän huippu on lähellä ympäristössä vallitsevaa ilmanpainetta (8, s. 35). Poikkeavat tulokset voivat viitata esimerkiksi välikorvan sisäisiin ei-toivottuihin nesteisiin tai tärykalvon reikään, jotka voi toisaalta myös joissain tapauksissa havaita otoskopiolla. Tympanometrian tuloksista voidaan lisäksi päätellä korvatorven toimintakuntoa, sillä ilmastoitu eli normaalipaineinen täryontelo vaatii korvatorven toimivan normaalisti. (10, s. 142-144.) Menetelmää ei voida käyttää mikäli tärykalvossa on avoin ilmastointiputki, koska sen kautta ilmanpaine pääsee tasautumaan mittauksen aikana ja tuloksena saatu käyrä on aina tasainen (8, s. 35).

Stapediusheijastemittauksessa mitataan kuuloluuketjuun vaikuttavan stapediuslihaksen jäykistymisen aiheuttamaa korvan impedanssimuutosta. Mittauksessa korvakäytävässä käytetään painetta, jossa värähdysherkkyys tärykalvolla on suurin, eli yleensä ympäröivän ilman painetta. Saman tai vastakkaisen puolen korvaan toistetaan ääneksiä tai kohinaa, jotka laukaisevat kuuloluuketjua jäykistävän stapediusheijasteen. Stapediusheijastemittauksella saadaan tietoa heijasteen ja kuuloluuketjun toiminnasta. (10, s. 144.)

3.2.4 Otoakustiset emissiot

Sisäkorvan uloimpien karvasolujen supistumisesta aiheutuvaa, kudoksia pitkin tärykalvon värähtelyksi kulkeutuvaa otoakustista emissiota voidaan mitata korvakäytävästä. Emissiot ovat hyvin heikkoja ja niiden luotettava havaitseminen vaatii äänen vahvistusta ja keskiarvoistusta, ja sitä myöten pitkäaikaisia mittauksia. Otoakustinen emissio voi laueta spontaanisti ilman ulkoista ärsykettä tai se voidaan laukaista transientilla äänellä, esimerkiksi 80 μ s kestoisella äänipulssilla. Kehon normaalit pienitaajuiset kohinat, kuten hengitys ja verenkiertoäänet, suodatetaan pois ja emissiovaste selvitetään ylipäästösuotimen avulla. Otoakustisen emission toteamisen ongelmat voivat johtua sisäkorvan uloimpien karvasolujen ongelmien tai mahdollisen kuulovaurion lisäksi myös lievästä väliaikaisesta välikorvan häiriöstä, eikä emissiota yleensä pystytä laukaistamaan transienttiäänillä jos tutkittavan kuulokynnys on 20-30dB HL huonompi. (10, s. 147-149.)

3.2.5 Sähköfysiologiset mittaukset

Kuulojärjestelmästä voidaan kerätä tietoa myös erilaisilla sähköfysiologisilla mittauksilla. Oikein asetetuilla elektrodeilla voidaan mitata äänen aiheuttamia biosähköisiä reaktioita esimerkiksi aivo-kuorivasteena, kun ärsyke toistetaan useita kertoja ja mittatulokset keskiarvoistetaan vasteen löytämiseksi muun aivosähkötoiminnan joukosta. (10, s. 150-157.)

4 KUULON TUKEMINEN TEKNOLOGISILLA RATKAISUILLA

Huonokuuloisen kuulemista voidaan tukea tekemällä korvaan tulevista äänistä voimakkaampia, tai syöttämällä ääni implantin avulla sähköisinä impulsseina kuuloketjun sisempään, paremmin toimivaan osaan. Kuulovian tyyppi ja huonokuuloisen elämäntavat ja mielipiteet määrittävät sen, millaista laitteistoa tämän kuulemisen tukemiseksi voidaan ottaa käyttöön. Äänen voimakkuuden kasvattamisessa yleisessä käytössä ovat esimerkiksi korvantauskuulokojeet ja korvakäytäväkuulokojeet, joissa kuuloa tehostava vaikutus perustuu laitteen läpi kulkevan äänen mekaaniseen vahvistamiseen. Kuulokojeiden tehokas käyttö vaatii käyttäjän perehdyttämisen laitteen käyttöön. Joissain tapauksissa voi olla aiheellista, että myös laitteen käyttäjän omainen saa laitteen käyttöön vaadittavan opastuksen, jotta tämä voi tarpeen vaatiessa tukea laitteen käyttöä jos käyttäjä itse ei vaikkapa muistiongelmien vuoksi selviydy yksin tehokkaasti laitteen käytöstä.

4.1 Ääntä vahvistavat kuulolaitteet

Erilaisia ääntä vahvistavia kuulokojeita on monia. Ne jaetaan rakenteiden perusteella korvantaus-, korvakäytävä-, silmälasij- ja taskukuulokojeisiin (8, s. 105).

Korvantauskuulokoje on kaikista kuulolaitteista yleisin. Siinä varsinainen kuulokoje sijaitsee käyttäjän korvan takana. Laitte vastaa äänen oman mikrofoninsa kautta, vahvistaa äänen, ja välittää sen sitten käyttäjän korvakäytävällä sijaitsevaan korvakappaleeseen. (14, s. 88.) Nykyaikaiset ääntä vahvistavat kuulokojeet säädetään tietokoneen avulla ohjelmoimalla käyttäjän kuuloon sopivaksi. Näin taataan se, että käyttäjä saa kuulokojeella tukea juuri niille taajuusalueille, joiden kuulemisessa hänellä on todettu ongelmia. (--8, s. 104.)

Suurella osalla korvantaus- ja korvakäytäväkuulokojeita on sisäänrakennettuna induktiokela, joka mahdollistaa äänisignaalin tuomisen kuulokojeeseen langattomasti magneettikentän avulla. Käyttäjä voi induktiivisen kuunteluasetuksen (T-asetus) kautta kuunnella induktiivisyyhteensopivia laitteita, joita voivat olla esimerkiksi radio, televisio tai puhelin. T-asennossa eli induktiivisessä oleva kuulokoje toistaa vain induktiivisellä vastaanotettua signaalia, joten sen avulla voidaan eliminoida ympäristön hälyäänet kuuntelun helpottamiseksi. (8, s. 104-105.)

Joissain tapauksissa korvakäytävään sijoitettava korvakappale ei ole käyttökelpoinen ratkaisu. Syitä tähän voivat olla korvanlehdien tai korvakäytävän rakenteelliset ongelmat, tulehdusriski esimerkiksi leikkauksen seurauksena, tai kuulolaitteen käytön tarpeen väliaikaisuus. Toisaalta myös kuulolaitetta tarvitsevan hienomotoriikan ongelmat voivat tehdä pienen kuulokojeen käytöstä vai-

keaa tai jopa mahdotonta. Tällöin voi olla tarkoituksenmukaista ottaa käyttöön esimerkiksi kommunikaatiovahvistin. Kommunikaatiovahvistin on kannettava laite, jonka vahvistaman äänen käyttäjä kuulee kuulokkeiden kautta. (14, s. 88.)

4.2 Erityiskuulokojeet

Erityiskuulokojeiksi katsotaan luujohtokojeet ja implantoitavat kuulokojeet. Näissä kuulokojetyypeissä käyttäjälle syötetty ääni johdetaan suoraan tai välillisesti sisäkorvaan, jolloin ääni ohittaa suuren osan kuulielimistöä. Tällaisten kuulokojeiden toiminnallisuus ei kärsi ulko- ja välikorvan ongelmista, joten niistä voi olla hyötyä etenkin tapauksissa joissa syy kuuloalenemaan on kuuloketjun ulkoisissa osissa. (14, s. 88.)

4.2.1 Sisäkorvaistute (Cochlear Implant)

Sisäkorvaistute on tyypillisesti kaksiosainen laite, jonka ulkoisen osan sijainti vastaa laajemmin käytössä olevia korvantauskuulokojeita ja implanttiosa asennetaan kirurgisesti laitetta tarvitsevan päähän. Sisäkorvaistutetta voidaan käyttää silloin, kun ulkoisilla ääntä vahvistavilla laitteilla ei saada riittäviä tuloksia. (14, s. 88.)

Tyypillisessä sisäkorvaistutuksessa ääni vastaanotetaan laitteen ulkoiseen osaan, puheprosessoriin, mikrofoniin avulla. Korvan taakse kiinnitetty puheprosessori käsittelee ääntä ja lähettää sen edelleen langattomasti ihon läpi sisäkorvaistutteen implanttiosaan. Puheprosessorin ja implanttiosan välisessä tiedonsiirrossa käytetään tyypillisesti apuna sähkömagneettista induktiota tai radioaaltoja (15, s. 17). Sisäkorvaistute syöttää äänen käyttäjän kuulohermoon päätesoluille stimuloimalla kuulohermoja elektronisesti simpukan sisä- tai ulkopuolelle asennettujen elektrodien avulla, josta sähköinen impulssi etenee kuuloaivokuorelle ja muodostuu kuuloaistimukseksi (8, s. 107). Sisäkorvaistutteen implanttiosa saa toimintaansa tarvittavan sähkövirran langattomasti pään ulkopuolisesta vastaanottimesta (16).

Sisäkorvaistutteita asennetaan pääosin syntymäkuuroille lapsille ja kuuroutuneille aikuisille. Suomessa istutteita asennetaan vuosittain noin 40-50. Hoidolla voidaan parhaillaan mahdollistaa riittävä kuulo puheen ymmärtämiseksi, mutta sisäkorvaistute ei kuitenkaan palauta tai luo käyttäjälleen normaalikuuloa. Sisäkorvaistutehoidon teho on riippuvainen potilaan kuulohermoon toimintakyvystä ja siitä, miten hyvin aivot kykenevät käsittelemään ja hyödyntämään kuulopohjaista tietoa. Potilailla, jotka ovat kuuroutuneet puheen oppimisen jälkeen on puheen ymmärrystä varten jo kehittynyt hermoverkko kuuloärsykkeiden käsittelyä varten, mikä mahdollistaa puheen kuuntelun uudelleenoppimisen sisäkorvaistutteen ja harjoittelun avulla. Syntykuuroille istutteen asentamisesta

ei välttämättä ole enää hyötyä neljännen ikävuoden jälkeen, koska kuulojärjestelmän plastisiteetti on jo laskenut niin merkittävästi ettei potilaan voida olettaa oppivan kuuntelemaan puhetta edes sisäkorvaistutteen avulla. Syntykuurolle lapselle sisäkorvaistute pyritään asentamaan ennen toista ikävuotta. (8, s. 108.)

4.2.2 Aivorunkoistute eli aivorunkoimplantti

Aivorunkoistute on tekniikaltaan pitkälti samanlainen kuin sisäkorvaistute. Simpukkaan asennettavien elektrodien sijaan aivorunkoistutteen implanttiosan elektrodit asetetaan kirurgisesti aivorungon kuulohermön tumakkeiden päälle. Aivorunkoistute on käytössä lähinnä neurofibromatoosipotilailla, ja istute asennetaan tyypillisesti kasvaimen poistoleikkauksen aikana. (8, s. 109.) Erillistä aivorunkoistutteen asennusleikkausta ei yleensä lähdetä tekemään leikkauksen monimutkaisuuden ja tulosten verrattaisen heikkouden vuoksi, vaan kuulon tukemiseksi pyritään käyttämään sisäkorvaistutetta mikäli kuulohermo sen sallii (17).

4.2.3 Välikorvaistute

Välikorvaistute on sähkömagneettinen värähtelijä, joka asennetaan kirurgisesti käyttäjän välikorvaan joko kiinni kuuloluihin tai pyöreään ikkunan kalvolle. Istutteella stimuloidaan välikorvan rakenteita kuulohavainnon tuottamiseksi. Sitä voidaan käyttää, kun sisäkorvan toiminta on riittävä, mutta seka- tai aistimistyyppinen kuulovika estää äänen pääsyn sisäkorvaan eikä ulkoisten kuulokojeiden käyttö ole mahdollista tai käytännöllistä. (8, s. 107.)

5 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli tutustua ääneen ja kuuloon fysiologisena ilmiönä, sekä käydä läpi yleisimpiä kuulokyvyn mittauksessa ja arvioinnissa käytettäviä menetelmiä ja teknologioita. Lisäksi pyrittiin tarkastelemaan ääntä vahvistavien kuulolaitteiden ja sisäkorvaistutteen perustoimintaa ja käyttö-tarkoituksia.

Työn peruspohjana toimineen kirjallisuuden ikä ja alkuperäiset käyttötarkoitukset muodostuivat työn aikana ongelmiksi. Kuulolaitteista ja kuulosta kirjastoista helposti saatavilla oleva kirjallisuus keskittyy kuulolaitteiden käyttäjien tukemiseen ja opastamiseen, joten nykyaikaisen teknisesti painottuneen tai edes kuulolaitteiden teknistä toimintaa sivuavan materiaalin löytäminen osoittautui haastavaksi. Työn aikana pyrittiin tarkistamaan teknologian nykytasoa kuulolaitteiden saralla internetin avustuksella, mutta se, kuinka paljon kuulotutkimuksen ja kuulon tukemisen laitteistot ovat viime vuosina edenneet jäi vielä työn aikana epäselväksi ja pohjamateriaalin ikä voi osaltaan vaikuttaa lopullisen tuotoksen paikkaansapitävyyteen.

Kuulolaitetekniikkaan liittyvien materiaalien iästä huolimatta työn aikana korvan ja kuuloelimistön perusrakenteet tulivat tutuiksi, ja erilaisten kuulokojeiden perustarkoitus ja toiminnot kävivät ilmi useiden eri lähteiden avulla tarkasteltuina. Audiologia havaittiin tieteenalana laajaksi ja mielenkiintoiseksi siinä määrin, että opinnäytetyön sisältöä oli karsittava reilusti alustaviin suunnitelmiin nähden.

Lähteet

1. Opiskelutulkki.fi. Saatavissa: <http://www.opiskelutulkki.fi/opiskelutulkkaus/termit-tutuksi>. Hakupäivä 18.4.2015.
2. Jauhiainen, Tapani 2007. Huonokuuloisuus. Vantaa: WSOY.
3. Clausen, Thomas 2003. Saatavissa: https://hoereforeningen.dk/saerligt-for-dig/saerligt-for-dig-filer/Naar_hoerelsen_svigter_SFI_2003.pdf. Hakupäivä 18.4.2015.
4. Krokstad, Asbjørn – Laukli, Einar. Akustiikka. Teoksessa Jauhiainen, Tapani (toim.) 2008. Audiologia. Helsinki: Duodecim. S. 11-31.
5. Tuomela, Pekka 2001. Tee itse hifikaiuttimia. 3., uudistettu painos. Juva: Helsinki media.
6. Huttunen, Kerttu – Sorri, Martti – Viita, Heli 1998. Korvat ja kuuleminen. Tampere: Kirjapaino PMK.
7. Korpinen, Pertti. Saatavissa: http://www.aanipaa.tamk.fi/voima_1.htm. Hakupäivä 20.4.2015
8. Nuutinen, Juhani 2011. Korva- nenä- ja kurkkutaudit ja foniatrian perusteet. Helsinki: Korvatieto.
9. Berggren, Diana – Jauhiainen, Tapani – Levänen, Sari – Lind, Ola – Magnusson, Bengt – Moore, Jean K. – Osen, Kirsten. Korvan ja kuulojärjestelmän kehitys, rakenne ja toiminta. Teoksessa Jauhiainen, Tapani (toim.) 2008. Audiologia. Helsinki: Duodecim. S. 63-94.
10. Arlinger, Stig – Jauhiainen, Tapani – Laukli, Einar – Lind, Ola. Korvan ja kuulojärjestelmän toimintakokeet. Teoksessa Jauhiainen, Tapani (toim.) 2008. Audiologia. Helsinki: Duodecim. S.140-163.
11. Väätäinen, Sirkku-Marja 2005. Kuulolla!: opas kuulonkuntoutuksesta sosiaali- ja terveystieteiden ammattilaisille. Helsinki: Edita Publishing.
12. World Health Organization. Saatavissa: http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/. Hakupäivä 18.4.2015.
13. Arlinger, Stig – Baldursson, Gylfi – Hagerman, Björn – Jauhiainen, Tapani. Kuulontutkimukset. Teoksessa Jauhiainen, Tapani (toim.) 2008. Audiologia. Helsinki: Duodecim. S. 95-139.
14. Salminen, Anna-Liisa 2010. Apuvälinekirja. Kouvola: Oppimateriaalikeskus OPIKE.
15. Hautamäki, Johannes 2008. Sisäkorvaistutteen käyttäjien kuulokynnysten arviointi ASSR:n avulla. Saatavissa: <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/1093>. Hakupäivä 18.4.2015.

16. American Speech-Language-Hearing Association. Saatavissa: <http://www.asha.org/policy/TR2004-00041/>. Hakupäivä 17.4.2015.
17. Kuuloavain.fi. Saatavissa: <http://www.kuuloavain.fi/tietoa/kuulon-kuntoutus/sisakorvaintute/aivorunkoimplantti-abi>. Hakupäivä: 10.4.2015.



Mikki Hiltunen

USABILITY STUDY OF A CUSTOMER INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM

USABILITY STUDY OF A CUSTOMER INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM

Mikki Hiltunen
Bachelor's Thesis, part 2 + 3
Spring 2018
Medical Engineering Degree
Programme
Oulu University of Applied Sciences

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Medical Engineering Degree Programme

Author(s): Mikki Hiltunen

Title of thesis: Usability Study of a Customer Information Management System

Supervisor(s): Jukka Jauhiainen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018 Number of pages: 28 + 2

For this thesis, Company A requested a study of the usability of the web-based user interface of their customer information management system "System X".

The goal was to determine what usability problems exist in the current version of the target system, and to evaluate which of these problems are perceived as most critical, specifically by users working directly with customers. The study was conducted using three separate evaluation methods after a use case was selected to limit the scope of the study.

Nielsen's heuristics were used to evaluate the usability of the system's views in the selected use case. To gauge the general opinion the user base had of the systems usability, current and prospective users were asked to fill in a questionnaire with questions related to which parts of the system they already liked and where they thought improvements should be made. Finally, usability testing was conducted along with short user interviews to highlight what the actual users perceived to be the biggest challenges in the usability of the system. The questionnaires were filled in by 23 respondents. 8 users of differing experience and skill levels took part in the usability tests and the concurrent user interviews.

The results of all three data gathering methods suggest that the system's usability is good, but there is some room for improvement. The end users participating in the study were generally happy with how the system works. Based on the study, current users would most appreciate improvements in the system's search function, specifically how the results are displayed in and automatically sorted by the system. Users would also like to see improvements in system speed and stability.

Keywords: usability, usability evaluation, usability testing, user experience

CONTENTS

ABSTRACT.....	3
1 INTRODUCTION.....	6
2 MATERIAL AND METHODS	7
2.1 The use case.....	7
2.2 Usability evaluation with Nielsen’s heuristics.....	8
2.2.1 Heuristic evaluation.....	8
2.2.2 Nielsen’s heuristics	9
2.2.3 How the heuristics were used in this study	9
2.3 User questionnaire	10
2.4 Usability testing	11
2.4.1 Testing method	12
2.4.2 Planning and piloting.....	12
2.4.3 Recruiting.....	12
2.4.4 Testing	13
3 RESULTS.....	15
3.1 Results of the heuristic evaluation.....	15
3.2 Results of the questionnaire.....	16
3.2.1 Prospective users	16
3.2.2 Current users	17
3.2.2.1 Q1 & Q2 How much do you use System X during an ordinary week at work (in hours)? How long have you been a user of the system?	17
3.2.2.2 Q3 How easy do you think it is to start using the system?	17
3.2.2.3 Q4 Have you received adequate training for using the system?	18
3.2.2.4 Q5 Which of the System X’s features do you use the most?	18
3.2.2.5 Q6 How would you describe System X to a new colleague	18
3.2.2.6 Q7 What is good about System X? Which of its features do you think work especially well?	19
3.2.2.7 Q8 What improvements should be made to System X? Which of the system’s features do you most wish for improvements in?	19
3.3 Results of usability testing.....	20
3.3.1 Group A.....	20

3.3.2	Group B.....	21
3.3.3	Group C	22
3.4	Summary of the results of all three methods	23
4	CONCLUSIONS	24
4.1	Suggested improvements.....	25
4.2	Evaluation of the methods used in the study	26
	REFERENCES	27
	APPENDIX 1 - Test script	

1 INTRODUCTION

Company A requested a usability study on “System X”. The goal of the study was to answer the question, “What improvements would bring most value to the system from the end users’ point of view?”

The target system is a customer information system designed specifically for Company A’s customers’ needs. Its user interface is web based, allowing users to access the system via the internet browser of their choosing. Through System X’s different modules, Company A’s customer companies may, for example, manage customer information, invoicing and claims. The system may also be used to receive and manage a variety of data from connected data systems. The version of the system that was chosen for evaluation and testing includes 10 modules in total, all of which have different functionalities and contain a number of views.

Pictures of the user interface were not included in this public report of the usability study due to privacy reasons. Throughout the usability study end users taking part in the user questionnaire, in the usability testing, or both, reported usability problems unrelated to the use case selected for the study. While these comments are to be addressed internally in the company, some have been left out of this public version of the study.

The usability study begins with section 2, “Material and methods”, which is a short introduction to the methods used in the study. An overview of the information collected during the study was gathered to section 3, “Results”. Section 4 “Conclusions” details the interpretations of what the study results mean and how they may be used to answer the original question, “What improvements would bring most value to the system from the end users’ point of view?”

2 MATERIAL AND METHODS

The version of the system that was chosen for evaluation and testing includes 10 modules in total, all of which have different functionalities and contain a number of views. A use case was chosen to limit the scope of the study to select views in the customer and invoicing modules. To evaluate the state of the system's usability, a heuristic evaluation was conducted on the views included in the use case using one evaluator. The end users were consulted with a user questionnaire (23 respondents) to determine what problems the users in general saw as most limiting in their day-to-day operations. Finally, 8 users took part in usability tests to determine how end users operate in the system and what concrete problems they face when performing tasks such as the ones in the use case in the system.

2.1 The use case

Due to the modularity and amount of views in the evaluated system, a full evaluation of the system was deemed unnecessarily time consuming for this study. Instead of evaluating every view in the system's user interface separately, a use case was selected to limit the amount of views to be evaluated. Company A requested that current users of the system be contacted for a list of common tasks their customer support personnel perform in the system while being on the phone with their customers, and that list of tasks should be used as a base for the use case.

The usability study was limited to System X, so some suggested use cases were discarded because testing them would have required access to connected external data systems. Some of the suggestions included concepts and terminology that would have required extensive knowledge of information exchange policies and Company X's industry field in general. The selected use case can be understood with minimal knowledge of the field, which made it possible to run usability tests with users who had never seen the system before.

The selected use case was as follows:

A customer by the name Firstname Surname (social security number X) calls, because they want to get invoices every X months. During the call, it becomes apparent that some of the customer's information in the system has become outdated. Therefore it is necessary to check and correct the following customer information in the system:

- invoicing period. The customer wants to receive invoices every X months.
- invoice type. The customer wants to receive their invoices in an electronic format.
- phone number. The customer's current phone number is X.
- e-mail. The customer's current e-mail address is X.

The use case was used to limit the screens to be evaluated in the heuristic evaluation of the system, as well as the task testers had to complete during usability testing. The test customer information marked as Xs in the use case description varied between tests.

2.2 Usability evaluation with Nielsen's heuristics

Before conducting user tests, the system's usability during the chosen test case was evaluated using Nielsen's heuristics.

2.2.1 Heuristic evaluation

In a heuristic evaluation of a user interface, evaluators go over the user interface step by step to determine how well the user interface conforms to a predefined set of heuristics. The heuristics feature a list of principles which help the evaluator stay focused and remember what they are looking for when evaluating the user interface (Kuoppala, Parkkinen, Sinkkonen, Vastamäki, 2006). Different heuristics may have different areas of focus, and as a result, some heuristics are more suited for certain types of user interfaces than others (Barnum, C.M. 2010).

To perform a heuristic evaluation, the evaluators must first familiarize themselves with the heuristics. Each evaluator studies the target user interface, paying special attention to the possible problems discussed in the chosen heuristics. After individual evaluations are done, the findings are gathered together and the final severity rating for each found problem is determined, for example by using a mean in a set of ratings. (Nielsen, 1995; Leavitt, Schneiderman, 2006).

Another method of evaluation considered for the study was studying the system in light of World Wide Web Consortium's Web Content Accessibility Guidelines (World Wide Web Consortium, 2008). The heuristic approach was chosen for this study over other options as the focus of the study was more on current users' opinions on the system, not on how accessible the system currently is.

2.2.2 Nielsen's heuristics

Nielsen's 10 Usability Heuristics for User Interface Design were chosen as an evaluation tool for the study for two main reasons, most importantly because they are commonly used in usability studies; remaining popular even a decade after their initial release (Barnum, C.M. 2010). Also, the evaluator had prior experience with this set of heuristics and could start using the heuristics as a tool with little preparations.

Nielsen's heuristics comprise of "10 general principles for interaction design" (Nielsen, 1994):

1. Visibility of system status
2. Match between system and the real world
3. User control and freedom
4. Consistency and standards
5. Error prevention
6. Recognition rather than recall
7. Flexibility and efficiency of use
8. Aesthetic and minimalist design
9. Help users recognize, diagnose, and recover from errors
10. Help and documentation

2.2.3 How the heuristics were used in this study

The heuristic evaluation was conducted on the screens that were needed to complete the chosen use case. The evaluation was done by a single evaluator. Instead of using multiple evaluators, end users were invited to participate in the study as testers to highlight what the actual users perceive to be the biggest challenges in the usability of the system.

Each view included in the use case was studied separately during the heuristic evaluation. The views evaluated (in order of appearance) were:

- login screen
- index
- customer - total situation
- customer - edit customer information
- invoicing - invoicing base

The evaluator studied the appearance and functionalities of the views while referring to the list of heuristics to detect possible usability problems. The screens were examined using the web browser Chrome, as this was one of the recommended browsers for accessing the user interface of the system. Each view was studied with and without color to check for accessibility problems color blind people may face in the system. The scalability and behavior of the views in different resolutions were tested by resizing the browser window and using the browser's built-in zoom-functionality. The usability problems detected with the heuristic evaluation method were marked with a severity rating from 1 to 4, as merely cosmetic (1), minor (2), notable (3), or dire (4).

2.3 User questionnaire

Current and prospective users of the system were presented with a questionnaire on which parts of the system they saw as reliable and good, and which parts they thought still needed some improvements. The goal of the questionnaire was to screen for reoccurring themes in how users perceived the system in its current state. Current users were presented with a list of 8 questions, and prospective users with 4. The questionnaires were provided in Finnish. Users could answer the questionnaire by sending their answers via e-mail or by writing their answers on a print-out of the questionnaire. Translations of the questions in English can be found in the tables below.

The goal in forming the questions was for the questionnaire to elicit descriptive, honest answers. To achieve this the questionnaire included open-ended questions and enough space that the person filling the questionnaire would instinctually understand more than a couple of words were expected in the answers. An effort was made to keep the questions as neutral as possible, as

opinions in the questions may make the respondent react to the opinion instead of the question. (Brace, I. 2008; Presser, Couper, Lessler, Martin, Martin, Rothgeb, Singer, 2004).

The questionnaires were answered anonymously, so there is a possibility that some users answered the questionnaire multiple times. Those who were not certain which questionnaire to fill in were instructed to choose the current user version if they had even once clicked on something either in the production or testing version of System X. None of the questions were mandatory.

Current users

1. How much (in hours) do you use System X during a usual week at work?
2. How long have you been a user of System X?
3. How easy do you think it is to start using the system?
4. Have you received sufficient training to use the system?
5. Which of System X system's features or views do you use the most?
6. How would you describe System X to a new colleague?
7. Which parts of the system do you think work well?
8. Which parts of the system do you feel still need improvements?

Prospective users

1. What features do you most hope System X system would offer?
2. Do you think that there is some feature still missing from the system? If so, what feature?
3. What do you think it would be like to start using the system?
4. How do you think it would affect your daily work if the company you work for started using System X?

2.4 Usability testing

Usability testing was conducted to better understand how the end users operate the system, and which parts of the system they are currently displeased with.

2.4.1 Testing method

In usability testing, users were asked to complete tasks pertaining to the selected use case in the system. As the user attempted the tasks in the target system, their computer screen and speech were recorded for note taking purposes.

For moderating the testing, a loose interpretation of the concurrent think aloud method was applied. In this method the tester is asked to think aloud at the same time as they perform tasks in the system, with no input from the test moderator. Asking the user to talk at the same time as they are performing the tasks could have caused problems if the tests had been timed, as talking diverts some of the testers attention away from the tasks. For this study, tracking task completion speed was deemed unnecessary, as the goal was to learn about the users' opinions, habits and preferences. (Romano Bergstrom, 2013).

2.4.2 Planning and piloting

Planning for usability testing began early on in the study. This is because it became apparent it would not be possible to understand how end users experienced the system without seeing how they use it. After the first version of the test script was finished, it was reviewed by the head of customer support to ensure proper tone when interacting with the testers. A pilot test was run using the script, and the ensuing recording was reviewed and revised before the test script (appendix 1) was finalized. The version of the test script that is included in this report was translated from Finnish, which was the language used in the testing.

2.4.3 Recruiting

The testers were Company A's employees, later referred to as 'internal testers', and end users from companies where System X is currently either in use or in testing (with a version suitable for testing the use case), later referred to as "external testers". The goal was to find testers with different skill levels, categorized in the following three groups:

1. Group A: people who were not previously familiar with the system.
2. Group B: people who were already familiar with the system, but usually performed tasks different from the ones included in the use case.

3. Group C: people who regularly performed tasks similar to the ones described in the use case.

Potential external testers were asked to answer the following questions:

1. How and how much do you use System X on a daily basis?
2. Do you have access to a test version of the System X?
3. When would you be available to take part in the study?

External testers were invited to take part in the study based on their answers to the three questions. Internal testers were selected based on work history and availability.

According to Jakob Nielsen, user tests are most cost effective when done with approximately five users (Nielsen, Landauer, 1993). In this study the number was slightly higher at a total of eight testers, as the testing was done with three groups of users at different skill levels. It was deemed unnecessary to test with five users per group because the groups were so similar to one another. The test results were predicted to have some overlap between groups.

2.4.4 Testing

A test script (appendix 1) was followed during testing. The tests were performed in Finnish. The testers took part in the testing at their own work stations via Skype Meetings. The testers were asked to share their screen during testing, and the testing sessions were recorded and saved to ensure proper notes could be made of each testing session.

The tests were carried out in different environments based on which environments the tester had access to during tests. Before each test, an imaginary test customer was created into the test environment so that each tester would perform the same tasks on their customers. The testers who used the same test environment as the previous tester, performed the test tasks on the same test customer, with adjustments made into the task list. For example, if tester A and B were using the same test environment, the test customer was created once for tester A, who would be told to update the customer e-mail to `testmail@test.com`. Tester B, who was to do the tests after A, would receive instructions to update the same customer's information but with another email address, such as `test@usability.fi`.

After all testers had completed the test tasks, they were asked to answer questions concerning the test case and the system in general in a short interview. After completing the whole test script along with its questions, the testers were encouraged to email any of their own questions or additional information they may have forgotten to mention to the test moderator, but no tester sent in any further comments after the tests.

3 RESULTS

Each part of the study was conducted separately. The results were later compared to the other parts to scan for reoccurring themes and thus ensure improvements could be planned and made where the end users wanted them most.

3.1 Results of the heuristic evaluation

The majority of the possible usability problems detected with the heuristic evaluation method were marked down as merely cosmetic (1) or minor (2) on the severity scale from 1 to 4. Most problems with a severity rating of 3 linked to the sixth (“Recognition rather than recall”) and seventh (“Flexibility and efficiency of use”) heuristic. 1 out of the 54 possible problems were marked with the highest severity rating, 4. The problem with a rating of 4 had to do with a faulty character check that caused data loss in cases where the user tried to use certain characters in a field. This problem affected a single field in one of the forms inspected. The results of the heuristic evaluation were gathered into separate tables by the view that the problem appeared in. Problems that occurred in more than one view were gathered into one table (table 1).

Heuristic	Severity	Description
H2, H7	3	Changing the system language is not possible after logging in.
H6	3	Information displayed in the system often has no explanation attached to it. User has to remember what the different (often system specific) terms mean.
H6	3	Explanations are missing from several buttons and actions. User is given a list of actions but no explanation as to what these actions do.
H6	3	General search bar has no label on it. User has to know what text to input as search criteria, where the search is applied, and what key/button to press to initiate the search.
H3	3	Canceling a search is not possible.
H1	2	Poor readability. The size of the text and buttons are not adjustable. Users may have to use the browser’s zoom functions or other tools to see

		properly. Insufficient contrast on parts where white text is put on yellow background or vice versa.
H7	2	Moving between form fields with the TAB key is unpredictable.
H1, H3	2	Pressing the ESC key while editing an entry (such as customer information) causes the entry to close without saving or asking the user for confirmation on whether they meant to close the entry or not.
H6	2	User has to remember where each action can be performed in the system. User has to remember what search terms to use when searching for help in the user manual.
H7	1	Using the zoom function in Chrome causes the background color to behave in unexpected ways.
H8	1	Light background color may be too bright for some users. There is no night mode or other color adjustments available.
H2, H7	1	Parts of the views, notices and buttons display incorrectly or not at all if loading images is blocked in the browser.
H1, H9	1	“No data to display”. All of the system’s views display this message even before any searches have been ran. Instead, there should be something similar to “run a search to look for data.” The current message is not informative.

Table 1: Usability problems that recurred in multiple views

3.2 Results of the questionnaire

The total of responses to the questionnaire was 23, with 21 responses from current users and 2 from prospective users.

3.2.1 Prospective users

In the first question, “What features do you most hope System X system would offer?” both respondents commented they hoped the system would allow them to click less while using the

system. One respondent suggested this could be achieved by automating common tasks, so the system would not require the user to confirm everything with a click of their mouse. The other respondent wanted to be able to use a keyboard instead of a mouse as much as possible. Prospective users did not give any answers to the second question, “Do you think that there is some feature still missing from the system? If so, what feature?” In response to the third question, “What do you think it would be like to start using the system?”, one respondent commented that they thought starting to use the system would go “fairly well, since others are already using it.” Another respondent thought starting to use the system would be challenging, yet interesting. Only one response was given to the final question, “How do you think it would affect your daily work if the company you work for started using System X”, to which the respondent commented that they believed taking up the system would “help them a lot” in their daily work.

3.2.2 Current users

The questionnaire for current users received 21 responses.

3.2.2.1 Q1 & Q2 How much do you use System X during an ordinary week at work (in hours)? How long have you been a user of the system?

Out of 21 respondents, 12 used the system approximately or over 20 hours during a regular week at work. 14 had used the system for approximately or over 2 years, 7 for approximately or under a year.

3.2.2.2 Q3 How easy do you think it is to start using the system?

Of all the respondents 10 would have described starting to use the system as easy, 6 would have described it as easy with some reservations, and 5 felt that starting to use the system is not easy at all.

(Starting to use the system was) easy, though it took some time to understand what affects what (in the system).

- A system user of less than a year

The amount of time the respondent had been a user of the system had no clear connection to finding it easy at the beginning. 4 out of 5 of the users who described starting to use the system as *difficult* also mentioned that they had not yet received sufficient training to use the system properly, or that they had not received training and had since learned to use the system on their own.

3.2.2.3 Q4 Have you received adequate training for using the system?

9 out of 21 said that they have received sufficient training to use the system. 7 out of the 9 thought that starting to use the system would be easy, with 1 describing it as difficult. 5 of the 21 respondents explicitly expressed interest in additional training either in general system use or in a specific feature they use regularly in the system. 8 of the respondents mentioned that they have learned how to use the system mostly or completely on their own, or that they had learned how to use the system during testing before the system was taken to production use.

3.2.2.4 Q5 Which of the System X's features do you use the most?

All 5 users who described the system as difficult to start using mentioned invoicing as one of the main modules that they use. All but one of all respondents said they use more than one module in the system.

3.2.2.5 Q6 How would you describe System X to a new colleague

14 out of 21 respondents used words such as logical, easy to use and clear when describing the system. 8 out of 21 respondents said that the system is slow and/or told of an error or feature in the system that hinders their using of the system. All of these respondents had approximately or over a year of experience in using the system.

3.2.2.6 Q7 What is good about System X? Which of its features do you think work especially well?

Automatization in the system is mentioned in different forms in several of the comments. Users like how information gets automatically updated between different parts of the system, and how the processes guide the user with their step-by-step structure.

The responses to this question varied, with the majority of comments reading as positive in tone. One respondent mentions that the “system works well *when it works*”. Respondents who would readily have described the system as easy to start using in a previous question only included positive comments in this question. Despite the question being on what the users *liked* about the system, the respondents’ *complaints* in this question included notes about problems with information updating between specific modules; problems in usability in certain views; and irritation about system speed. One respondent mentioned the “system’s logic, after you learn to understand it” as their favorite part of the system. 3 users specifically mention the way information is divided into modules as something that helps them navigate the system.

“I don’t necessarily have to remember what name each module is, as long as I remember the color.”

- A user of approximately a year who would describe starting to use the system as easy with some reservations

3.2.2.7 Q8 What improvements should be made to System X? Which of the system’s features do you most wish for improvements in?

All but one respondent included at least one improvement suggestion in their answers for this question. System speed and/or search speed were mentioned 9 times in the respondents’ answers. Another reoccurring complaint was with organizing several searches in the system. One respondent expressed frustration with how they have to open several browser tabs to navigate all the information they need in their daily tasks with the following comment:

"I have to open several tabs to see all the necessary information while being on the phone with a customer. From the billing module I see the invoices that are waiting to be paid, from invoicing I find the invoices that are only just forming... Often, at the end of the phone call, I have several browser tabs open for a single customer."

- Respondent with 2 years experience who would not describe the system as easy to start using

3.3 Results of usability testing

The users participating in the usability testing were divided into three categories based on their experience in the system for result comparison. Each category performed the same tasks and were asked the same questions at the end of the test session. A total of 8 testers participated in the tests. Group A had two internal testers; Group B one internal and two external; and Group C had three external testers.

3.3.1 Group A

Group A consisted of internal testers who were not previously familiar with the system. Testers in this group managed the set task with little or no help from the test moderator despite their limited previous experience in the system.

Tester A1 expected the system to allow for displaying and editing the information in places similar to what the tester was used to in another similar system. The tester expressed their wish for more instructions within the user interface. The tester was trying to change the customer information directly from the customer's Total situation screen, which only displayed the information. The total situation screen offered no clear link to the place where the information could be edited, which kept the tester from finding the correct place to edit the information right away. The tester felt that "things were difficult to find at first, but easy after a bit of practice". They had not used System X before for more than "trying to log in a couple of times".

Tester A2 had never used the system on their own. They had only seen glances of the system on other users' screens. A2 found the required information by guessing where it might be, and

described the system as “reasonably fast” at the end of the testing session. The tester attempted to edit customer information in the customer’s Total situation view, but when this did not work, found the appropriate place to edit the information. A2 could not find one of the updatable information fields, and had to be pointed to the right module before finding the correct field.

3.3.2 Group B

Group B included both internal and external testers who were already familiar with the system, but usually performed tasks different from the ones included in the use case. Testers in this group did not require any assistance to complete the test tasks.

Internal tester B1 had approximately two years of experience in working in System X customer support. The tester started by going to the Invoicing module, where the invoicing information was displayed but not editable. The tester corrected the required fields and double-checked them without a problem after locating the right module. The tester expressed irritation at how the system would not always let the user correct information where it was displayed. They commented that so long as the user knows where to look, the way the information is made available in the system works well.

The external tester B2 uses the system daily at work and had used other similar systems before starting to work using System X. The tester used the browser’s zoom function during testing, because they felt they could not get the information they wanted to display on the screen otherwise. They expressed frustration at the way text was displayed in the system, especially how in some table headers the header text was long and took up a lot of space, while the actual content in the cell was considerably shorter. The tester wished the system would warn the user about having to fill in certain fields before they could save the customer’s information. The tester liked how the system is divided into modules, and commented that “the different tabs are self-explanatory”.

External tester B3 uses the system daily at work and has approximately 2 years of experience in the system. The tester faced no problems during testing but commented that there have been times when “the system took so long that I forgot what I was doing”. B3 said they are happy with how easy it is to find things in the system.

3.3.3 Group C

Group C consisted of three external testers who regularly performed tasks similar to the ones described in the use case.

Tester C1 had less than a year of experience in using the system and no prior experience in any similar systems. The tester commented on how they were confused by what the system's "Context" function as a concept meant, and that they were unhappy with the system's speed. They felt the invoicing module was unreasonably slow and caused their browser of choice (Internet Explorer) to crash. The tester did not trust that the information they changed during testing would update as it should. They performed multiple checks to make sure the data was displayed correctly in different modules after updating the customer information. The tester liked the system's index page/home view, and said that the best part of the system was the customer's Total situation view.

Tester C2 has been using the system for approximately two years and had several years of experience with similar systems before working with System X. The tester described the system as "works well and is relatively easy to use." In their opinion "new employees learn to use the system at a fast pace, and can quickly take calls (from customers) and perform tasks in the system even during calls." The tester wished the invoicing method would be visible in the customer's Total situation view. Their favorite part of the system was that "processes work step-by-step" and are easy to use.

Tester C3 had approximately 3 weeks of experience in using the system. They mentioned system speed as the biggest problem they have had with using the system. The tester described the problem as follows: "Sometimes when a customer calls and they are in a bad mood, it is difficult to get information out of the customer. We may only have an invoice number to work with when trying to figure out what the customer's situation is, and then when we go to search for the invoice by the number, the search takes a long time and eventually crashes." The tester was happy with how the system worked as a whole, offering comments such as "it's easy to edit and save things", and "moving between the modules is easy".

3.4 Summary of the results of all three methods

A common theme through all data gathering methods was that finding information and functions in the system is seen as difficult in the beginning, but at the same time the users felt that after a little practice the system was easy to use. The system is complex and has some minor usability problems, but the majority of users who took part in the study would still have described the system as easy to start using. Especially the system's modular structure and the module and view headers were seen as helpful when navigating the system.

To help new (and old) users to navigate the system, the system could offer more instructions and tooltips during use. New users would also benefit from training, in the form of courses or possibly an interactive "getting started" tutorial built inside the system. Some kind of an interactive search tool similar to Microsoft Word's "Tell Me" function might help the users find what they are looking for in the system. However, based on the results of the user questionnaire and the discussions held during user tests, I would suggest focusing improvement efforts on the system's current search functions first.

4 CONCLUSIONS

After the heuristic evaluation it seemed that the most notable usability problems in the system had to do with readability and the memory load that the system puts on the user. The system is complex and uses industry and system specific language, and many of the system's functions have no explanations attached. The user has to know the exact name of what they are looking for to be able to search for functions or pieces of information in the system.

According to the heuristic evaluation, the biggest problems in system readability and accessibility have to do with how text is displayed; what language is used; and how the user may operate the system via keyboard input. The text size and system language should have been made adjustable, and more attention should have been given to keyboard controls, namely how TAB- and ESCAPE-buttons functioned in the system.

Text readability and the problems with using a keyboard as the main tool for navigation did not come up in the user questionnaire as much as one might have expected based on the heuristic evaluation of the system. Instead, the user questionnaire highlighted a problem not accounted for in the heuristic evaluation; 8 out of 21 respondents mentioned problems with the search function or system speed as something they would like to see improvements in.

In the user tests, all testers managed to complete the test tasks with little to no help from the test moderator. New users were unable to instinctively tell where they could edit the information displayed on the screens, while more experienced users knew either by heart or by glancing at the screens where they could check and update the information described in the use case. All testers could have benefitted from either tooltips or direct links to the places where the displayed data would be editable. For example, the customer's Total situation view displays a customer's basic information such as name and phone number, but clicking on these (which both testers in group A tried) does not let the user edit the information, nor does the user interface give any explanation as to why the data is not editable.

4.1 Suggested improvements

The main functions of the System X user interface are to display data to the user, as well as let users add to and correct data in the system. Displaying data is done largely by using tables, and to find the relevant records the users have to do different searches in the system. Any problems present in the search functions are repeated every time any user does searches in the system, and several users reported their frustration at how the searches are automatically sorted in a way that was not helpful to them. Another common complaint was that the searches took too long or even failed completely.

The search function is a vital part of the system and further refining it would be appreciated by both current and future users. The problems in the search function that need addressing are:

- Search speed. A problem that was highlighted both in the questionnaire and user tests was that users are dissatisfied with the system's speed. Searches should be optimized to reduce the time the user has to spend waiting for a search to be completed.
- Search cancellation. The users should be given the option of canceling a search they already started so they can backtrack when they realize they might have used search terms that will not bring the results they want. Users may, for example, accidentally enter a search term in the wrong field and start a search before realizing their mistake. Currently the system forces the user to wait until the search is completed before letting them revise the search. Giving users this option would make the system feel more responsive and searching would become faster.
- Presets for search sorting. Users reported having to re-sort certain search results every time they performed a search, because the system's default way of sorting the information differed from how the users wanted the search results to be displayed.
- Unlocking certain fields for searching or sorting. While the majority of search results can be limited or sorted by any field chosen to be displayed in the search, this is not the case for every search view. For fields where search filtering or results sorting is not possible, there should be an explanation for why the field is unavailable for the function, and instructions for how to get around this.
- Search result headers. The headers in the search results are sometimes much longer than the content of the field itself. Users should be given the option to adjust the width of the different fields in the results, or for example offer automatic line breaks, hyphenation or abbreviations (with explanations) for the longer header texts.

4.2 Evaluation of the methods used in the study

For this study, the initial heuristic evaluation was not strictly necessary, as the focus was on the end users experiences with the system. When looking at the results of different evaluation methods, it is clear that if the usability study had been based solely on heuristic evaluation techniques without involving the actual end users, it would have been impossible to tell what usability problems the end users regularly faced in the system. However, conducting the heuristic evaluation helped with getting familiar with the system and the use case.

The user questionnaire done after the heuristic evaluation was a step in the right direction, though the questionnaire itself could have been constructed in a better way. The questions were mostly open ended and allowed for free responses, which may have made the questionnaire easier for the respondents, but also made comparing the different responses difficult. Additionally, some of the questions could have been formatted differently. In question 3, “How easy do you think it is to start using the system?”, the respondent is inexplicitly told that starting to use the system is easy. While the statement is formatted as a question it steers the respondent into commenting on the wording of the question. One respondent answered to this question along the lines of “Easy? As if!”, which clearly expresses their frustration with the system as well as exposes the poorly worded question.

Out of all the methods, the usability tests were the most helpful in determining how the end users operate the system in real life. The tests offered more relevant information to the study than the heuristic evaluation, as all problems discussed during the tests were things that the end users noticed in their daily work. The one complaint about the usability tests was that the use case was too compact, with the majority of testers finishing it in less time than it took to explain how the testing was to be done. In any future usability studies, it would be good to look for a few different tasks or a more complex use case to do the testing with.

REFERENCES

Barnum, Carol. 2010. Usability testing essentials: ready, set... test!. Elsevier.

Brace, Ian. 2008. Questionnaire design: How to plan, structure and write survey material for effective market research. Kogan Page Publishers.

Kuoppala, Hannu - Parkkinen, Jarmo - Sinkkonen, Irmeli - Vastamäki, Raino. 2006. Käytettävyyden psykologia. Helsinki: Edita Prima Oy.

Leavitt, Michael - Shneiderman, Ben. 2006. Research-Based Web Design & Usability Guidelines.

Date of retrieval 14.3.2018

https://www.usability.gov/sites/default/files/documents/guidelines_book.pdf

Nielsen, Jakob. 1995. Severity ratings for usability problems. Date of retrieval 15.3.2018

<https://www.nngroup.com/articles/how-to-rate-the-severity-of-usability-problems/>

Nielsen, Jakob - Landauer, Thomas K. 1993. "A mathematical model of the finding of usability problems," Proceedings of ACM INTERCHI'93 Conference (Amsterdam, The Netherlands, 24-29 April 1993), pp. 206-213. ACM.

Nielsen, Jakob. 1994. Enhancing the explanatory power of usability heuristics. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 152-158). ACM.

Presser, Stanley - Couper, Mick - Lessler, Judith - Martin, Elizabeth - Martin, Jean - Rothgeb, Jennifer - Singer, Eleanor. 2004. Methods for testing and evaluating survey questions. Public opinion quarterly, 68(1), 109-130. Date of retrieval 14.3.2018

<https://doi.org/10.1093/poq/nfh008>

Romano Bergstrom, Jennifer. 2013. Moderating Usability Tests. Date of retrieval 28.3.2018

<https://www.usability.gov/get-involved/blog/2013/04/moderating-usability-tests.html>

World Wide Web Consortium. 2008. Web content accessibility guidelines (WCAG) 2.0. Date of retrieval 20.3.2018

<https://www.w3.org/TR/WCAG20/>

<< Check connection and sound >>

<< Introductions >>

Do you have access to System X user interface in a test environment? Please open the system's login screen and share the screen.

<< After the screen sharing is working and the tester got to the right page, move on >>

Before we start, is it alright with you that this Skype-call be recorded?

(If there are any questions, mention that the recording is for note taking purposes and will not be used for anything other than this usability study. Personal information, such as the names of the testers, will not be shared and they will be excluded from the final report.)

<< After getting permission, start recording >>

We start by going over a few basic things, but let's keep the rest of this testing session more conversational. The testing will take approximately 30 minutes, so we will have plenty of time to talk about anything that comes up during testing after we're done with the planned tests.

During testing I will ask you to do tasks in the system. While you do so, I ask you to describe what you're trying to do. For the testing, it would be best if you could "think aloud" as much as possible while you're doing the tasks. This way we will get a better understanding of how users see the system.

In this testing, you shouldn't worry about whether you know how to do something in the system or not. The only thing you have to remember during testing is that we're testing System X, not its users. If, for example, you cannot find a certain button or a button does something unexpected, we've found a usability problem, which is what we are looking for. The purpose of the testing is to find these problems so we may make improvements to the system where improvements are most needed.

Do you have any questions before we start?

<< Answer possible questions >>

Let's proceed to testing.

I'm sending over the tasks you will be doing as text over Skype. Read the text aloud before you start doing the tasks. The idea is that you will perform the tasks on your own. I may ask some questions while you are doing the tasks, but will not otherwise intervene with the testing.

You may now proceed to read the task aloud and begin testing.

<< To ask after the testing: >>

What was the most difficult part of the task?

What parts of the system do you think work well?

What kind of improvements do you wish would be made in System X?

How much and how have you used System X before testing?

How much and how have you used systems similar to System X before testing?