

**KOSKETUSNÄYTTÖKÄYTTÖLIITTYMÄ KÄYTETTÄVYYDEN
KONTEKSTISSA**

**- Tapaustutkimuksena erään suuren kosketusnäyttökäyttöliittymän
käytettävyyden arviointi**

Pauliina Paarlahti

Tampereen yliopisto
Informaatiotieteiden yksikkö
Vuorovaikut. teknologia
Pro gradu -tutkielma
Ohjaaja: Markku Turunen
Kesäkuu 2015

Tampereen yliopisto

Informaatiotieteiden yksikkö

Vuorovaikutteinen teknologia

Paarlahti, Pauliina: Kosketusnäyttökäyttöliittymä käytettävyyden kontekstissa
– tapaustutkimuksena erään suuren kosketusnäyttökäyttöliittymän
käytettävyyden arviointi

Pro gradu -tutkielma, 55 sivua, 4 liitesivua

Kesäkuu 2015

Tutkielmassa selvitetään erään suurelle kosketusnäytölle suunnitellun käyttöliittymän suunnitteluvalintojen onnistuneisuutta käytettävyyden näkökulmasta kohteena olevan tuotteen toteutuksen varhaisvaiheessa. Tavoitteena on antaa tuotteen kehittäjille tietoa käyttöliittymän käytettävyydestä erityisesti tiettyjen toimintokokonaisuuksien osalta ja siten omalta osaltaan ohjata tuotteen jatkokehitystä. Tutkielman aineistona käytetään taustakirjallisuutta aiemmista tutkimuksista sekä autenttisessa käyttöympäristössä tuotteen prototyypillä toteutetun käytettävyydestin tuloksia.

Tehty tutkimus toi esiin joukon käytettävyyso ongelmia, jotka tulee ratkaista ennen tuotteen varsinaista toteutusta. Yhtä havaituista ongelmista voidaan pitää jopa kriittisenä koko tuotteen menestymismahdollisuuksien kannalta. Saadut tulokset ovatkin konkreettinen osoitus siitä, kuinka tärkeää varhaisvaiheesta asti huomioitu käytettävyyssuunnittelu tuotekehityksessä on kestävämmien virheiden pääsyn estämiseksi toteutusvaiheeseen saakka.

Avainsanat ja -sanonnat: kosketus, käytettävyys, käytettävyytestaus, kosketuskäyttöliittymät

SISÄLTÖ

1. JOHDANTO	1
2. KOSKETUKSIA NÄYTÖLLÄ	4
2.1 Kosketusnäyttölaitteiden ja -tekniikoiden historian merkkipaaluja.....	4
2.2 Tunnistuksesta toimintaan: kosketusentunnistustekniikkoja	6
2.2.1 Resistiivinen ja kapasitiivinen tekniikka	6
2.2.2 Infrapunavalotekniikka	9
2.2.3 Akustinen pinta-aaltotekniikka.....	10
3. KÄYTETTÄVYYS	11
3.1 Käsitteellinen käytettävyys	11
3.2 Kontekstinen käytettävyys.....	13
3.3 Evaluoitava käytettävyys	15
4. VUOROVAIKUTUS JA KÄYTETTÄVYYS KOSKETUSNÄYTTÖKÄYTTÖ- LIITTYMÄN KONTEKSTISSA	17
5. ERÄÄN SUURELLE KOSKETUSNÄYTÖLLE SUUNNITELLUN KÄYTTÖ- LIITTYMÄN KÄYTETTÄVYYDEN ARVIOINTI.....	20
5.1 Kohteen kuvaus	20
5.1.1 Yleiskuvaus	20
5.1.2 Pääkäyttäjryhmät	21
5.2 Arvioinnin tarkoitus ja menetelmät.....	22
5.3 Käytettävyyden arvioinnin toteutus	24
5.3.1 Testijärjestelyt	24
5.3.2 Osallistujat.....	26
5.3.3 Testausympäristö ja -laitteisto.....	27
5.3.4 Testitehtävät.....	27
5.3.5 Haastattelu	29
5.3.6 Lomakkeet	30

5.4 Arvioinnin tulokset	31
5.4.1 Testikäyttäjien esitiedot.....	31
5.4.2 Testin tulokset.....	32
5.4.3 Käyttäjätyytyväisyyslomaketutkimuksen tulokset.....	39
5.4.4 Haastattelun tulokset.....	41
6. TULOSTEN ARVIOINTI	44
6.1 Erityiskohdealueiden onnistuneisuuden analysointi	44
6.2 Toimintokokonaisuuksien käytön onnistuneisuuden arviointi	46
6.3 Muita huomioita	47
6.4 Ohjesääntöjä jatkosuunnittelun ja -testauksen tueksi	48
7. YHTEENVETO.....	49
8. LOPPUSANAT.....	51
LÄHTEET.....	52
LIITTEET	

1. JOHDANTO

Kosketusnäyttölliset käyttöliittymät eivät ole viime vuosien suursuosioistaan huolimatta mikään uusi keksintö. 1960-luvulla alkaneen kehitystyön tuloksia on ollut esillä jo 1970-luvulta alkaen – ensin erityisesti teollisuusalojen koneissa ja laitteissa, mutta vuosien kuluessa myös monissa julkisen tilan laitteissa kuten lippuautomaateissa, kopiokoneissa ja opastintauluissa. Kodinlaitteissa kosketusnäyttökäyttöliittymät yleistyivät viimeistään 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen aikana, jolloin ne vuosikymmenen puolivälissä aikaansaiivat myös eräänlaisen vallankumouksen matkapuhelinmarkkinoilla kosketusnäyttöpuhelinten tullessa usean eri valmistajan toimesta markkinoille. Viimeistään kuluva vuosikymmen on arkipäiväistänyt kosketusnäyttölliset käyttöliittymät ja tehnyt niistä monien laitteiden osalta standardin.

Kosketuksen suosio vuorovaikutuksen tapana ei ole yllättävää, onhan kosketus luonnollinen tapa toimia ympäristön kanssa. Kehittynyt tekniikka on tehnyt kosketusnäyttöistä yhä tarkempia, kestävämpiä ja toiminnallisempia samalla kun kosketusnäyttöjen peruskäyttölogiikka – näytöllä esitettävien kohteiden osoittaminen ja koskettaminen kädellä – on pysynyt samana tukien ajatusta kosketusnäyttöjen käytön helpposta sisäistämisestä. Kosketusnäyttöjen jo vuosikymmeniä sitten tunnetut edut muihin osoitinlaitteisiin verrattuna, kuten suoran manipuloinnin opittavuuden helppous, syötteiden antamisen nopeus sekä silmän ja käden välisen koordinaation omaksumisen helppommuus hiiren ja näytön väliseen koordinaatioon nähden (Shneiderman 1991: 93), ovat edelleen täysin relevantteja.

Ei olekaan lainkaan yllättävää, että kosketusnäytöt ovat löytäneet tiensä oikeastaan kaikkien ikäryhmien käyttöön eritasoisista tietoteknisten laitteiden käyttötaidoista riippumatta: kosketusnäytön käyttö on koettu myös vähäisemmät aiemmat tietotekniset käyttötaidot omaavien käyttäjien keskuudessa helposti opittavaksi ja motivoivaksi vuorovaikutustavaksi (Holzinger 2003: 387). On toki huomioitava, että intuitiivisinkin vuorovaikutus käyttöliittymän kautta vaatii tuekseen jonkinlaista taustatietämystä ja sinänsä oppimista – viitataanhan intuitiivisuudella nimenomaan kytköksiin käyttäjän aikaisempaan kokemusmaailmaan, ja tämä aikaisempi kokemusmaailma on

aina jotakin opittua, eikä synnynnäistä tietoa (Kuutti 2003: 41). Näin ollen on aivan selvää, ettei pelkkä vuorovaikutustekniikan helppous yksistään tee kosketusnäyttöisten käyttöliittymienkään kohdalla käytöstä helppoa ja intuitiivista. Edellä mainitut adjektiivit täyttääkseen käyttöliittymältä edellytetään hyvää käytettävyyttä, joka yhdessä toimivan tekniikan kanssa aikaansaa käyttäjälle mielikuvan ja kokemuksen toiminnan luontaisesta sujuvuudesta, selkeydestä ja tarkoituksenmukaisuudesta. Tärkeä avain onnistuneessa käyttöliittymä- ja käytettävyyssuunnittelussa onkin kyky osata hyödyntää käyttäjien kokemusmaailmaa uusissa konteksteissa siten, että käyttötilanteessa oikeat toiminta- ja hahmottamistavat tuntuvat löytyvän kuin itsestään.

Käytettävyys on asia, jonka tulisi olla erottamaton osa jokaisen tuotteen ja palvelun suunnittelua prosessin alusta lähtien. Se on tekijä, jota ilman tuote ei menesty – ainakaan jos valittavana on kaksi vaihtoehtoa, joista toisen kohdalla käytettävyys on huomioitu. Karkeasti pelkistettynä käytettävyys määrittyy siinä, kuinka hyvin kohde mahdollistaa asetettujen päämäärien saavuttamisen virheettömästi, miellyttävästi ja ilman ylimääräistä monimutkaisuutta kohtuulliseksi katsotussa ajassa. Se on monille eri osa-alueille ulottuva asia huomioiden käyttäjien ominaispiirteet, ergonomian, muotoilun, kognitiiviset prosessit jne. Käytettävyyden piirin voi katsoa kattavan kohteensa ja vaikutusympäristön kokonaisvaltaisesti.

Tämän tutkielman tarkoitus on selvittää erään suurelle kosketusnäytölle suunnitellun käyttöliittymän suunnitteluvalintojen onnistuneisuutta käytettävyyden näkökulmasta kohteena olevan tuotteen toteutuksen varhaisvaiheessa. Tavoitteena on antaa tuotteen kehittäjille tietoa käyttöliittymän käytettävyydestä ja siten omalta osaltaan ohjata tuotteen jatkokehitystä. Tutkimuksen kohteiksi on valittu joukko kriittisesti käyttöliittymän toimintalogiikan hahmottamiseen ja konkreettiseen käyttöön vaikuttavia osa-alueita, joita tarkastellaan ennen kaikkea käytettävyytestauksen menetelmin. Nämä osa-alueet sisältävät esimerkiksi käyttöliittymän yleisen rakenteen ja navigoimistapojen hahmottamisen, yleisen vuorovaikutustapojen tunnistamisen sekä käytön onnistumisen ja miellyttävyyden.

Tutkielman seuraavissa kolmessa luvussa luodaan tutkimuksen teoriapohja. Näistä ensimmäisessä tehdään katsaus kosketusnäyttöjen historian merkkipaaluihin ja tekniikan kehittymiseen, ennen siirtymistä seuraavassa luvussa käytettävyyden käsitteen tarkasteluun. Tutkielman neljännessä luvussa on vuorossa vuorovaikutusmuotona tarkastellun kosketuksen, ja edelleen kosketusnäyttöjen käytettävyyden, käsittely. Tutkielman luvut viisi ja kuusi käsittelevät empiiristä käytettävyydestä tutkimusta tuoden tarkemmin esiin tutkimuksen kohteen, tutkimusasetelman sekä tutkimuksen tulokset. Tutkielman päättävät yhteenveto- ja loppusanaosiot.

2. KOSKETUKSIA NÄYTÖLLÄ

Tässä luvussa tehdään katsaus kosketusnäyttöllisten laitteiden sekä kosketusnäyttötekniikoiden historiaan tuoden esiin kehityspolun varrelta merkittävimpiä keksintöjä ja laitteita. Edellisten lisäksi luvussa esitellään tunnetuimmat nykyisin käytössä olevat kosketusentunnistustekniikat.

2.1 Kosketusnäytölaitteiden ja -tekniikoiden historian merkkipaaluja

Kosketusnäyttöllisiä laitteita ei voida pitää varsinaisesti uutena ilmiönä, vaikka kosketusnäyttöllisten laitteiden läpilyönti yksityiskäyttöön tarkoitetuissa laitteissa, kuten tietokoneissa ja matkapuhelimissa, onkin tapahtunut lähinnä viiden viimeksi kuluneen vuoden aikana. Kosketusnäytöt ovat tulleet tutuiksi julkisissa tiloissa jo 1990-luvulta alkaen, missä ne ovat olleet käytössä esimerkiksi informaatiokioskeissa ja lippuautomaateissa. Teollisuuden ja ravintola-alan työympäristöissä erilaiset kosketusnäyttölliset järjestelmät vakiinnuttivat paikkansa jo vuosikymmentä aiemmin.

Elektronisten kosketuskäyttöliittymällisten laitteiden historian ensimmäisiä merkkipaaluja oli Samuel C. Hurstin vuonna 1971 kehittämä Elograph-laite (Elo TouchSystems 2011). Laitteessa, jota käytettiin manuaalisessa spektrometrin tulosten tietokoneelle siirtämisessä, ei ollut kosketusnäyttöä, mutta siinä hyödynnettiin päällekkäisten sähköjohtavien kerrosten jännitemuutoksien mittaamiseen perustuvaa toimintalogiikkaa (The Economist 2008). Tämän toimintalogiikan kehittäminen jatkui Hurstin perustamassa Elographics-yrityksessä johtaen ensimmäisen läpinäkyvin kalvoin toteutetun kosketusnäytön valmistumiseen (1974) ja ensimmäisen patentoidun resistiivisen kosketusnäyttötekniikan, AccuTouchin, kehittymiseen (1977) (Elo TouchSystems 2011).

AccuTouch ei kuitenkaan ollut kosketusnäyttötekniikoista ensimmäinen. International Business Machines (IBM) kehitteli jo 1960-luvun loppupuolella infrapunavaloon perustuvaa kosketusnäyttötekniikkaa (The Economist 2008). Samaa tekniikkaa hyödynnettiin Illinoisin yliopiston tutkimuslaboratorion CERL:n (Computer-based Education Research Laboratory) vuonna 1972 julkaisemassa tietokoneavusteisessa opetusjärjestelmässä, PLATO IV:ssä, jota

käyttäessään opiskelijat ja oppilaat antoivat esimerkiksi tehtävien vastaukset tekemällä valinnat plasmanäytöllä (Murphy & Appel 1978). Vielä infrapunatekniikkaakin pidemmät juuret ovat kuitenkin kapasitiivisissa kosketusnäytöissä hyödynnettävällä tekniikalla: tekniikkaa hyödynnettiin jo 1950-luvun syntetisaattoreissa esimerkiksi äänenvoimakkuuden säätelyssä (Buxton 2011).

Edellä esitetty osoittaa, että kosketusnäytöissä vaadittavaa tekniikkaa ja osaamista on ollut käytettävissä jo pitkään. Vaikka tekniikat otettiin hyötykäyttöön työympäristöissä jo 1980-luvulla, saatiin yksityiskäyttöön tarkoitettujen kosketusnäytöllisten laitteiden yleistymistä odottaa 2000-luvulle asti. Viivettä voidaan pitää pitkänä, sillä ensimmäiset yksityiskäyttöön tarkoitetut kosketusnäyttöä hyödyntävät tietokoneet tulivat myyntiin jo 1980-luvulla Hewlett-Packard 150 -tietokone (1983) kärkenään (Saffer 2008). PDA-laitteissa kosketusnäyttö tuli keskeiseksi toteutusratkaisuksi jo 1990-luvun puolivälissä saatuaan ensiesiintymisensä Applen Newton MessagePad PDA-laitteessa vuonna 1993 (Haakana 2002). Myös ensimmäinen kosketusnäyttöinen matkapuhelin, IBM:n ja BellSouthin julkaisema Simon, tuli markkinoille jo niinkin aikaisin kuin vuonna 1993 (Nichols 2007). Varhaisista edeltäjistään huolimatta kuitenkin oikeastaan vasta vuosi 2007 aloitti yksityiskäyttöisten kosketusnäyttöjen aikakauden Applen julkaistessa iPhone ja iPod Touchin ensimmäiset versiot. Laajaa mediahuomiota ja mainostilaa saaneet laitteet toivat esiin kosketusnäyttöjen kyvyt ja ennen muuta toivat laitteet suuren yleisön tietoisuuteen (Saffer 2008). Muut matkapuhelinvalmistajat, kuten Nokia, Sony Ericsson ja LG, vastasivat kasvavaan kysyntään tuomalla markkinoille lisää kosketusnäyttöpuhelimia. Tämän jälkeiset vuodet ovat lisänneet ja monipuolistaneet tarjontaa entisestään: kosketusnäytöt löytyvät yhä useammin matkapuhelinten, tietokoneiden ja kämmentietokoneiden lisäksi myös esimerkiksi kameroista, navigaattoreista ja mp3-soittimista. Myös julkisissa tiloissa olevat kosketusnäytöt ovat jatkaneet yleistymistään: kosketusnäytöt löytyvät niin ostoskeskusten opastintauluista, lipunmyyntiautomaateista, lasten leikkinurkkausten pelikoneista kuin kirjastojen lainausautomaateistakin.

2.2 Tunnistuksesta toimintaan: kosketuksentunnistustekniikkoja

Kosketusnäyttökäyttöliittymän toiminnassa keskeiset tavoitteet ovat syötteenä toimivan kosketuksen tunnistaminen, kosketusta vastaavan toimintokäskyn tulkitseminen ja toimintokäskyn välittäminen toiminnon suorittamisesta vastaavalle sovellukselle (Nichols 2007). Näiden tavoitteiden saavuttamisesta vastaa kolme pääkomponenttia: kosketuksen tunnistava sensori, tunnistetun kosketuksen eli syötteen tulkitseva komparaattori ja komparaattorin tulkitseman toimintokäskyn vastaanottava ja toteuttava aktuaattori (Saffer 2008).

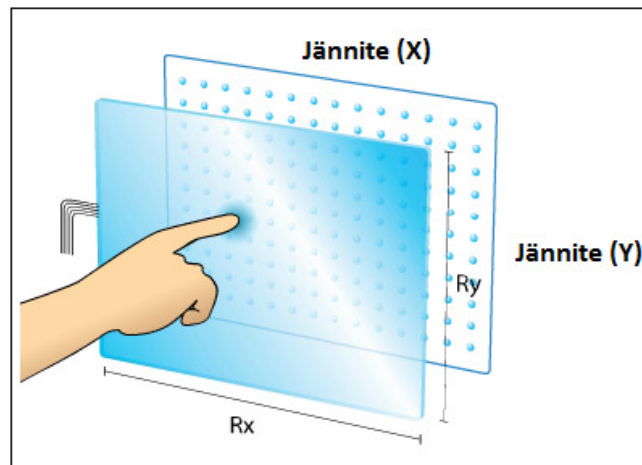
Kosketusnäytön sensori on pääsääntöisesti kovapintainen muovi- tai lasipaneeli, johon on yhdistetty kosketuksen tunnistamisen mahdollistava tekniikka. Näitä kosketuksen ja sen sijaintikohdan tunnistamisessa käytettyjä tekniikoita on useita, joista tunnetuimpia ovat sähköiset menetelmät, infrapunavaloon perustuvat menetelmät ja ääniaaltoihin perustuvat menetelmät. Valitusta toteutustekniikasta riippuen kosketuksen lähde voi olla käsi tai osoitinlaite ja samanaikaisia kosketuskohtia voi olla yksi tai useita. Toteutustekniikka ratkaisee myös sen, missä määrin sensori tunnistaa kosketussyötteinä kosketuseleitä.

Sensorin tunnistaman kosketustapahtuman tulkitseva ja tulkinnan mukaiset toimintokäskyt edelleenvälittävä komparaattori on käytännössä ohjelmiston toiminnan ohjaamisesta vastaava suoritin. Suoritin käsittelee saamansa tiedot ja määrää ohjelmoinnin mukaisesti miten sovellus reagoi saatuihin syötteisiin. Suorittimen toimintokäskyjen voivat olla mekaanisia. (Saffer 2008) Mekaaninen aktuaattori voi olla esimerkiksi moottori, joka liikuttaa sovelluksen ohjaamaa laitetta. Digitaalinen aktuaattori voi puolestaan olla esimerkiksi ohjelmiston osa, joka toteuttaa käyttöliittymässä näkyvän animaation.

2.2.1 Resisttiivinen ja kapasitiivinen tekniikka

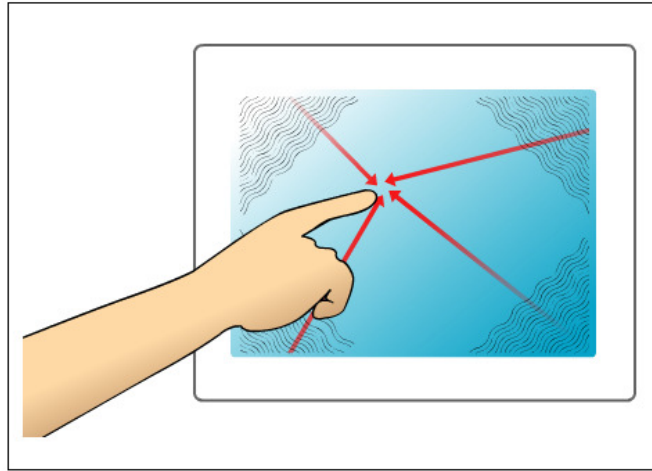
Resistiivinen ja kapasitiivinen tekniikka ovat sähköisiä kosketusnäyttöjen toteutusmenetelmiä. Resisttiivisessä tekniikassa kosketuksen tunnistaminen perustuu kahteen näytön pinnalla olevaan läpinäkyvään, ohuen eriste-kerroksen erottamaan sähköä johtavaan kalvoon, jotka painuvat käyttäjän kosketuksen seurauksena yhteen (Kuva 1). Kalvojen yhteenpainuminen aikaansaa kalvojen väliin sähkövirran, jonka sijaintikohta on määriteltävissä

eksakteina x - ja y -koordinaatteina. Koska tekniikka perustuu kalvojen yhteenpainumiseen, se ei edellytä paljaan ihon kosketusta vaan sitä voidaan käyttää myös esimerkiksi hanskat kädessä tai valitulla kosketuslaitteella. Tekniikan heikkouksia ovat monikosketustunnistuksen vaikeus sekä hieman alempi näytön kirkkaus muilla tekniikoilla toteutettuihin kosketusnäyttöihin verrattuna. Kosketusnäytön pinta on myös herkkä naarmuuntumiselle sekä ympäristön olosuhteille kuten kosteusarvojen ja lämpötilan muutoksille. (Downs 2005; Saffer 2008; Hsu 2009).



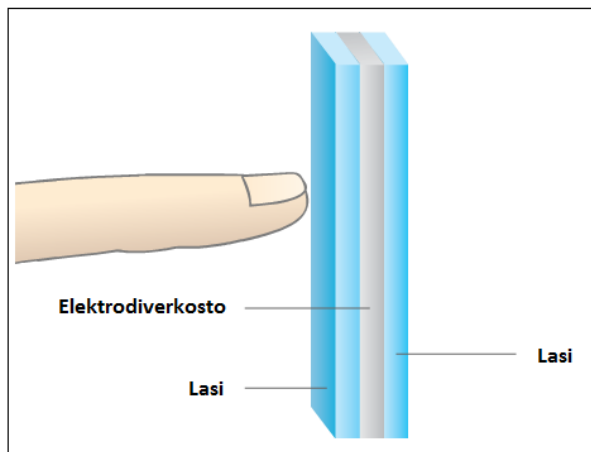
Kuva 1. Resistiivinen tekniikka (Elo TouchSystems 2011).

Kosketuksen tunnistaminen voidaan toteuttaa kapasitiivisin toteutustekniikoin kahdella eri tavalla: pintakapasitiivisesti (*surface capacitive*) tai projisoidusti (*projected capacitive*). Pintakapasitiivisessa tekniikassa (Kuva 2) kosketuksen tunnistamisessa hyödynnetään yhtä läpinäkyvää, sähköä johtavalla kerroksella ja eristekerroksella päällystettyä pintaa, jonka yli vaikuttaa pinnan nurkista johdettu vaihtojännite. Käyttäjän koskettaessa pintaa eristeen puolelta, näytön sähkökenttä muuttuu ihmisen kapasitanssin vaikutuksesta. Tapahtunut muutos kosketuspinnan sähkökentässä on mitattavissa ja siten tarkasti paikannettavissa. (Schöning et al. 2008; Hsu 2009).



Kuva 2. Pintakapasitiivinen tekniikka (Elo TouchSystems 2011).

Projisoitu kapasitiivinen tekniikka hyödyntää pintakapasitiivisen tekniikan tapaan käyttäjän kosketuksen aiheuttamaa kapasitanssimuutosta. Toteutuksessa tiheä elektrodiverkosto sijoitetaan kahden lasikerroksen väliin. Käyttäjän koskettaessa pintaa kosketuskohdan läheisten elektrodien kapasitanssiarvot muuttuvat (Kuva 3). Muuttuneet arvot mitataan ja kosketuskohdan sijainti lasketaan saatujen arvojen perusteella. (Hsu 2009; Tyco Electronics 2011).



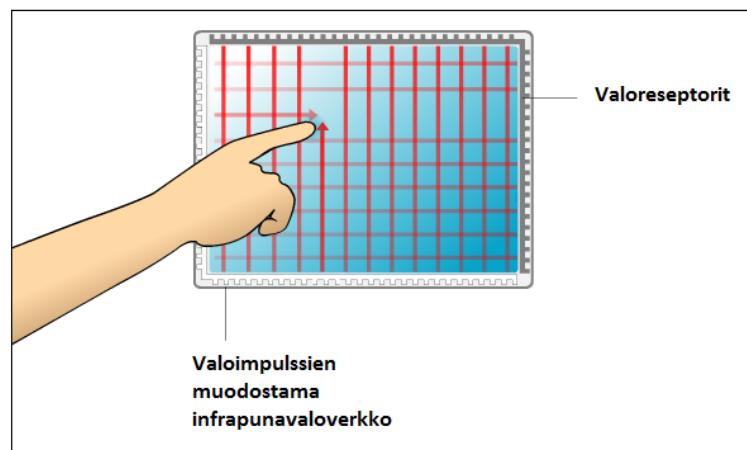
Kuva 3. Projisoitu kapasitiivinen tekniikka (Elo TouchSystems 2011).

Kapasitiivisia kosketusnäyttöjä käytetään useimmiten paljain käsin, sillä kosketusnäytön toiminta edellyttää sitä koskettavalta objektilta sähköjohtavuutta. Kapasitiivisten näyttöjen etuihin kuuluu näyttöjen kirkkaus sekä käytössä tarvittavan kosketuksen keveys. Ne ovat myös hyvin tarkkoja ja erityisesti projisoidut kapasitiiviset kosketusnäytöt mahdollistavat useiden

samanaikaisten kosketusten tunnistamisen sekä kosketuseleiden käytön. Projisoidut kapasitiiviset kosketusnäytöt sopivat myös hyvin kestävyyttä vaativiin kohteisiin, kuten julkisten tilojen laitteisiin, sillä niiden pintaan voidaan lisätä ylimääräinen suojakerros ilman merkittävää muutosta näytön kosketusherkkydessä. Kapasitiivisten näyttöjen huonona puolena voidaan mainita niiden kalleus. (Schöning et al. 2008; Hsu 2009)

2.2.2 Infrapunavalotekniikka

Infrapunavalotekniikalla toteutetuissa kosketusnäytöissä näytön yli kulkee peräkkäisten valoimpulssien muodostama infrapunavaloverkko, jossa lähettiminä toimivat näytön toiselle sivulle ja alareunaan sijoitetut valo lähettävät loistediodit (LED, *light-emitting diode*) ja vastaanottimina loistediodien vastakkaisille reunoille sijoitetut valoreseptorit (Kuva 4). Käyttäjän koskettaessa näyttöä osa valoverkosta peittyy, jolloin reseptoreilta välittyy sijaintitiedoksi muutettava tieto säteen vastaanottokatkoksesta. (Tyco Electronics 2011)

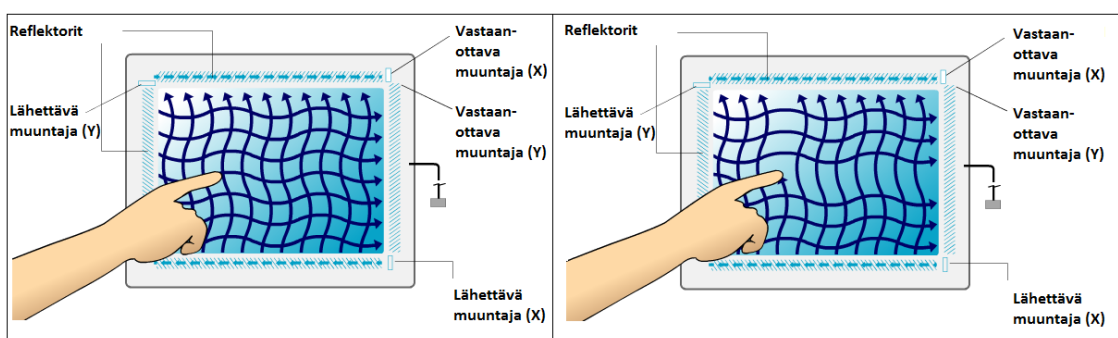


Kuva 4. Infrapunavalotekniikka (Elo TouchSystems 2011).

Infrapunavalotekniikalla toteutetut kosketusnäytöt eivät ole kosketusobjektisidonnaisia. Niiden heikkous on reagoiminen käyttäjän toimintaan jo ennen varsinaista kosketusta, jolloin voi syntyä tahattomia toiminnonvalintatilanteita.

2.2.3 Akustinen pinta-aaltotekniikka

Akustinen pinta-aaltotekniikka (SAW, *surface acoustic wave*) on toteutusmenetelmä, joka perustuu nimensä mukaisesti kosketusnäytön pinnalla kulkevien ultraääniäaltojen seurantaan (Kuva 5). Näytön pinnalle aikaansaadaan pietsosähköisillä lähettävillä muuntimilla horisontaalisesti ja vertikaalisesti kulkevia ääniaaltoja, jotka heijastuvat aaltoja vastaanottaviin muuntimiin näytön reunoille sijoitetuista reflektoreista. Käyttäjän koskettaessa tai osoittaessa lähelle näyttöä ääniaallot vaimenevat, mikä havaitaan mitattavana ja paikannettavana kosketustapahtumana. (Schöning et al. 2008; Tyco Electronics 2011)



Kuva 5. Akustinen pinta-aaltotekniikka (Elo TouchSystems 2011).

SAW-tekniikalla toteutetut kosketusnäytöt ovat kirkkaita ja niitä voidaan käyttää kädellä tai millä tahansa halutulla objektilla. Näytöt ovat kuitenkin herkkiä pinnan naarmuuntumiselle sekä likaantumiselle. (Hsu 2009) Useimmat tällä tekniikalla toteutetut kosketusnäytöt tukevat usean samanaikaisen kosketuksen tunnistamista (Schöning et al. 2008).

3. KÄYTETTÄVYYS

Tässä luvussa tarkastellaan käytettävyyden käsitettä kolmesta eri näkökulmasta. Ensin käytettävyyttä tarkastellaan ikään kuin määriteltävänä käsitteenä fokuksen ollessa tunnetuimpien käytettävyyismääritelmien tarkastelussa. Tämän jälkeen käytettävyys tuodaan teoriatasolta lähemmäs todellista käyttöympäristön kontekstia. Kolmannessa näkökulmassa pohditaan käytettävyyden ja sen konkreettisen todentamisen eli testaamisen suhdetta.

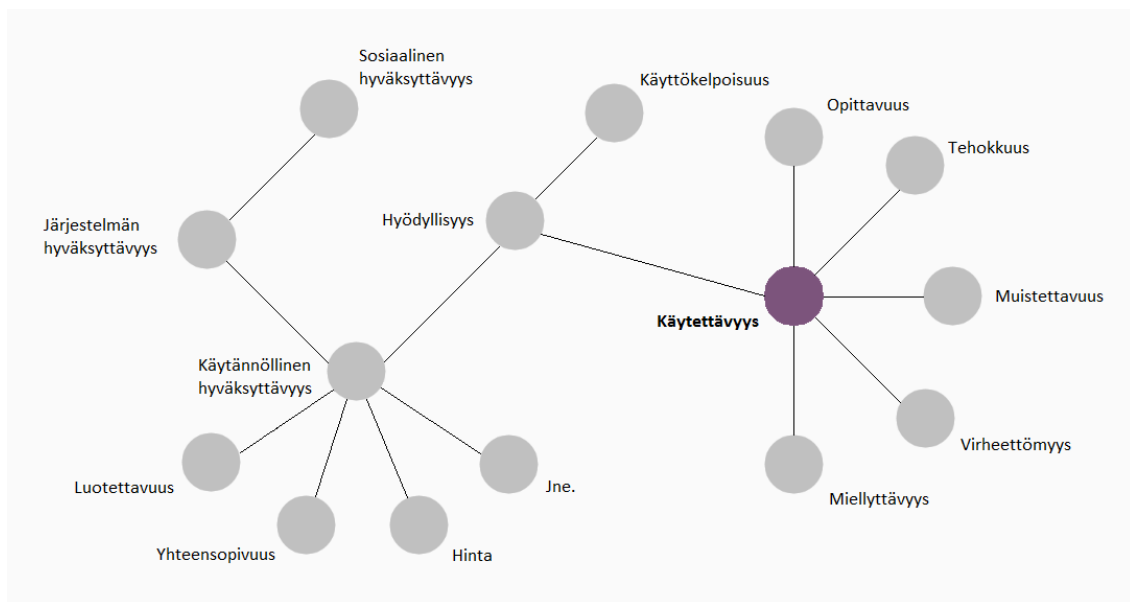
3.1 Käsitteellinen käytettävyys

Käytettävyys on käsitteenä melko abstrakti ja määrittyy konteksteittain eri määrittelijöiden toimesta eri tavoin. Se voidaan yleistasolla ymmärtää tuotteilta ja palveluilta odotettavana laatuominaisuutena, joka konkretisoituu käyttäjän realisoituvana mahdollisuutena käyttää tuotetta tai palvelua käyttötarpeidensa mukaisesti ja odottamallaan tavalla – esteittä, epäröinneittä ja epäilyksittä (Rubin & Chisnell 2008:4).

Käytettävyyden määritelmistä viitatuimpia ovat ISO 9241-11 -standardin sekä Nielsenin (1993) määritelmät. ISO 9241-11 -standardin määritelmässä käytettävyyden katsotaan muodostuvan kolmen mittarin eli käytön tuloksellisuuden, tehokkuuden ja käyttäjän tyytyväisyyden summana tiettyjen käyttäjien suorittaessa tiettyjä tehtäviä tietyssä käyttökontekstissa. Yhtälön osista tuloksellisuudella tarkoitetaan täydellisyyttä, jolla käyttäjä saavuttaa asetetut tavoitteet. Tehokkuus merkitsee suorittamisen tehokkuutta johonkin vertailukohtaan, kuten suorituksen ideaaliaikaan tai virheettömään suoritukseen, verrattuna. Käyttäjän tyytyväisyyden viittauskohteina ovat käyttäjän tuntemukset, kuten käytön helppous ja mukavuus, joita käyttäjä käytönaikana kokee. (Suomen standardisoimisliitto 2000)

Nielsenin (1993) määritelmässä käytettävyys jäsentyy ISO 9241-11 -standardin tavoin osatekijöiden kautta (Kuva 6). Käytettävyyden esitetään muodostuvan viidestä osatekijästä: opittavuudesta, muistettavuudesta, tehokkuudesta, virheettömyydestä ja miellyttävyydestä. Opittavuus yhdistyy erityisesti käyttöönoton ja ensikäytön aikaiseen helppouteen ja nopeuteen, minkä myötä käyttäjät pystyvät käyttämään sovellusta tms. mahdollisimman pian

tarkoituksenmukaisella tavalla. Muistettavuus tulee esiin käyttäjän käyttäessä kohdetta tauon jälkeen tai satunnaiskäytössä: hyvä muistettavuus ilmenee käytön onnistumisena muistin avulla, ilman uudelleenopetteluja tai aikaa vievää mieleen palauttamista. Tehokkuus käy Nielsenin mukaan muistettavuuden tavoin ilmi vasta käytön toistuessa. Käyttäjän saavutettua oppimisen ja toistojen kautta kohteen käytössä tasaisen suoritustason, voidaan tehokkuutta arvioida esimerkiksi muodostamalla käsitys kokeneelta käyttäjältä tehtävien suorittamiseen kuluva ajasta, mikä edelleen on peilattavissa asetettuihin tavoitteisiin. Virheettömyydellä Nielsen tarkoittaa erityisesti virheiden ehkäisemistä: käyttäjän ei pitäisi kohdata käytönaikaisia virheitä, mutta jos satunnaisia virheitä kuitenkin ilmenee, ne eivät saa olla katastrofaalisia ja niistä tulee pystyä toipumaan nopeasti. Miellyttävyys on käytön mieluisuutta: käyttäjä käyttää kohdetta mielellään, on kyse sitten työtai vapaa-ajantarkoituksesta.



Kuva 6. Käytettävyuden osatekijöitä (Nielsen 1993).

Tarkasteltaessa laajemmin käytettävyydelle esitetyjä määritelmiä voidaan todeta niissä toistuvan samoja, osin edellä esitetyissä määritelmissäkin esiintyneitä, attribuutteja. Tällaisia ovat erityisesti opittavuus, hyödyllisyys, helppokäyttöisyys sekä käytön miellyttävyys (Gould & Lewis 1985; Dicks 2002). Opittavuus ja käytön miellyttävyys tulkitaan määritelmissä samansuuntaisesti kuin aiemmin esitellyissä ISO 92411 -standardin ja Nielsenin määritelmissä. Helppokäyttöisyydellä (*ease of use*) määritelmissä viitataan yleisimmin käytön sujuvuuteen ja tehokkuuteen (esim. kuinka nopeasti jokin

tehtävä voidaan suorittaa). Hyödyllisyyden (*usefulness*) viittauskohde on sen sijaan kokonaisvaltaisempi käyttökelpoisuus (esim. toimiiko tuote ja toimiiko se kuten sen oletetaan toimivan; onko tuote ylipäättään käytettävä). Eronteko näiden valitettavan usein toisiinsa rinnastettavien käsitteiden välille onkin tärkeää, sillä kuten Dicks (2002) huomauttaa, on täysin mahdollista aikaansaada tuote, joka on – sanontaa mukaillen – vähemmän kuin osiensa summa. Tällöin käyttäjän on mahdollista suorittaa yksittäisiä tehtäviä helposti ja nopeasti jolloin yksittäiset helppokäyttöisyyden vaatimukset täyttyvät, mutta kokonaisuus jää käyttäjältä ymmärtämättä ja hallitsematta ja näin ollen myös hyödyllisyyskriteeri jää saavuttamatta. Onkin huomionarvoista, että esimerkiksi Nielsen (1993) erottelee mallissaan selvästi käytettävyyden erilleen käyttökelpoisuudesta, joka ei hänen mukaansa ole arvioitavissa käytettävyyttä testatessa, vaan joka ilmenee vasta varsinaisen käytön myötä.

Edellä esitetyt määritelmät ja käytettävyyteen liitetyt attribuutit tulkinnallisuuksineen kuvastavat hyvin käytettävyyden käsitteen moniulotteisuutta ja -vivahteisuutta. Käytettävyyttä voidaankin pitää – niin hyvässä kuin pahassa – terminologian kameleonttina, joka määrittyykin ehkä parhaiten kontekstinsa kautta.

3.2 Kontekstinen käytettävyys

Käytettävyyden määritelmien lukuisuus ja heterogeenisuus osoittavat ettei ns. yhtä yleismaailmallista käytettävyyden määritelmää ole olemassa: käytettävyys käsitteenä on aina sidoksissa määrittelijäänsä ja määrittelyn tarkoitukseen. Aivan yhtä tärkeä ellei vielä tärkeämpi huomio on se, että käytettävyyttä sellaisenaan, itseisarvona, ei ole olemassa. Käytettävyys on aina sidonnainen käytön kontekstiin eli siihen kuka käyttäjä on, mikä hänen tarkoituksensa on, millaista käyttö on ja missä käyttö tapahtuu. Käytön kontekstin voidaankin katsoa koostuvan useammasta osatekijästä: käyttäjistä, heidän tehtävistään sekä käytön ympäristöstä. Yhdessä nämä osatekijät muodostavat käytettävyyden kannalta kriittisen kokonaisuuden, joka vaikuttaa tuotteen käytettävyyteen koko sen elinkaaren ajan.

Kokonaisvaltaisen, hyvän käytettävyyden aikaansaamiseksi käytön konteksti tulisi siis huomioida heti tuotteen elinkaaren alusta eli suunnittelun käynnistymisvaiheesta asti. Menetelmiä kontekstin tutkimiseen on erilaisia ja

eri tasoisia. Yksinkertaisimmillaan selvitystyötä tehdään melko vapaamuotoisestikin esimerkiksi listaten tuotteen suunnitellulla käyttöpaikalla tehtyjä havaintoja tuotteen käyttötarkoituksesta ja -tavoista (Kuutti 2003: 17). On kuitenkin selvää, että laadukkaampi lopputulos suunnittelun pohjaksi saadaan tarkoituksenmukaisella, suunnitellulla tiedonkeruulla, jonka kautta kerätty aineisto voidaan läpikäydä ja analysoida systemaattisesti.

Selkeimmin käytön kontekstin huomiointi toteutuu käyttäjäkeskeisessä suunnittelussa (User Centered Design, UCD), jossa keskiössä ovat metodologian nimen mukaisesti käyttäjät. Käyttäjäkeskeisen suunnittelun peruseräisiin kuuluu täten jo suunnittelun alussa käyttäjien tunnistaminen ja heidän muodostamiensa käyttäjäryhmien "tunteminen" erilaisine ominaispiirteineen, kykyineen ja rajoituksineen. Suunnittelijoiden tulee tunnistaa mitä käyttäjien ja käyttäjäryhmien tehtävät ja päämäärät ovat ja kuinka he niitä käsitelmällisellä tavoittelevat. (Shneiderman 1992; Hackos & Redish 1998) Hansenin 1970-luvun alussa lanseeraama "Tunne käyttäjä" -ohje (Shneiderman 1992) tiivistääkin edelleen hyvin keskeisen käytettävyyssuunnittelun periaatteen, joskin se voitaisiin nykyisessä entistä enemmän erilaisuutta korostavassa maailmassa laajentaa muotoon "tunne käyttäjät".

Käyttäjän tunteminen edellyttää tiedonkeruuta. Tiedonkeruuseen sopivia menetelmiä mm. kyselylomakkeet, haastattelu, fokusryhmät sekä havainnointi kentällä tai laboratoriossa. Näitä menetelmiä voidaan käyttää jo varhaisessa vaiheessa uutta tuotetta suunniteltaessa. Ne soveltuvat vaatimusmäärittelyn tueksi, mutta myös vaiheeseen, jossa kerätään palautetta jo käytössä olleesta tuotteesta. Usein käytettävyyssuunnittelun tiedonkeruuseen liittyy käyttäjän toiminnan tarkkailua siinä ympäristössä, johon uutta tuotetta ollaan suunnittelemassa. Myös laboratorio-oloissa käyttäjän toimintaa havainnoidaan seuraamalla työskentelyä ja kokoamalla tietoa työn sujumisesta. Aidossa toimintaympäristössä tapahtuvaa tiedonkeruuta tarvitaan tuotekehitysprosessin alkupuolella vaatimusmäärittelyvaiheessa. Sen sijaan laboratorio-olosuhteissa tehtävissä tutkimuksissa etsitään useimmiten käytettävyysongelmia tuotteista, ei niinkään enää käyttäjän tuotteelle asettamia vaatimuksia. Useissa suunnittelumenetelmissä korostetaan käyttäjän mukaanottoa järjestelmän kehitykseen. Termillä osallistuva suunnittelu (participatory design) tarkoitetaan hiukan erilaisia asioita eri lähteissä (Kujala,

2003), mutta perustaltaan se on kuitenkin käyttäjän tai käyttäjän edustajan aktiivista mukanaoloa kehitysprojektissa, osallistumisen laajuus ja toteutustapa vain vaihtelevat (Ovaska 2005: 6-7).

Kuten jo aiemmin mainittiin, tulee käytettävyyttä tarkasteltaessa huomioida käyttäjien ohella myös käytön laajempi ympäristö. Tällä laajemmalla ympäristöllä viitataan esimerkiksi käytön fyysiseen ympäristöön (esim. ääni- ja valaistustekijät), tekniseen ympäristöön (esim. käytettävät teknologiat), organisatoriseen ympäristöön (esim. mahdollisuudet käyttötukeen) sekä sosiaaliseen ympäristöön (esim. mahdolliset yhteistoimintatarpeet)(Sharp ym. 2007). Näiden tekijöiden huomioiminen voi hieman kohteesta riippuen olla yhtä kriittistä kuin käyttäjien tunteminen.

3.3 Evaluoitava käytettävyys

Käytettävyyden arvioinnin menetelmät voidaan jakaa karkeasti kahteen pääryhmään: asiantuntijakeskeiseen ja käyttäjäkeskeiseen arviointiin. Asiantuntijakeskeisessä arvioinnissa nimensä mukaisesti asiantuntija suorittaa kohteen arvioinnin ilman käyttäjiä, kun taas käyttäjäkeskeiset arvioinnit ovat empiirisiä tutkimuksia, joiden keskiössä ovat testikäyttäjät. Tunnetuimpia asiantuntijakeskeisiä arviointimenetelmiä ovat heuristinen arviointi ja kognitiivinen läpikäynti. Esimerkkejä käyttäjäkeskeisistä arviointimenetelmistä ovat käytettävyydestaus, ryhmäläpikäynti, lomaketutkimus, haastattelu sekä katseenseurantatutkimus.

Käytettävyyden arviointi soveltuvia käytettävyydetutkimuksen menetelmiä hyödyntäen tulisi olla osa tuotteen elinkaarta suunnitteluvaiheesta alkaen. Kuten edellä kävi ilmi, on käytettävyyden arviointiin olemassa lukuisia menetelmiä, jotka soveltuvat elinkaaren eri vaiheisiin, erilaisiin resursseihin ja tavoitteisiin. Suunnitteluvaiheessa tehdyillä havainnoilla voidaan vaikuttaa tuotekehityksen suuntaan ja estää virheet, joiden korjaaminen myöhemmässä vaiheessa olisi kallista tai jopa mahdotonta. Myöhemmissä vaiheissa tehdyillä testauksella voidaan varmistaa käytettävyyden laatu ja löytää vaikka sitten pienempiä parannus- ja kehityskohteita, joiden kautta kehittää käytettävyyttä yhä paremmaksi. Käytettävyyden ylläpito jos mikä on iteratiivinen prosessi - muuttuvathan käytettävyyden vaatimukset käyttäjien ja ympäristön muuttuessa ajan kuluessa.

Yksittäinen käytettävyydestutkimus voi kohdistua varsin pieneenkin osaan tuotetta tai käyttöliittymää, tai sillä voidaan selvittää ns. kokonaiskäytettävyyttä. On myös hyvä tiedostaa, että käytettävyyden tutkiminen ei edellytä toteutettua tuotetta tai palvelua, vaan se voidaan hyvin tehdä myös esimerkiksi paperiprototyypille tai varhaisvaiheen toiminnalliselle prototyypille. Tutkimuksen vaihe ja tavoite määräävät tutkimusasetelman ja -vaatimukset.

4. VUOROVAIKUTUS JA KÄYTETTÄVYYS KOSKETUSNÄYTTÖKÄYTTÖLIITTYMÄN KONTEKSTISSA

Vuorovaikutus kosketusnäytöllisen käyttöliittymän kanssa on luonnollista ja suoraa ihmisen ja tietokoneen välistä vuorovaikutusta, jossa käyttäjän antamat syötteet sekä sovellukselta niihin saatavat palautteet välittyvät saman pinnan kautta ilman lisälaitteita (Sears & Shneiderman 1990; Greenstein 1997; Albinsson & Zhai 2003; Holzinger 2003; Saffer 2008). Käyttölogiikka tekee käytöstä intuitiivista ja helposti opittavaa – onhan käyttö yksinkertaisimmillaan näytöllä esitettävien kohteiden osoittamista ja koskettamista omalla kädellä.

Kosketusnäytöllisen käyttöliittymän käyttöä ohjaa yleensä ensisijaisesti näköaisti. Käyttäjä havainnoi näytöllä esitettävät visuaaliset elementit ja etenee sovelluksen käytössä tehden valintoja käyttötarvettaan vastaavia elementtejä koskettaen. Tuntoaistin merkitys kosketusnäytön käytössä on kosketussyötteistä huolimatta silti yleensä pieni: vaikka näyttöä kosketetaan, ei kosketuksesta yleensä anneta haptista palautetta, vaan palaute annetaan visuaalisesti tai auditiivisesti. On kuitenkin huomionarvoista, että visuaalisella palautteella yritetään usein aikaansaada vaikutelma myös tuntoaistin kautta saatavasta palautteesta (esim. painikkeen painuminen alas painikkeen kuvaa kosketettaessa).

Käyttäjä voi antaa kosketusnäytön kautta syötteitä suoraan kädellä tai hän voi kosketusnäytön toteutustekniikan sen salliessa hyödyntää syöteenannossa välinettä kuten stylusta eli osoitinkynää. Kosketusnäyttö tunnistaa syöteen kosketustapahtumana, jonka sijainti, ja joissain tapauksissa myös voimakkuus, voidaan määritellä. Kosketusnäytön tunnistama ja valituksi tuleva kosketuskohta määräytyy toteutukseen valitun valintatekniikan perusteella. Tunnetuimmissa valintatekniikoissa valittava kosketuskohta on joko ensimmäisen kosketuksen kohta (*land-on*), ensimmäinen kosketettu kohde (*first-contact*) tai kosketuksen viimeinen kohta (*take-off*). Edellä mainittujen tekniikoiden lisäksi on kehitetty joukko erityisesti pienten ja erityistä tarkkuutta vaativien kohteiden valinnan mahdollistavia valintatekniikoita (ks. esim. Albinsson & Zhai 2003; Benko & Wilson 2006; Olwal et al. 2008).

Kosketusnäyttökäyttöliittymät ovat monella tapaa viehättäviä. Suorakäyttöisyys mahdollistaa nopean ja intuitiivisen käytön oppimisen sekä tehokkaan käyttönopeuden. Näytön pinta-ala on joustavasti hyödynnettävissä konkretisoituen esimerkiksi mahdollisuudessa vaihtaa ja sijoittaa näyttökohtaisesti kussakin tilanteessa tarvittavat painikkeet (Potter et al. 1988; Saffer 2008). Käyttäjän muistia ei myöskään kuormiteta, sillä käytettävissä olevat valinnat ovat esillä eikä esimerkiksi erillisiä käskyjä toimintojen toteuttamiseksi tarvitse käyttää tai muistaa. Edellisestä eräänlaisen poikkeuksen tosin muodostavat kosketuseleet, joiden avulla voidaan suorittaa toimintoja, joiden tekemistä ei enää nykyisin tueta erillisin painikkein (esim. panorointi siirtämällä sormeja pintaa pitkin, kohteen suurentaminen tai esim. tekstialueen valinta sormia levittämällä). Hyvään käytettävyyteen kuitenkin kuuluu toisaalta sekin, että tällaiset toiminnallisuudet voi keksiä itse käyttöliittymää kokeilemalla, eikä niinkään muilta oppimalla (Nielsen & Norman, 2010).

Kosketusnäyttöjen suorakäyttöisyys ja käytön tapahtuminen usein nimenomaan suoraan kädellä asettaa kuitenkin myös omat vaatimuksensa ja rajoitteensa kosketusnäyttöisten käyttöliittymien käytölle ja suunnittelulle. Keskeiset huomionkohteet ovat olleet tunnistettuja ja tunnustettuja jo pitkään, ja rajoitteita onkin onnistuttu pienentämään paitsi kehitystyön, myös suunnitteluohjeiden myötä. Jotkut tekijät kuitenkin kytkeytyvät kiinteästi kosketusnäyttöjen käyttötapaan, joten ne tulevat aina jollakin tapaa vaikuttamaan kosketusnäyttöjen käyttöön.

Ehkä merkittävin pysyvä tekijä on ihmisen sormen koko ja siihen liittyen kosketuksella saavutettava tarkkuus, jotka tulee huomioida kosketettavien objektien koossa ja lähekkäisyydessä (Pickering 1986; Walozek 2000; Albinsson & Zhai 2003; Sun et al. 2007). Sormella on vaikea osua sormen kosketusalueetta pienempiin kohteisiin tarkasti. Tarkkuus heikentyy, mikäli pienet kohteet myös sijaitsevat lähellä muita aktiivisia kohteita. Sormen koon ja tarkkuuden aiheuttamia vaatimuksia on mahdollista kiertää esimerkiksi käyttämällä kosketusnäyttöä styluksella tai hyödyntämällä kosketuskohtaa suurentavia tekniikoita, mutta ongelma ei silti ole kokonaan poistettavissa.

Hyvin merkittävä asia käytön kannalta on myös on käyttäjän osoittavan sormen tai käsivarren aiheuttama kosketuskohdan ja osittain myös muiden näytön osien peittyminen (Greenstein 1997; Albinsson & Zhai 2003; Benko &

Wilson 2006; Wigdor et al. 2009). Kosketuskohdan peittyminen voi aiheuttaa valintavirheitä ja osa näytön toiminnoista ja tapahtumista voi jäädä käyttäjältä havaitsematta. On myös todettu, että toistuva kädellä osoittaminen voi aiheuttaa väsymistä (Pickering 1986; Shneiderman 1992; Greenstein 1997).

Kosketusnäytön rajoitteista on hyvä tuoda esiin vielä tavallaan ehkä kaikista itsestään selvin, mutta silti suunnittelussa mielessä pidettävä tekijä: kosketusnäyttöä tulee aina käyttää kosketusetäisyydeltä (Greenstein 1997). Tämä merkitsee sitä, että kosketusnäytön koko, toimintojen sijoittelu käyttöliittymässä ja itse kosketusnäytön sijoittaminen täytyy toteuttaa siten, että toimintojen koskettaminen on käyttäjälle mahdollista. Tämä on erityisen merkittävä suunnittelullinen tekijä suurten kosketusnäyttöjen kohdalla.

5. ERÄÄN SUURELLE KOSKETUSNÄYTÖLLE SUUNNITELLUN KÄYTTÖLIITTYMÄN KÄYTETTÄVYYDEN ARVIOINTI

Tässä luvussa läpikäydään tutkielman empiirinen tutkimus. Luvun alussa kuvaillaan tutkimuksen kohde eli materiaalinkäsittelyjärjestelmä ennen varsinaisen tutkimusasetelman ja -menetelmien, tarkennetun tutkimuskohteen eli materiaalinhallintajärjestelmän käyttöpisteen kosketusnäyttökäyttöliittymän sekä tutkimustehtävien esittelyä. Luvun päätteeksi esitetään tutkimuksen tulokset.

5.1 Kohteen kuvaus

5.1.1 Yleiskuvaus

Käytettävyyden arvioinnin kohteena oli tutkimuksen tilanneen yrityksen kehittämän materiaalinkäsittelyjärjestelmän osa. Materiaalinkäsittelyjärjestelmä kokonaisuudessaan on kappaletavaroiden nouto-, varastointi- ja palautustoiminnan automatisoituun ja yhtenäistettyyn hallintaan tarkoitettu kaupallinen järjestelmä. Sen tavoitteena on tehostaa yrityksen sisäistä logistiikkaa automatisoimalla erilaiset varastointiin ja tavaroiden siirtämiseen liittyvät toimet.

Järjestelmän fyysisen infrastruktuurin muodostavat tavaroiden varastointiin tarvittavat varastointiyksiköt, tavaroiden kuljettamiseen tarvittavat sukkulat, sukkuloiden liikkumiseen tarvitsemat ajoradat sekä tavaroiden noutoon ja palauttamiseen käytettävät nouto- ja palautuspisteet. Sähköisen infrastruktuurin osalta järjestelmää hallitsee ulkoinen keskuspalvelin, johon materiaalinkäsittelyjärjestelmä on yhteydessä Internetin välityksellä. Keskuspalvelin vastaa järjestelmän varsinaisesta tiedonhallinnasta ja -välityksestä materiaalinkäsittelyjärjestelmän toimiessa keskuspalvelimen alaisuudessa. Keskuspalvelin hoitaa myös mahdolliset yhteydet materiaalinkäsittelyjärjestelmästä järjestelmän ulkopuolisiin liitännäistoimintoihin kuten tuotannonohjausjärjestelmään ja ulkopuolisten tavarantoimittajien järjestelmiin. Yhteyksiä keskuspalvelimeen voidaan muodostaa joko materiaalinkäsittelyjärjestelmään liitettyjen nouto- ja palautuspisteiden kautta (konkreettinen tavaroiden käsittely) tai järjestelmän

ulkopuolisilla tietokoneilla Internet-yhteyden avulla (järjestelmän hallinta, esim. tietojen lisäys, varastoseuranta).

Käytännössä järjestelmän käyttö tapahtuu perusmuodossaan siten, että järjestelmästä noudetaan, järjestelmään lisätään ja sinne palautetaan tavaroita nouto- ja palautuspisteiden kautta. Nouto- ja palautuspisteet sisältävät kosketuskäyttöliittymällä ja Internet-yhteydellä varustetun PC-tietokoneen oheislaitteineen (viivakoodilukija, sormenjälkitunnistin) sekä tunnelin, jonka kautta varsinaisen tavaroiden käsittely suoritetaan. Järjestelmälle annettu tavarantoimitusjärjestelmä johtaa siihen, että järjestelmä paikallistaa pyydetyn tavarantoimitusyksiköstä ja lähettää sukulan noutamaan tavarantoimituksen sisältävän säilytysyksikön. Tämän jälkeen sukula toimittaa pyydetyn säilytysyksikön nouto- ja palautuspisteeseen käyttäjän noudettavaksi. Tavaraa palautettaessa tai järjestelmään lisättäessä käyttäjä luovuttaa järjestelmään tavarantoimituksen, jonka sukula vie sopivaan säilytysyksikköön pakattuna paikalleen varastointiyksikköön järjestelmän antamien tietojen mukaisesti. Järjestelmä huolehtii automaattisesti tavarantoimituksen varastoimisesta ja kuljetuksista – ihmistyövoimaa ei normaalitilanteessa jouduta käyttämään lainkaan.

Tässä tutkimuksessa käytettävyyden arvioinnin kohteena oli nouto- ja palautuspisteen kosketuskäyttöliittymä.

5.1.2 Pääkäyttäjärühmät

Materiaalinkäsittelyjärjestelmän potentiaalinen käyttäjäkunta on laaja, sillä järjestelmä soveltuu hyvin erityyppisten yritysten käyttöön. Materiaalinkäsittelyjärjestelmän käyttäjät voidaan kuitenkin jakaa yleisesti seuraaviin pääkäyttäjärühmiin: yrityksen johto/ylemmät toimihenkilöt, yrityksen muut työntekijät sekä yrityksen ulkopuoliset tavarantoimittajat ja –noutajat.

Käyttäjärühmistä monipuolisimmat käyttöoikeudet järjestelmään on yrityksen johdolla/ylemmillä toimihenkilöillä. He käyttävät järjestelmää enemmän järjestelmän hallintaan liittyviltä osilta, mahdollisesti osana yrityksen muita hallintajärjestelmiä. He eivät välttämättä ole juurikaan kontaktissa materiaalinkäsittely-yksikön fyysiseen infrastruktuuriin.

Järjestelmän suurin ja heterogeenisin käyttäjäryhmä ovat yrityksen (muut) työntekijät. He käyttävät järjestelmää lähinnä nouto- ja palautuspisteiden kautta käsitellessään niin järjestelmässä jo olevaa materiaalia kuin lisätessään ja pysyvästi poistaessaan sieltä materiaalia. Heidän käyttöoikeutensa järjestelmään ovat rajatut kuin edellisellä ryhmällä. Ryhmän sisällä voi esiintyä eroavaisuuksia käyttöoikeuksien osalta.

Kolmannen pääkäyttäjryhmän muodostava yrityksen ulkopuoliset tavarantoimittajat ja -noutajat. He ovat esimerkiksi kuljetusyritysten työntekijöitä, jotka tuovat järjestelmään tai hakevat järjestelmästä materiaalia. Heidän käyttöoikeutensa järjestelmään ovat yleensä hyvin rajoitetut.

Tässä tutkimuksessa arvioidun nouto- ja palautuspisteen käyttöliittymän pääkäyttäjryhmän muodostavat yrityksen työntekijät.

5.2 Arvioinnin tarkoitus ja menetelmät

Suoritetun käytettävyyсарvioinnin tarkoituksena oli antaa materiaalinkäsittelyjärjestelmän kehittäjille tietoa käyttöliittymän käytettävyydestä jatkokehitystyön tueksi. Käyttöliittymän toiminnasta haluttiin saada tietoa todellisten, potentiaalisten käyttäjien näkökulmasta, jolloin arvioinnissa käytettäväksi menetelmäksi valittiin käytettävyystestaus.

Käytettävyystestaus on käytettävyyden arvioinnin testausmenetelmä (ks. esim. Ovaska ym., 2005), jonka avulla valittujen käytettävyyскriteerien täyttymistä arvioidaan tuotteen tai palvelun todelliseen ja potentiaaliseen käyttäjäkuntaan kuuluvien käyttäjien avulla (Rubin, 1994; Dumas & Loring 2008). Testauksen tavoitteena on löytää todellisilla käyttäjillä todellisissa käyttötilanteissa esiintyviä käytettävyysongelmia, joiden avulla tuotteen käyttölaatua mitataan tai sitä parannetaan (Sinkkonen, 2002).

Menetelmän konkreettinen toimenpide on käytettävyystesti, jossa valitut testikäyttäjät suorittavat itsenäisesti yksi käyttäjä kerrallaan kontrolloiduissa olosuhteissa ennalta määrättyjä, mahdollisimman hyvin käyttäjien todellisia tehtäviä muistuttavia tehtäviä (Dumas & Redish, 1999; Sinkkonen, 2002, Barnum, 2010). Testin aikana kerättävä ja tallennettava tutkimusaineisto on testin tavoitteesta riippuen kvantitatiivista ja/tai kvalitatiivista. Kvantitatiivista

analysointia varten mitattavia tietoja ovat esimerkiksi testitehtävien suorittamisen aikaisten virheiden määrä, yksittäisten tehtävien suorittamiseen käytetty aika sekä yksittäisestä tehtävästä suoriutumiseen käytettyjen vaiheiden määrä. Kvalitatiivista aineistoa ovat ennen muuta testitehtävien suorittamisen aikana saadut tiedot käyttäjän käytönaikaisista ajatuksista, ihmettelyn ja vaikeuksien kohteista, mielipiteistä jne. Kvalitatiivisen aineiston saamiseksi käytettävyydestin yhteydessä käytetäänkin tavallisesti apumenetelmänä ääneenajattelumenetelmää (Ilves, 2005), jolloin käyttäjää kehoitetaan menetelmän nimen mukaisesti kertomaan ajatuksensa ääneen: mitä hän on tekemässä ja miten hän ratkaisuihinsa päätyi. Menetelmän avulla pyritään erityisesti kartoittamaan käyttäjän testauskohteesta ja sen käytöstä luomia mentaalaisia malleja ja mielikuvia, joita analysointivaiheessa verrataan suunnittelussa tavoiteltuihin vastaaviin. Kvantitatiivista ja kvalitatiivista aineistoa testikäyttäjistä sekä tuotteen käyttökokemuksista voidaan lisäksi kerätä lomakkein ja haastatteluin.

Käytettävyydestestauksen valintaa suoritettujen käytettävyyden arvioinnin menetelmäksi puolsi yleisen käytettävyyden arviointiin soveltuvuuden ohella menetelmän monipuolisuus. Käytettävyydestestausta voidaan hyödyntää tuotteen suunnittelu- ja toteutusprosessin eri vaiheissa aina kehitysvaiheesta hyväksymisvaiheeseen asti (Sinkkonen ym., 2002; Dumas & Loring 2008; Rubin & Chisnell, 2008). Lyhyesti esitettynä: 1) varhaisvaiheessa toteutetuilla käytettävyydestesteillä eli suunnittelutesteillä selvitetään erityisesti alustavan suunnitelman tehokkuutta; 2) tuotekehityksen puolivälissä tehdyillä arviointitesteillä selvitetään sitä, kuinka hyvin käyttäjä pystyy suorittamaan tuotteen avulla esitettyjä tehtäviä ja millaisia ongelmia suoritukseen liittyy; ja 3) tuotekehityksen loppuvaiheessa suoritetuilla validointitesteillä varmistetaan tuotteen käytettävyys (Kiili, 2006). Menetelmän monipuolisuutta lisää myös se, että testien kohteena voi olla joko tuotteen prototyyppi, tuotteen yksittäinen osa, jotkin osat tai koko tuote. Tässä tapauksessa kyse oli tuotteen prototyypille suoritettua arviointitestistä.

Käytettävyydestestauksen kohteeksi valittiin käyttöliittymän perustoiminnot erityisesti kohteen käyttöliittymätyypin, suuren kosketuskäyttöliittymän, erityispiirteiden osalta. Toimintojen osalta arvioinnin tavoitteeksi asetettiin huomion kiinnittäminen yleisen rakenteen ja siinä liikkumisen (navigointimahdollisuudet) hahmottamiseen (esim. toimintojen ja

toimintokokonaisuuksien havaitseminen ja aktiivisiksi tunnistaminen), toimintatapojen tunnistamiseen (esim. oikeat käyttö- ja valintatavat), toiminnan onnistumiseen (esim. painikkeisiin osuminen, virheettömyys) sekä käytön miellyttävyyteen (esim. liikeradat, käyttönopeus). Arvioitaviksi valitut toiminnot olivat: varaston tavaraluettelon tarkasteleminen, tavaran noutaminen, tavaran jättäminen varastoitavaksi, sekä järjestelmässä olevien tavaroiden varastointitietojen muokkaaminen.

Havaitut käytettävyysoongelmat päätettiin luokitella ongelman vakavuuden mukaan. Luokitteluksi valittiin Nielsenin (1993) esittämät luokat:

- 0 = Ei varsinainen käytettävyysongelma
- 1 = Kosmeettinen käytettävyysongelma. Korjataan ajan salliessa.
- 2 = Vähäinen käytettävyysongelma. Korjaamisen prioriteetti matala.
- 3 = Vakava käytettävyysongelma. Korjaamisen prioriteetti korkea.
- 4 = Käytettävyysskatastrofi. Korjattava välittömästi, estää tuotteen käytön.

5.3 Käytettävyyden arvioinnin toteutus

5.3.1 Testijärjestelyt

Käytettävyytestit suoritettiin tutkimuksen tilanteen yrityksen toimitiloissa helmikuussa 2011. Ennen varsinaisia testejä suoritettiin pilottitesti, jonka tavoitteena oli varsinaisen käytettävyytestin onnistuminen varmistaminen niin testijärjestelyjen kuin testisuunnitelman osalta. Käytännön syistä johtuen pilotointi järjestettiin samana päivänä (12.2.2011), jolloin varsinaiset käytettävyytestit aloitettiin. Varsinaiset käytettävyytestit toteutettiin 12.-13.2.2011. Pilottitestin testijärjestelyt eivät poikenneet varsinaisista käytettävyystesteistä, joten pilottitestin tulokset päätettiin ottaa mukaan arviointiaineistoon.

Suoritetut käytettävyytestit olivat rakenteeltaan yhdenmukaisia. Testit muodostuivat kuudesta vaiheesta, jotka olivat: (1) testitilan ja -laitteiston esittely, (2) testin tarkoituksen ja taltiointitapojen esittely, (3) testiin liittyvien käytäntöjen ja ohjeiden läpikäynti, (4) testitehtävien suorittaminen, (5) haastattelu sekä (6) käyttäjätyytyväisyys- ja esitietolomakkeiden täyttäminen.

Ensimmäisessä, testitilan ja laitteiston esittelyvaiheessa, testikäyttäjälle esiteltiin testin suoritustila sekä testitehtävien suorittamiseen ja suorituksen taltiointiin käytettävä laitteisto. Samalla hänelle kerrottiin lyhyesti testin kohteena olevan järjestelmän käyttötarkoituksesta. Annetut järjestelmää koskevat tiedot pidettiin hyvin yleistasoisina erityisesti liikesalaisuuteen liittyvistä syistä (esim. todelliset, suunnitellut käyttökohteet). Käyttäjien ei myöskään haluttu muodostavan mitään erityistä ennakkokuvaa järjestelmästä tai sen mahdollisista todellisista käyttöympäristöistä ennen testin suorittamista.

Toisessa vaiheessa testin moderaattori esitteli testikäyttäjälle testin tarkoituksen sekä testin taltiointitavat. Käyttäjälle kerrottiin kyseessä olevan järjestelmän käyttöliittymää arvioiva testi, jossa ei mitattaisi testikäyttäjän taitoja tai osaamista. Hänelle kerrottiin myös testin taltiointitavoista eli video- ja äänitaltiointista sekä moderaattorin muistiinpanojen tekemisestä. Samassa yhteydessä testikäyttäjältä pyydettiin kirjallinen lupa testitilanteen taltioimiseen.

Kolmannessa vaiheessa testin moderaattori kävi testikäyttäjän kanssa läpi testiin liittyviä käytäntöjä ja ohjeita. Käyttäjälle kerrottiin testin kulkuun liittyvistä asioista kuten testitehtävien suorittamiskäytännöistä (esimerkiksi tehtävän aloittaminen ja lopettaminen) sekä mahdollisuudesta tehtävän tai koko testin keskeyttämiseen. Testikäyttäjiä ohjeistettiin testinaikaiseen ääneenajatteluun ja kerrottiin sen hyödyllisyydestä testistä saatavien tulosten analysoinnissa. Hänelle kerrottiin myös moderaattorin roolista testin aikana. Testitilanteen taltiointi käynnistettiin vaiheen lopussa.

Käytettävyydestestin neljännessä vaiheessa testikäyttäjä suoritti ennalta laaditut testitehtävät. Testitehtävien suorittamisen aikana moderaattori toimi hiljaisena tarkkailijana ollen puuttumatta testikäyttäjän toimintaan lukuunottamatta kannustamista ääneenajatteluun. Poikkeuksen moderaattorin hiljaiseen rooliin muodostivat ainoastaan muutamat järjestelmän häiriötilasta johtuneet tilanteet, joiden aikana moderaattori hetkellisesti keskeytti käyttäjän toiminnan järjestelmän tilan normalisoimiseksi.

Viidennessä, testitehtävien suorittamisen jälkeisessä vaiheessa testikäyttäjät osallistuivat haastatteluun. Puolistrukturoidulla haastattelulla pyrittiin selvittämään käyttäjän käyttöliittymää ja sen yksittäisiä osa-alueita koskevia

näkemyksiä sekä saamaan lisätietoja mahdollisesti havaituista ongelmakohdista. Myös positiivisia havaintoja sekä kehitysideoita kartoitettiin. Haastattelu suoritettiin testatun käyttöliittymän läheisyydessä, jolloin haastateltava pystyi niin halutessaan osoittamaan havaintonsa käyttöliittymää hyödyntäen. Testin taltiointi lopetettiin vaiheen päättyessä.

Käytettävyydestin päättäneessä kuudennessa vaiheessa testikäyttäjä täytti esitieto- ja käyttäjätyytyväisyyslomakkeet (Liite 1; Liite 2).

Yksittäisen testin enimmäiskestoksi asetettiin 60 minuuttia.

Käytettävyydestesteissä moderaattorina toimi tämän tutkielman laatija.

5.3.2 Osallistujat

Käytettävyydestestaukseen osallistui yhteensä kaksitoista testikäyttäjää.

Testikäyttäjien valinnassa pyrittiin monipuolisuuteen, jotta testauksen kohteen pääkäyttäjryhmän heterogeenisuus tulisi esille mahdollisimman hyvin. Kohteen pääkäyttäjryhmän muodostavat erilaisissa tehtävissä toimivat yrityksen työntekijät, jotka käyttävät aktiivisesti materiaalinhallintajärjestelmän nouto- ja palautuspisteitä työtehtäviä suorittaessaan. Koska järjestelmää voidaan käyttää hyvin erityyppisissä yrityksissä ja hyvin erilaisten ihmisten toimesta, ei käyttäjryhmälle voida esittää erityisiä ominaisuuksia esimerkiksi sukupuolen, koulutustaustan tai tietokoneenkäyttökokemuksen osalta.

Tässä tutkimuksessa testihenkilöiden valintakriteereiksi asetettiin erityisesti järjestelmän ominaisuuksista juontuvat tekijät: hyvä suomenkielen taito, pituus vähintään 150 cm eikä fyysisiä rajoitteita raajojen käytössä. Lisäksi testihenkilöiden iäksi asetettiin 18–65 vuotta, jotta testihenkilöt edustaisivat työikäistä väestöä. Edellisten lisäksi testihenkilöiden valinnassa otettiin mahdollisuuksien mukaan huomioon sukupuolijakauma sekä eroavaisuudet kokeneisuudessa tietokoneen ja kosketuskäyttöliittymien käytössä. Tarkoituksena oli huomioida myös testikäyttäjien edustavuus eri kätisytydessä, mutta tästä kriteeristä jouduttiin lyhyen rekrytointiajan vuoksi luopumaan.

5.3.3 Testausympäristö ja -laitteisto

Käytettävyystestaus suoritettiin toimeksiantajan tiloissa. Testaustilana toimi tuotteen todelliseen käyttöympäristöön verrattuna autenttinen tila, teollisuushallin osa. Kontrolloimattomien häiriötekijöiden estämiseksi testaustila kuitenkin eristettiin käytettävyystestien suorittamisen ajaksi muulta toiminnalta.

Käytettävyystestit suoritettiin tuotteen nouto- ja palautuspisteen prototyypillä. Nouto- ja palautuspisteen prototyyppi koostui 1,9 metriä korkeasta, 0,8 metriä leveästä ja 0,45 metriä syvästä metallipinnoitteisesta yksiköstä, johon oli upotettu 550 mm x 329 mm suuruinen kosketusnäyttö. Kosketusnäytön resoluutio oli 1920 x 1200 ja kohteiden valintatyyli 'take-off'. Valintatyylin mukaisesti näyttö tulkitsti valituksi kohteen, johon kosketus irrotushetkellä kohdistui. Kosketusnäytön yläreuna sijaitsi 1,8 metrin korkeudessa ja kosketusnäyttö oli kallistettu muutaman asteen kulmaan pystysuorasta. Kosketusnäytön alapuolella oli automaattisin liukuovin varustettu 0,45 metriä korkea, 0,6 metriä leveä ja 0,4 metriä syvä tunneli. Nouto- ja palautuspisteen oikealle puolelle oli sijoitettu aputaso.

Testaustilanne taltioitiin videokameralla. Videokameran kuvassa näkyivät kosketusnäytön tapahtumat sekä käyttäjän käden liikkeet.

5.3.4 Testitehtävät

Testitilanteessa testitehtävät annettiin testikäyttäjälle yksitellen paperille tulostettuina. Tehtävän sisältävä paperi kiinnitettiin testissä käytetyn kosketusnäytön viereiseen seinään, testikäyttäjistä katsoen näytön oikealle puolelle. Tehtävän saatuaan testikäyttäjä luki testitehtävän ääneen, jolloin tehtävän suorittamisen katsottiin alkaneen. Käyttäjän sanallinen ilmaisu tai sovittu ele toimi merkinä tehtävän suorittamisen päättymisestä.

Käytettävyystestin testitehtävät kohdistuivat seuraaviin toimintoihin: varaston tavaraluettelon tarkastelu, tavaran noutaminen, tavaran jättäminen varastoitavaksi sekä tavaran varastointitietojen muokkaaminen. Edellisten lisäksi huomion kohteena oli toimintojen välinen ja sisäinen navigointi ja siten käyttöliittymän rakenteen hahmottaminen. Testitehtävät tarkastelun

erityisalueineen (tarkoitus) on esitetty kohteena olevien toimintojen mukaan jaoteltuna Taulukossa 1.

<i>Pakkauksen noutaminen</i>
Tarvitset vasaraa. Hae varastosta vasara ja aseta se pakkauksessaan sivupöydälle.
Tarkoitus: Käyttöliittymän päätoimintojen (nouda, jätä) hahmottaminen, käyttöliittymän perusvuorovaikutustavan hahmottaminen (kosketus, kosketuksen kohteet), esitettyjen tietojen hahmottaminen (luettelo), valinnan tekeminen, painikkeisiin osuminen, näytöllä esitettyjen ohjeiden havaitseminen ja seuraaminen sekä saadun palautteen ymmärtäminen (esim. noudon valmistumisen odottaminen), toimintojen nimeäminen.
<i>Pakkauksen noutaminen</i>
Tarvitset myös nauvoja. Hae varastosta nauvoja ja aseta ne pakkauksessaan sivupöydälle.
Tarkoitus: Näytöllä esitettyjen ohjeiden havaitseminen ja seuraaminen, painikkeisiin osuminen, käyttöliittymän navigointirakenteen hahmottaminen, painikkeisiin osuminen.
<i>Pakkauksen noutaminen</i>
Tarvitset vielä pakkauksellisen pikkutarvikkeita, joiden virallista nimeä et muista. Muistat kuitenkin tarvikkeiden tuotetunnuksen olevan #616. Hae pakkaus varastosta ja aseta se sivupöydälle.
Tarkoitus: Opittavuuden todentaminen, Etsi-toiminnon käyttäminen, hakutuloksen hahmottaminen.
<i>Pakkauksen jättäminen varastoitavaksi</i>
Muistat yhtäkkiä, että työpisteelläsi on jo nauvoja, etkä tarvitsekaan noutamaasi naulapakkausta. Luovuta naulapakkaus varastoitavaksi.
Tarkoitus: Käyttöliittymän päätoimintojen hahmottaminen, käyttöliittymän navigointirakenteen hahmottaminen, tietojen syöttäminen, näytöllä annettujen ohjeiden havaitseminen ja seuraaminen.
<i>Pakkauksen jättäminen varastoitavaksi</i>
Työpäivän päättyessä et enää tarvitse vasaraa. Haluat kuitenkin käyttää samaa vasaraa huomenna. Luovuta vasara pakkauksessaan varastoitavaksi ja ilmoita, että vasara on sinulle varattu.
Tarkoitus: Opittavuuden todentaminen, tietojen syöttäminen, toimintojen löytäminen ja mahdollinen ohjeiden käyttäminen, toimintojen nimeäminen.

<i>Varaston pakkausluettelon tarkasteleminen</i>
Haluat tietää, montako pakkausta varastossa on. Selvitä pakkausten lukumäärä ja sano se ääneen.
Tarkoitus: Käyttöliittymän rakenteen hahmottaminen, toimintojen havaitseminen, toimintojen nimeäminen.
<i>Varaston pakkausluettelon tarkasteleminen</i>
Haluat tietää, kuinka moni varaston pakkauksista on tarkoitettu vain tietyn henkilön tai ryhmän käyttöön. Selvitä tällaisten pakkausten lukumäärä ja sano se ääneen.
Tarkoitus: Käyttöliittymän rakenteen hahmottaminen, toimintojen havaitseminen ja mahdollinen ohjeiden käyttäminen, toimintojen nimeäminen.
<i>Pakkauksen varastointitietojen muokkaaminen</i>
Sinua pyydetään korjaamaan virheellinen tieto, joka on huomattu varastotietoja tarkasteltaessa. Pakkauksen, jonka yksilöivä tunniste on 000160, tiedoissa lukee pakkauksen sisältävän sinistä kuplamuovia, vaikka kuplamuovin oikea väri on punainen. Korjaa virhe ja tallenna korjatut tiedot.
Tarkoitus: Etsi-toiminnon käyttö, toimintojen havaitseminen ja mahdollinen ohjeiden käyttäminen, toimintojen nimeäminen/ikonien ymmärrettävyys.
<i>Navigointi</i>
Palaa tarkastelemaan varastossa olevien pakkausten listaa. Siirry listan viimeiselle sivulle.
Tarkoitus: Navigointi, luettelon vierittäminen, painikkeisiin osuminen, ikonien ymmärrettävyys.
<i>Navigointi</i>
Palaa aloitusnäkyeseen.
Tarkoitus: Navigointi, testin päättäminen helppoon tehtävään.

Taulukko 1. Käytettävyydesteissä käytetyt testitehtävät erityiskohdealueineen.

5.3.5 Haastattelu

Käytettävyydesteihin osallistuneet testihenkilöt haastateltiin testitehtävien suorittamisen jälkeen. Haastattelu toteutettiin puolistrukturoituna haastatteluna, jolloin ennalta valittuja teemoja käsittelevien kysymysten lisäksi haastattelijä saattoi kysyä testiin osallistuneelta henkilöltä esimerkiksi testin aikaisista yllätyksellisistä tapahtumista. Haastattelulla haluttiin selvittää paitsi

testikäyttäjän mielipidettä testatusta käyttöliittymästä ja sen osa-alueista, myös käyttäjien kokemuksia ja ajatuksia käyttötavaltaan vastaavien järjestelmien käytöstä. Haastattelu suoritettiin samassa tilassa kuin käytettävyydesti, jotta testikäyttäjä saattoi niin halutessaan havainnollistaa kertomaansa testaamallaan käyttöliittymällä.

Haastattelussa käytettiin Taulukossa 2 esitettyä haastattelurunkoa.

Teema 1. Käyttäjän mielipiteet käyttöliittymästä
Kysymys 1: Löysitkö käyttöliittymästä tarvitsemasi toiminnot? Mitä mieltä olet toimintojen sijoittelusta käyttöliittymässä?
Kysymys 2: Osasitko käyttää toimintoja ilman ohjeita? Tarjosiko käyttöliittymä mielestäsi tarpeellisen ohjeistuksen käytön tueksi?
Kysymys 3: Mitä mieltä olet toimintojen nimistä ja käytetyistä kuvakkeista?
Kysymys 4: Millaisena koit käyttöliittymän käytön koskettamalla? Miltä painikkeiden ja näppäimistön käyttö tuntui?
Kysymys 5: Missä asiassa/asioissa käyttöliittymässä olisi mielestäsi vielä kehitettävää?
Teema 2. Käyttökokemukset
Kysymys 6: Oletko käyttänyt aiemmin kosketusnäytöllä ohjattavia järjestelmiä/laitteita? Jos, millaisia? Ovatko kokemuksesi myönteisiä vai kielteisiä?

Taulukko 2. Käytettävyydestin jälkeen pidetyn haastattelun haastattelurunko.

5.3.6 Lomakkeet

Käytettävyydestin yhteydessä testikäyttäjiä pyydettiin täyttämään kolme lomaketta. Ensimmäinen lomake oli testitilanteen videointilupalomake, jolla testikäyttäjä antoi suostumuksensa testitilanteen taltioimiseen sekä aineiston käyttöön tutkimustulosten analysoinnissa. Toinen lomake koski testikäyttäjän esi- ja henkilötietoja. Lomakkeen avulla kartoitettiin esimerkiksi testikäyttäjien kokeneisuutta tietokoneen ja erilaisten kosketuskäyttöliittymien käyttäjinä. Lisäksi käyttäjiltä kysyttiin mahdollisista käyttöliittymän käyttöä rajoittavista näköön liittyvistä tekijöistä, henkilöiden pituus sekä kerättiin käyttäjien yhteystiedot (Liite 1). Kolmas lomake oli käyttäjätyytyväisyyslomake, jonka avulla selvitettiin käyttäjän subjektiivisia mielipiteitä arvioinnin kohteena olevasta käyttöliittymästä testitehtävien suorittamisen jälkeen (Liite 2).

5.4 Arvioinnin tulokset

5.4.1 Testikäyttäjien esitiedot

Testeihin osallistui kaikkiaan kaksitoista testikäyttäjää. Käyttäjistä neljä oli naisia ja kahdeksan miehiä. He olivat 26–45-vuotiaita ja 160–185 cm pitkiä. Otoksessa oli mukana yksi vasenkätinen käyttäjä ja yksi punavihersokea käyttäjä. Yksi käyttäjästä käytti testin aikana piilolinssejä ja kaksi silmälaseja.

Käyttäjät olivat tietokoneenkäyttötaidoiltaan eritasoisia käyttäjiä: yksi käyttäjästä arvioi itsensä tietokoneenkäyttäjänä asiantuntijaksi, yhdeksän tottuneeksi käyttäjäksi ja kaksi satunnaiskäyttäjäksi. Käyttäjistä kahdella ei ollut lainkaan aiempaa kokemusta kosketusnäyttöiden käyttöliittymien käytöstä (Taulukko 3). Vain viisi käyttäjästä ilmoitti käyttävänsä kosketusnäyttöä usein. Käyttäjistä, jotka ilmoittivat käyttäneensä aiemmin kosketusnäyttöä, 80 % ilmoitti käyttäneensä pienikokoisia kosketusnäyttöä (Taulukko 4). Vain puolet ilmoitti omaavansa käyttökokemusta keskisuurista tai suurista kosketusnäyttöistä. Kaikki kosketusnäyttöä käyttäneet olivat käyttäneet näyttöä suorakosketuksella sormen tai sormien avulla ja viisi oli käyttänyt kosketusnäyttöä myös välineen välityksellä.

Kosketusnäyttöjen käyttökokemus	Lkm
Usein	5
Satunnaisesti	3
Kerran / muutamia kertoja	2
Ei kokemusta	2

Taulukko 3. Testikäyttäjien aiempi kosketusnäyttöjen käyttökokemus.

Kosketusnäyttötyypin kokemus	Lkm
Pieni kosketusnäyttö	8
Keskisuuri tai suuri kosketusnäyttö	5

Taulukko 4. Testikäyttäjien aiempi kokemus eri kokoisista kosketusnäyttöistä.

5.4.2 Testin tulokset

Käyttäjättestissä kunkin testikäyttäjän suoritettavaksi annettiin kymmenen testitehtävää. Tehtävien suorittamisen onnistumisen arvioinnissa ei tässä tutkimuksessa huomioitu tehtävän suorittamiseen kulunutta aikaa johtuen siitä, että testatun laitteen ajonaikaiset ongelmat (esim. laitteen jumituminen, näytön grafiikan piirtovirheet) vaikuttivat välillä merkittävästi tehtävien suoritusaikoihin. Onnistuneena pidettiin näin ollen suoritusta, jonka lopputulos vastasi testitehtävän laatijan määrittelemää tavoiteltua lopputulosta (esim. pakkauksen noutaminen, pyydetyn tiedon löytäminen), ja jossa lopputulokseen päädyttiin ilman moderaattorin antamaa apua. Kiertoteitse suoritettuna pidettiin suoritusta, jossa lopputulokseen päästiin ilman testattavaksi tarkoitettua toiminnon käyttämistä. Tehtävässä 3 tämä tarkoitti sitä, ettei Etsi-toimintoa tai erikoismerkistöä käytetty ja tehtävässä 7 sitä, että suodattimen käytön sijaan tulos laskettiin rivitietojen perusteella. Epäonnistuneessa tehtävässä oikeaa lopputulosta ei ole saavutettu, joka tehtävässä 5 tarkoitti sitä, että käyttäjä ei tunnistanut tehtävän suorittamiseen tarvittavaa toimintoa. Testitehtävästä suoriutuminen on esitetty tehtäväkohtaisesti Taulukossa 5.

Tehtävä	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Onnistunut	12	12	10	12	10	12	10	12	12	12
Suor. kiertoteitse			2				2			
Epäonnistunut					2					

Taulukko 5. Testikäyttäjien suoriutuminen testitehtävistä.

Testitehtävien suorittamisen yhteydessä havaittiin yhteensä 18 erilaista käytettävyysongelmaa, joista yksi luokiteltiin käytettävyysekatastrofiksi, kahdeksan vakaviksi käytettävyysongelmiksi, kaksi vähäisiksi käytettävyysongelmiksi ja seitsemän kosmeettisiksi käytettävyysongelmiksi. Seuraavassa esitetään käytettävyysongelmat, jotka arvioitiin vähintään vähäisiksi käytettävyysongelmiksi. Kunkin käytettävyysongelman yhteydessä esitetään vakavuusluokka, joka vastaa Nielsenin käytettävyysongelmien vakavuusluokitusta (Nielsen, 1993). Tämän lisäksi esitetään havaintoluokka, joka ilmaisee havainnon yleisyyden tehdyissä käytettävyystesteissä.

KO-1. Kosketusnäyttö ei reagoi kosketukseen kosketusalueella.

Käytettävyysongelman vakavuusluokka: 4 (käytettävyysskatastrofi)

Havaintoluokka: kaikki osallistujat

Kosketusnäyttö vaati usein käyttäjiltä useampaa painallusta, ennen kuin se reagoi kosketukseen. Lisäksi osa käyttäjistä yritti muutoinkin käyttää kosketusnäyttöä hipaisemalla tai muutoin kevyesti koskettamalla. Käyttäjien oli myös välillä vaikea erottaa, oliko alue oikeasti aktiivinen ja uusi painallus saisi käyttöliittymän reagoimaan, vai olivatko he painaneet aluetta, josta ei ollut tarkoituskaan tapahtua mitään. Kosketusnäytön huono reagointi herätti käyttäjissä jopa pientä turhautuneisuutta, ja vaati välillä moderaattoria kannustamaan käyttäjää yrittämään painallusta vielä uudelleen. Moni tehtävä olisi jäänyt kesken, jos käyttäjä olisi ollut laitteella yksin.

Kosketusnäytön toiminta arvioidaan käytettävyysskatastrofiksi, joka häiritsee merkittävällä tavalla laitteen käyttöä ja vaikuttaa voimakkaasti käyttäjän käyttökokemukseen. Suositukseksi annetaan kosketusnäyttövaihtoehtojen kartoitus, sillä tarkoitukseen sopiva kosketusnäyttö on edellytys palvelun kokonaiskäytettävyydelle. Myös näkyvämmän palautteen antamista aktiivisten kosketusalueiden koskettamisesta suositellaan.

KO-2. Sarakeotsikkosolut eivät näytä toiminnallisilta.

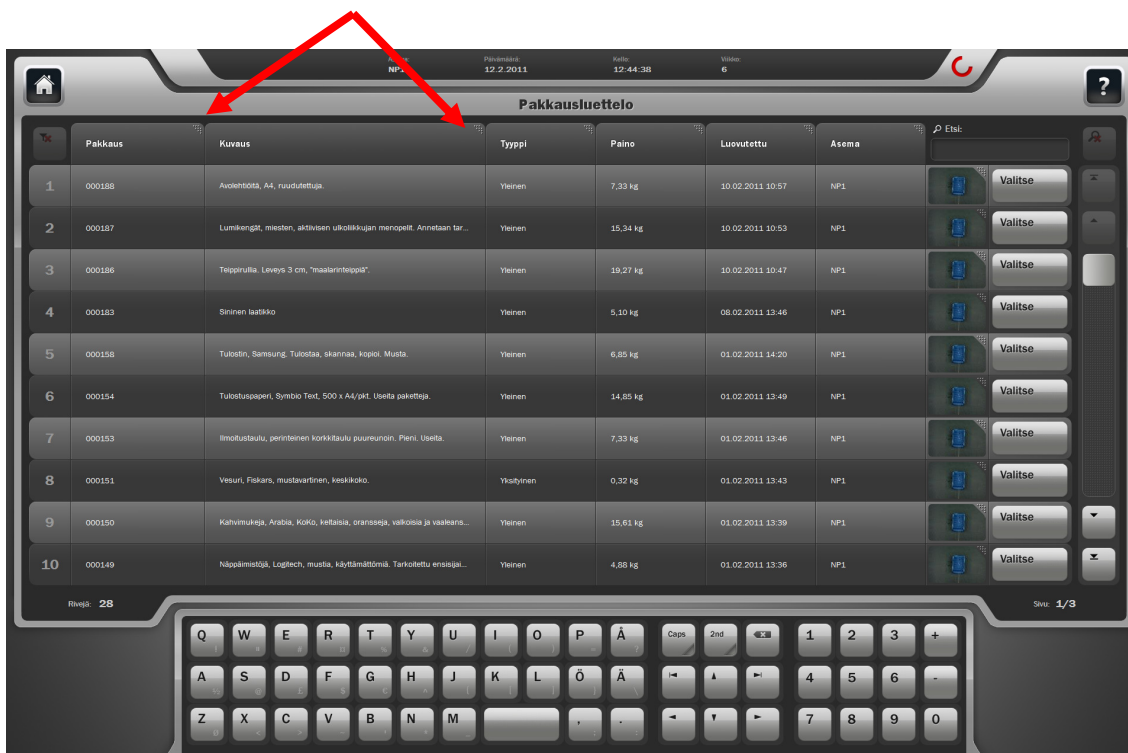
Käytettävyysongelman vakavuusluokka: 3 (vakava käytettävyysongelma)

Havaintoluokka: kolme havaintoa

Erityisesti kokemattomimmat tietokoneenkäyttäjät eivät löytäneet sarakeotsikkosoluihin sijoitettuja lajittelu- ja suodatustoimintoja (Kuva 7). Sarakeotsikoiden nykyinen merkintä ei riitä vangitsemaan käyttäjän huomiota edes silloin, kun käyttäjä aktiivisesti etsii toimintoa.

Toiminnon huomaamattomuus luokitellaan vakavaksi käytettävyysongelmaksi, jonka arvioidaan vaikeuttavan erityisesti palvelun ensi- ja satunnaiskäyttäjien toimintaa. Luokitusta perustellaan myös sillä, että käyttöliittymän mahdollisesti myöhemmin monimutkaistua, on hyvä löytää yhdenmukainen tapa osoittaa käyttäjälle myös sellaiset toiminnalliset alueet, jotka eivät ole ulkonäöltään painikkeita. Suositellaan voimistamaan nykyistä

merkintätapaa esim. kirkkaammalla värillä tai selkeällä kuvakkeella nykyisten kulmaan sijoitettujen pallojen sijaan.



Kuva 7. Sarakeotsikkosolut eivät näytä toiminnallisilta.

KO-3. Pakkausrivi oletetaan toiminnalliseksi kosketusalueeksi.

Käytettävyyssongelman vakavuusluokka: 3 (vakava käytettävyyssongelma)

Havaintoluokka: useita havaintoja

Useimmat käyttäjät oletivat koko pakkausrivin olevan toiminnallinen alue, jolla pakkaus voidaan valita noudettavaksi tai muokattavaksi. Tällä hetkellä pakkausrivin valinta tehdään kuitenkin painamalla rivin päähän sijoitettua Valitse-painiketta. Käyttäjien intuitio oli voimakas, sillä osa käyttäjistä yritti valita rivin riviä koskettamalla usean eri tehtävän kohdalla. Suurin osa käyttäjistä kuitenkin oppi oikean valintamallin yhden erehdyksen jälkeen.

Ero oletetun ja todellisen valintamallin välillä luokitellaan vakavaksi käytettävyyssongelmaksi, koska oletettu valintamalli oli niin yleinen. Täten suositellaankin harkitsemaan molempien valintamallien tukemista.

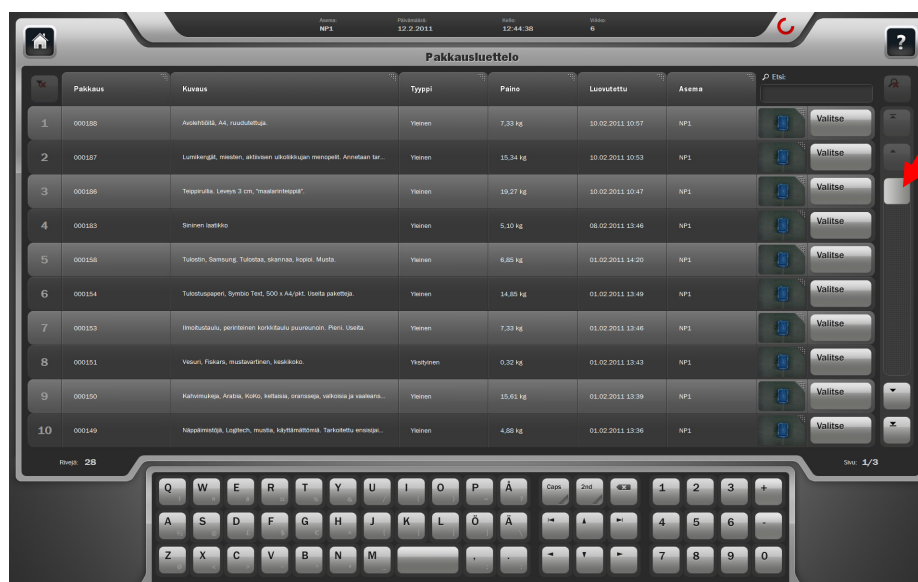
KO-4. Vierityspalkin oletetaan olevan vieritettävä tai toiminnallinen.

Käytettävyyssongelman vakavuusluokka: 3 (vakava käytettävyyssongelma)

Havaintoluokka: kolme havaintoa

Vierityspalkin oletettiin olevan vieritettävä tai muutoin toiminnallinen, ja sitä yritettiin siirtää näyttöä pitkin raahaamalla. Palkki muistuttaa ulkonäöltään merkittävästi käyttöliittymän painiketta, jolloin käyttäjän on helppo tehdä virheellinen tulkinta toiminnallisuudesta (Kuva 8).

Havaittu käytettävyyssongelma luokitellaan vakavaksi käytettävyyssongelmaksi ja se suositellaan korjattavaksi muuttamalla vierityspalkin ulkonäköä siten, ettei se ole sekoitettavissa käyttöliittymän painikkeeksi (esim. ns. metalliväriin vaihtaminen mattaväriin).



Kuva 8. Vierityspalkin oletettiin olevan toiminnallinen.

KO-5: Käytönaikaiset lisäohjeet ovat paikoin puutteelliset.

Käytettävyyssongelman vakavuusluokka: 3 (vakava käytettävyyssongelma)

Havainnot: kolme havaintoa

Käyttäjät kaipaivat muutaman kerran lisäohjeita toiminnon suorittamiseksi tai ajatusmallinsa vahvistamiseksi. Käyttäjät kuitenkin kokivat, etteivät joko löytäneet tietotarvettaan vastaavaa tietoa tai eivät tienneet ohjeiden lukemisen jälkeenkään miten tehtävää pitäisi tarkalleen ottaen jatkaa, vaikka etsittyä asiaa koskeva ohje olikin löytynyt.

Kokemus käytönaikaisten ohjeiden puutteellisuudesta luokitellaan vakavaksi käytettävyysoingelmaksi, koska testatun käyttöliittymän sisältämän laitteen on tarkoitus toimia ns. stand-alone-laitteena, jolloin sen käyttäjien tulee selvittää palvelun käytöstä ilman asiakastukipalvelua tms. Selkeät ohjeet ovat tämän tavoitteen saavuttamisessa kriittisiä. Suositellaan täydentämään ohjeistusta.

KO-6: Suodatusten voimassaolo jää huomaamatta.

Käytettävyysoingelman vakavuusluokka: 3 (vakava käytettävyysoingelma)

Havaintoluokka: neljä havaintoa

Tehtäessä sarakekohtaisia suodatuksia, samanaikaisia suodatuksia voi olla useita. Sarakekohtaisten suodatusten lisäksi käyttäjä voi käyttää samanaikaisesti Etsi-kenttää (ns. pikahaku). Kaikkien voimassaolevien suodatusten huomioiminen voi olla käyttäjälle vaikeaa, jos käytettyjä suodatuksia on useita. Käyttäjä ei välttämättä muista asettaneensa useita hakuja tai ymmärrä että samanaikaisia suodatuksia voi olla useita.

Suodatusten päälläolon havaitsemattomuuteen liittyvä ongelma luokitellaan vakavaksi käytettävyysoingelmaksi, koska se vaikuttaa merkittävästi palvelun käyttöön. Tilanne on parannettavissa melko pienillä visuaalisilla muutoksilla käyttöliittymässä, kuten suodatuksen päälläolosta kertovan ikonin korostamisella joko kokoa tai väriä muuttamalla.

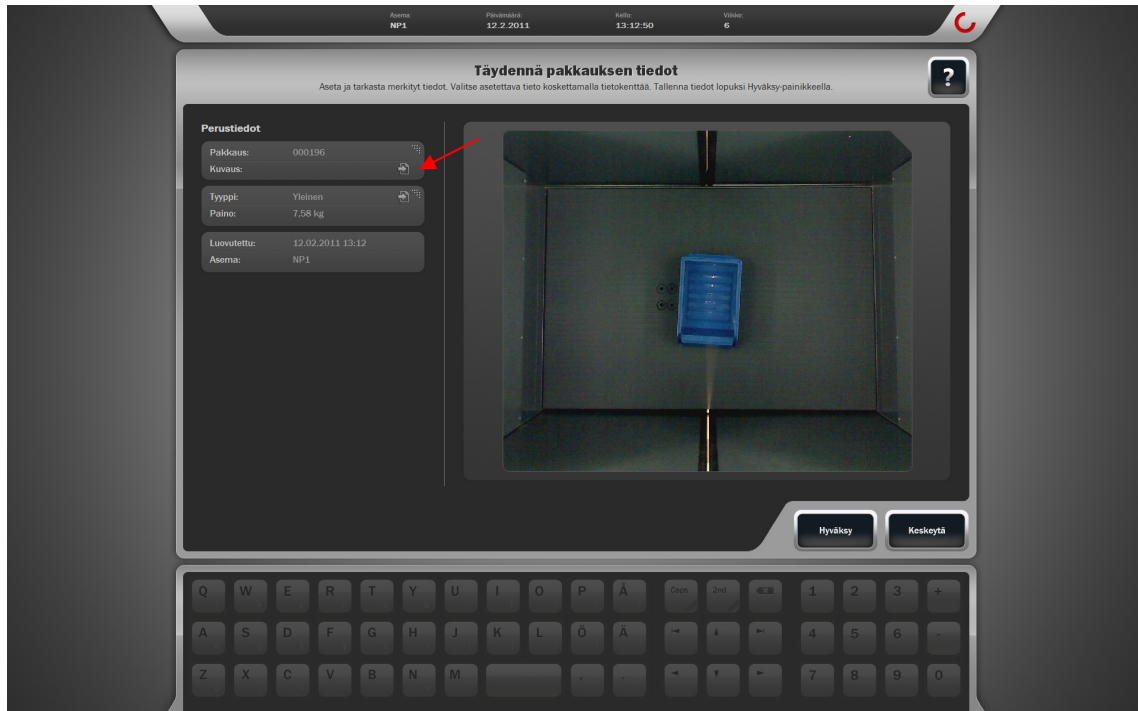
KO-7: Pakollinen varastoinnin yhteydessä täytettävä tietokenttä ei erotu.

Käytettävyysoingelman vakavuusluokka: 3 (vakava käytettävyysoingelma)

Havaintoluokka: useita havaintoja

Varastoitaessa pakkausta käyttäjän tulee ilmoittaa pakkauksen sisältötieto. Sisältötiedon asettamiseen tarkoitettu Kuvaus-kenttää ei kuitenkaan tuoda selkeästi visuaalisesti esiin eikä se ole suoraan aktiivinen, vaan edellyttää käyttäjältä tietokentän koskettamista kentän avaamiseksi (Kuva 9). Näin ollen käyttäjän täytyy tunnistaa pakollinen tieto sekä suorittaa jokaisen jätön yhteydessä tavallaan tarpeeton painikkeen painaminen tietokentän avaamiseksi.

Havaittu ongelma luokitellaan vakavaksi käytettävyysongelmaksi, koska se aiheutti varsinaisen käytettävyysongelman yhdellä testikäyttäjällä ja hidasti merkittävästi useamman käyttäjän toimintaa. Ylimääräisenä vaiheena kentän valinta todettiin toistuvasti. Toimintoa edelleen kehittämällä, esim. tietokenttä valmiiksi avaten, tiedonsyöttöä voitaisiin kuitenkin nopeuttaa ja samalla pakollinen tieto tulisi selkeämmin esitettyksi. Korjaava toimenpide vähentää virhealttiutta ja nopeuttaa palvelun käyttöä.



Kuva 9. Pakollinen tietokenttä ei erotu muista tietokentistä.

KO-8: Käyttäjät eivät ymmärrä Tyyppi-otsikkoa oikein.

Käytettävyysongelman vakavuusluokka: 3 (vakava käytettävyysongelma)

Havaintoluokka: Kolme havaintoa

Käyttäjät eivät yhdistä Tyyppi-otsikkoa pakkauksen tai tuotteen varaustoiminnoksi. Tyyppi-kenttä saa aina arvokseen joko yksityinen tai yleinen (lukee näytössä), mutta käyttäjät eivät silti yhdistä sitä varaustoimintoon tai etsivät ainakin lisätiedonantomahdollisuutta nimitiedon antamiselle.

Ongelma luokitellaan vakavaksi käytettävyysongelmaksi, koska kahden testikäyttäjän osalta tehtävän suorittaminen epäonnistui toiminnon

tunnistamattomuuden vuoksi. Toiminto olisi hyvä otsikoida kuvaavammalla nimellä (esim. nimellä Varattu saaden arvon kyllä tai ei) tai ainakin korvata nykyiset termit yleinen ja yksityinen esim. arvoilla varattu ja vapaa.

KO-9: Valinnan tekemisen oikotietoiminto puuttuu valintapainikkeita ja -ruutuja sisältävistä suodatuksista.

Käytettävyysongelman vakavuusluokka: 3 (vakava käytettävyysongelman)

Havaintoluokka: Kolme havaintoa

Käyttöliittymä ei tarjoa käyttäjien odottamaa oikotietä valintojen tekemisessä suodatuksen näkymissä, joissa käyttäjän valittavissa on päätasolla valintapainikkeet ja näiden alarakenteessa valintaruudut. Päätason valinta ei vaihdu, jos käyttäjä merkitsee valintaruutuja valituksi (Kuva 10). Kaikki suodatuksia käyttäneet käyttäjät yrittivät ensin tehdä valinnan ilman valintapainikkeen painamista.

Oikotietoiminnon puuttumiseen liittyvä ongelma luokitellaan vakavaksi käytettävyysongelmaksi sen esiintymistiheyden vuoksi. Nykyinen ratkaisu selvästi poikkeamaa mielikuvasta, joka käyttäjillä on valinnan suorittamisesta. Suositellaan lisättäväksi oikotietoiminto.



Kuva 10. Valintaruudun merkitseminen ei vaihda valintapainikevalintaa.

KO-10: Erikoismerkinäppäimistön avaavan painikkeen termi ei ole tuttu.

Käytettävyysongelman vakavuusluokka: 2 (vähäinen käytettävyysongelma)

Havaintoluokka: useita havaintoja

Erikoismerkinäppäimistön avaavan painikkeen termi (2nd) ei ole kaikille käyttäjille tuttu (Kuva 11). Moni käyttäjästä joutui käyttämään hetken painikkeen etsimiseen, ennen kuin saivat erikoismerkinäppäimistön auki. Kaikki käyttäjät onnistuivat lopulta merkistön esiin saamisessa.

Termin tunnistamiseen liittyvä ongelma luokitellaan vähäiseksi käytettävyysongelmaksi, mutta termin tai ikonin valintaan suositellaan kuitenkin kiinnitettävän huomiota. Toiminnon tunnistamisongelma vaikeuttaa erityisesti ensi- ja satunnaiskäyttäjien palvelunkäyttöä.



Kuva 11. Erikoismerkkistön avaavan painikkeen termi ei ole kaikille tuttu.

KO-11: Suodatusten tyhjennystoimintoa ei havaita tai sen ikonia ei ymmärretä.

Käytettävyysongelman vakavuusluokka: 2 (vähäinen käytettävyysongelma)

Havaintoluokka: Kolme havaintoa

Käyttäjät eivät aina käyttäneet suodatusten tyhjentämiseen siihen tarkoitettuja painikkeita, vaan kävivät palvelun aloitusnäkyssä suodatukset nollatakseen.

Havaittu ongelma luokitellaan vähäiseksi käytettävyysongelmaksi, sillä ongelman juurisyynä saattaa olla muissa yhteyksissä opittu käyttötottumus. Suositellaan kuitenkin vielä korostamaan painikkeiden ikoneja ja harkitsemaan niiden selkiyttämistä nykyisestä.

5.4.3 Käyttäjätyytyväisyyslomaketutkimuksen tulokset

Testitehtävien suorittamisen jälkeen testikäyttäjiä pyydettiin täyttämään käyttäjätyytyväisyyslomake, jossa he arvioivat testin kohdetta annettujen

väittämien perusteella. Vastaukset annettiin numeroskaalalla 1–5, jossa arvo 1 tarkoitti vastaajan olevan väittämästä täysin eri mieltä ja arvo 5 vastaajan olevan täysin samaa mieltä (Taulukko 6). Väittämien lisäksi lomakkeella oli vapaasanaisen palautteen kirjoittamismahdollisuus.

Kokonaisuudessaan testattu käyttöliittymä sai käyttäjiltä melko hyvää palautetta. Erityisen positiivisena käyttäjät kokivat kaksi asiaa: käyttöliittymässä käytetyt sanat ja ilmaisut olivat heille tuttuja ja että navigaatorakenne oli selkeästi esitetty – käyttäjät kokivat aina tietävänsä sijaintinsa käyttöliittymässä, ja kuinka palata alkuun. Käyttäjät olivat myös melko tyytyväisiä näkymien ulkonäköön ja kokivat palvelun melko helpoksi oppia. Lisäksi suurin osa vastaajista ei pitänyt kirjoittamista käyttöliittymän näppäimistöllä vaikeana.

Käyttäjätyytyväisyyslomakevastausten perusteella käyttöliittymässä voitaisiin kiinnittää enemmän huomiota opastukseen sekä erityisesti erikoistoimintojen parempaan esiintuontiin. Nämä seikat eivät nouse erityisen voimakkaasti esiin väittämävastauksissa, mutta sanallisessa palautteessa monipuolisempi ohjeistus ja toimintojen korostaminen mainittiin muutaman kerran. Lisäksi vapaasanaisissa palautteissa tuotiin esiin tarve parantaa kosketusnäytön herkkyyttä ja tarkkuutta. Jatkokehitysideana ehdotettiin laajemman tuoteselosteen antamismahdollisuutta pakkauksen tietojen yhteydessä.

Väittämä	1	2	3	4	5
Näkymien ulkonäkö oli miellyttävä.				9	3
Palvelun käyttö oli helppo oppia.			1	7	4
Toiminnot olivat hyvin löydettävissä.			4	7	1
Tiesin aina missä olen ja miten palaan alkuun.			1	4	7
Palvelussa käytettiin minulle vieraita sanoja tai ilmaisuja.	8	3	1		
Opastus sivuilla oli riittävää.			3	7	2
Sain tehtyä pyydetyt tehtävät helposti.			2	8	2
Painikkeet erottuivat selkeästi ja niihin osuminen oli helppoa.		1		8	3
Kirjoittaminen kosketusnäytöllä oli vaikeaa.	6	5			1

Taulukko 6. Käyttäjätyytyväisyyslomakkeen vastaukset.

5.4.4 Haastattelun tulokset

Käyttöliittymän käyttö koettiin vastaajien mielestä pääosin helppona ja miellyttävänä. Käyttöliittymän toiminnallisuuden ja rakenteen katsottiin noudattelevan pääosin muiden tietoteknisten laitteiden käytöstä opittuja malleja, jolloin käyttäjät kokivat sisäistäneensä palvelun toimintaperiaatteen ja löytäneensä siten myös tarvittavat toiminnot nopeasti tai viimeistään kokeilemisen kautta. Moni käyttäjistä viittasikin suoraan käytön intuitiivisuuteen kertoen aiempien kokemustensa ohjanneen toimintaansa.

"Siis se käyttö oli helppoa ja kivaa, osittain ehkä siitä johtuen että olen käyttänyt paljon kaikenlaista... Tietää mikä nappi on mikä... Ne oli silleen aika intuitiivisesti selviä." [TK1, mies]

"No se kun on käyttänyt paljon kaikkee tietokone- ja käyttöjärjestelmiä ja erilaisia ohjelmia kännyköissä... sellaista samantyylistä. Muutamia sellaisia kohtia jotka puuttuu... Mutta kyllä se löyty se, miksikä sitä sanotaan, analogia, sieltä." [TK2, mies]

"Ihan ok, joo, kyllä." [TK3, nainen]

"Aika kiva." [TK8, nainen]

"Se on kyllä silleen ihan simppele." [TK6, mies]

"No helppo, helppo, tai siis silleen... Pitää vain tietää miten käyttää tietokoneen näppäimistöä – jos ei osaa käyttää sitä, ei osaa käyttää tätäkään." [TK4, nainen]

"Jos oot joskus, ikinä, tietokonetta käyttänyt..." [TK5, mies]

"Mun mielestä se on aika hyvää." [TK11, mies]

Käyttäjät kokivat ymmärtäneensä käyttöliittymän käsitteet ja ikonit hyvin, joskin muutamat kohdat keräsivät pientä kritiikkiäkin. Kokeneemmat käyttäjät jäivät kaipaamaan joitakin muissa ohjelmistoissa yleisiä ns. oikotietoimintoja, kun taas kokemattomimmat käyttäjät olisivat kaivanneet ehkä selvempää visuaalista ohjausta toimintojen löytämiseksi ja tunnistamiseksi sekä palautetta toimintojen tulosta suoritetuiksi.

"Mun mielestä se on aika olennainen... Niitä oikoteitä puuttu..." [TK2, mies]

"Sitä että ois löytyny kaikki kerralla... [Käyttäjä kertoo toiminnosta jota yritti etsiä ja moderaattori näyttää, mistä toiminto löytyy.] *Aaa, okei, just tätä mää aattelin ettei tarttis laskee yksitellen jos niitä on tuhansia...* [Käyttäjä huomaa toiminnosta kertovan grafiikan.] *Tarkoittaaks toi aina sitä että pääsee, juu...*" [TK3, nainen]

"En niinku ensin meinannu älytä..." [TK4]

"Jossain kohtaa tulee sekaannus. Tässä yhdessä kohtaa luulee olevansa edellisellä tasolla... Siinä vaiheessa tajus." [TK2, mies]

"Vielä olis voinu olla, tai silleen, tulla että korjattu." [TK3, nainen]

"Yleensä siinä on just joku merkkkaus josta jotain tapahtuu..." [Osoittaa sarakeotsikon toiminnallisuutta kuvaavia merkkejä]. [TK5, mies]

"Se sais olla selkeempää. Mää painoin turhaan ei-aktiivista aluetta." [TK7]

Kaiken kaikkiaan käyttöliittymän katsottiin sopivan sellaisenaan uusienkin käyttäjien käytettäväksi, joskin käyttäjät toivat esiin sen, että käyttöliittymän mahdollisesti myöhemmin monipuolistuessa, olisi pieni ohjeistus paikallaan. Useampi käyttäjä oli sitä mieltä, että nykyinen käyttöliittymä olisi kuitenkin hyvin opittavissa kokeilemalla.

"Sopii kyllä silleen aika hyvin ensikertalaisellekin." [TK3, nainen]

"Ku ihan pystymettästä tuli, niin silti ne kaikki onnistu." [TK1, mies]

"No jos saa lähtee sillain kokeileen niin varmasti oppii... Toi olis tosi helppo opettaa... Mitään paksua manuaalia tohon tuskin tarvii." [TK2, mies]

"Ihan pala kakkua nuo paketit ja... sitten hetken kesti kun muokkas. Hetken miettimisellä, kyllä ne sieltä tulee." [TK5, mies]

"Kyllä siinä on kuitenkin selkeyttä... Oppii silleen kokeilemalla. On silleen hyvä että tossa on aina noi ohjeet." [TK9, nainen]

"Peruskäyttö on varmaan ihan toisella kerralla jo ihan niinku paljon parempaa." [TK7, mies]

"Ainut vaan että uskaltaa painaa, ettei mitään tapahdu... Kyllä varmaan ainakin noi noutamiset ja jättämiset..." [TK8, nainen]

Kosketusnäytön toiminta sai osakseen paljon kritiikkiä. Näyttöä oli paikoin vaikea saada reagoimaan kosketukseen, ja sitä piti välillä puhdistaa myös kesken testitehtävien suorituksen. Moderaattorin täytyi myös välillä kannustaa käyttäjää yrittämään vielä uudelleen, jotta näytön aiheuttamat ongelmat eivät estäisi varsinaista käyttöliittymän testausta, joka oli testin päätarkoitus. Käyttäjiä osin turhautti, etteivät he tieneet johtuiko ns. tapahtumattomuus siitä, että kosketukseen ei reagoitu vai siitä, että kosketettu alue ei ollut toiminnallinen. Kosketusnäytön huono toiminta häiritsi erityisesti kosketusnäyttöjä enemmän käyttäneitä käyttäjiä, jotka jo olivat tottuneita herkkiin kosketusnäyttöihin, joissa käyttöön riittää pelkkä hipaisu tai pyyhkäisy. Kosketusnäytön toimimattomuutta voidaankin osaltaan pitää käyttäjien kommenttien ja testissä havaitun perusteella testin merkittävimpänä käytettävyysongelmanäytönä, vaikkei se sinänsä testin alkuperäisiin kohdealueisiin kuulunutkaan. Huono kosketusnäyttö tekee käyttökokemuksesta huonon ja siten laskee myös käyttöliittymän käytettävyyden huonoksi, vaikka muut suunnitteluratkaisut olisivat kuinka hyviä tahansa.

"Kankea tuo on ainakin tuo kosketusnäyttö." [TK9, mies]

"Kosketusnäyttö kun vaan toimis paremmin..." [TK6, mies]

"Kosketusnäyttö sais toimia paremmin... Välillä sitä piti painaa aika kovaa. Jos sitä vaan tökkäs tälleen näin niin se ei aina ottanu." [TK1, mies]

"Se oli vähä semmonen, kun on tottunu jo näihin aika herkkiin näyttöihin... Kuuluis vaikka joku ääni että tietäis että ottaako se oikeesti... Ei saa mitään impulssia siitä tapahtuuko siinä mitään..." [TK2]

"Se häiritti sitä käyttöä." [TK7, mies]

6. TULOSTEN ARVIOINTI

Tässä luvussa analysoidaan empiirisen tutkimuksen tuloksia tutkimukselle asetettujen erityistavoitteiden näkökulmasta. Tarkastelun kohteena ovat näin ollen käyttöliittymän erityiskohdealueet sekä toimintokokonaisuuksien suunnittelun yleinen onnistuneisuus. Luvun loppuun esitetään tulosten perusteella muodostettu säännöstö jatkosuunnittelun ja -testauksen ohjeistukseksi.

6.1 Erityiskohdealueiden onnistuneisuuden analysointi

Käytettävyystudkimuksen erityiskohdealueina olivat käyttöliittymän 1) yleinen rakenne ja navigointi, 2) toimintatapojen tunnistaminen, 3) toiminnan onnistuminen sekä 4) käytön miellyttävyys. Seuraavassa tehdään lyhyt loppuarviointi kustakin osa-alueista tehdyn käytettävyystudkimuksen tulosten perusteella.

Ensimmäisen kokonaisuuden eli käyttöliittymän yleisen rakenteen ja navigointitoiminnallisuuksien suunnittelussa on voidaan katsoa onnistutun melko hyvin. Käyttäjät osoittivat käyttäjien sisäistävä nopeasti käyttöliittymän perusrakenteen ja toiminnot (tavaroiden noutaminen ja jättäminen) sekä osaavan liikkua käyttöliittymän näkymien välillä ongelmitta. Käyttäjät ymmärsivät nopeasti miten esimerkiksi varaston sisältämien pakkausten luettelon sisältävän näkymän ja yksittäisten pakkausten näkymien välillä siirrytään, miten palataan takaisinpäin tai miten siirrytään suoraan aloitusnäkyseen. Käytettävyydesti, haastattelut ja käyttäjätyytyväisyyskysely antoivat kaikki osa-alueesta yhteneväiset tulokset.

Toisen osa-alueen, eli toimintatapojen tunnistamisen, kohdalla huomattiin jonkin verran jatkokehittämistarpeita. Käyttöliittymän keskeisimmät painikkeet löydettiin ja tunnistettiin helposti, mutta osalla käyttäjistä oli alkuun vaikeuksia erottaa käyttöliittymän aktiiviset, toiminnalliset kosketusalueet ja ei-toiminnalliset alueet toisistaan. Ongelmallisia kohtia olivat erityisesti varaston pakkaukset sisältävän luettelon sarakeotsikot, joiden toiminnallisuutta kaikki käyttäjät eivät huomanneet. Toinen merkittävä huomionkohde olivat ko. luettelon rivit, jotka lähes kaikki käyttäjät mielsivät toiminnallisiksi yrittäen

siirtyä luettelosta yksittäisen pakkauksen näkymään riviä koskettamalla. Nyt valintatoiminnallisuus oli sijoitettu ainoastaan rivin päässä sijaitsevaan erilliseen painikkeeseen.

Perusvuorovaikutustapa käyttöliittymän kanssa oli kaikille käyttäjille selvä. Yksikään käyttäjästä ei yrittänyt esim. monikosketustekniikkaa eikä monikaan yrittänyt käyttää kosketuseleitä, joita käyttöliittymä ei olisi tukenut.

Kolmas osa-alue eli toiminnan onnistuminen, voidaan katsoa perustoiminnallisuuden osalta varsin toimivaksi. Käyttöliittymän painikkeisiin oli helppo osua, ja jopa näppäimistö jota usein pidetään hankalana asiana kosketusnäyttöjen kohdalla, keräsi hyvää palautetta myös käyttäjätyytyväisyyskyselyssä. Käyttäjät kokivat löytävänsä etsimänsä toiminnot vähintään melko hyvin, mikä näkyi myös hyvänä onnistumisprosenttina testitehtävien suorittamisessa. Käyttöliittymän antama käytönaikainen ohjeistus katsottiin hyväksi, tosin täydentäviä ohjeita katsottiin voitavan vielä laajentaa monipuolisemmin toiminnoista kertovaksi.

Suurin ongelmien aiheuttaja toiminnan onnistumisen näkökulmasta oli itse kosketusnäyttö, jonka herkkyyks todettiin olevan kaukana vaaditusta. Käyttäjät joutuivat painamaan painikkeita välillä jopa kymmenen kertaa ennen kuin kosketus rekisteröitiin. Todellisessa käytössä käyttäjät olisivat todennäköisesti hylänneet palvelun käytön ennen tehtävien suorittamista loppuun. Toteutetun tuotteen kohdalla kosketusnäyttövalinta olisi ollut erittäin suuri ja kallis suunnitteluvirhe, mutta varhaisvaiheessa havaittuna asiaan voidaan vielä vaikuttaa.

Kosketusnäytön huono toiminta testitilanteessa oli yllätys koko suunnittelutiimille. Kosketusnäyttömallia oli testattu eri kosketusnäyttömallien vertailuvaiheessa ja näissä testeissä valittu malli menestyi teolliseen ympäristöön tarkoitettuna laitteena hyvin, minkä johdosta valinta alunperin tehtiin ja kosketusnäytöt tilattiin. Käytettävyydestä käytetty kosketusnäyttö saapui ja asennettiin hetkeä ennen käytettävyydestä suorittamista, minkä vuoksi kokemuksia ns. todellisesta käytöstä ennen testien suorittamista ei ollut. Jatkotutkimukset osoittivat, että kyseessä ei ollut vain huono yksilö, vaan valittu kosketusnäyttömalli ei vain sopinut tähän käyttötarkoitukseen.

Neljäs osa-alue, eli käytön miellyttävyys, sai käytettävyydestessään hyvän arvion, jos kosketusnäytön huonon toiminnan vaikutus jätetään tarkastelusta pois. Käyttäjät kehuivat käyttöliittymää helposti sisäistettävissä olevaksi ja intuitiiviseksi, mikä tuli esiin sekä haastatteluissa että käyttäjätutkimuskeskustelussa. Käyttöliittymä koettiin miellyttävän näköiseksi ja keskeiset toiminnot hyvin esilletuovaksi.

6.2 Toimintokokonaisuuksien käytön onnistuneisuuden arviointi

Tutkimuksessa erityisen tarkastelun kohteeksi valittiin seuraavat toiminnot: 1) varaston tavaraluettelon tarkasteleminen, 2) tavaran noutaminen, 3) tavaran jättäminen varastoitavaksi, sekä 4) järjestelmässä olevien tavaroiden varastointitietojen muokkaaminen. Seuraavassa arvioidaan kunkin toimintokokonaisuuden onnistuneisuutta tehdyn käytettävyydetutkimuksen tulosten perusteella.

Varaston tavaraluettelo osoittautui testissä helposti ymmärrettäväksi kokonaisuudeksi, jonka sisältämät tiedot käyttäjien oli vaivatonta sisäistää. Luettelo sisältää pakkausten tunniste-, kuvaus-, paino-, varastointi- ja kuvatiedot. Yksi luettelon rivi vastaa yhtä varastoituna olevaa pakkausta. Käyttäjät osasivat liikkua luettelossa sujuvasti ymmärtäen siirtymämahdollisuudet sivu kerrallaan ylös- tai alaspäin, tai kokonaan luettelon alkuun tai loppuun. Myös luettelon perinteinen Etsi-toiminnallisuus oli helposti havaittavissa, ja sitä käytti jokainen testiin osallistunut käyttäjä. Hieman haastavampi osuus luettelon tarkastelussa oli suodatus- ja lajittelutoimintojen käyttö, joka edellytti toiminnallisuuden tunnistamista luettelon otsikkorivin soluissa. Toiminnot löytäneet käyttäjät sinänsä käyttivät toimintoja sujuvasti.

Tavaroiden noutaminen varastosta ei tuottanut yhdellekään käyttäjälle vaikeuksia. Käyttäjät ymmärsivät heti toimintojen "Nouda" merkityksen, ja löysivät nopeasti painikkeen, jolla tavaran nouto varastosta käynnistyy. Käyttäjät myös maltoivat hyvin odottaa tavaran saapumista nouto- ja palautuspisteelle. Noudon aikana näytöllä esitettävää noutoajan indikaattoria keuhuttiin hyvänä suunnitteluratkaisuna.

Tavaroiden jättämisessä varastoitavaksi havaittiin muutamia käytettävyysoongelmia. Merkittävin havaituista ongelmista oli käyttäjien vaikeus tunnistaa pakolliset kentät, joiden täyttäminen on edellytys tavarantoiminnan hyväksytylle varastoimiselle. Tässä yhteydessä havaittiin myös tietojen syöttämisessä turha vaihe, jossa käyttäjän tulee avata pakollinen syötekenttä kenttää koskettamalla, kun kenttä voitaisiin aivan yhtä hyvin tarjota käyttäjälle valmiiksi avattuna, näppäimistöfokus syötekenttään asetettuna. Sinänsä jättämiseen liittyvää näytöllä esitettävää ohjeistusta pidettiin riittävänä. Myös puuttuvista tiedoista näytöllä annetut ilmoitukset riittivät ohjaamaan käyttäjät tavoiteltuun lopputilanteeseen.

Järjestelmässä olevien pakkausten tietojen muokkaaminen osoittautui oikeastaan testitehtävistä hankalimmaksi. Usea käyttäjä yritti päästä muokkaustilaan koskettamalla muutoksia kaipaavaa kohtaa (taulukon solua) varastoidut pakkaukset sisältävässä luettelossa. Käyttäjien avattua yksittäisen pakkauksen näkymän, jonka kautta muutokset on mahdollista tehdä, osalla vaikeutena oli havaita erillinen painike, jolla muokkaustila avataan. Tässä yhteydessä voitaisiinkin harkita toiminnallisuuden sijoittamista suoraan solutasolle. Osana ongelmaa oli myös kosketusnäytön koko: oikeaan alareunaan sijoitettu painike ei ensisilmäyksellä osunut käyttäjien katsekenttään, kun muutettava tieto oli sijoitettuna näytön vasempaan yläreunaan.

6.3 Muita huomioita

Löydetyistä käytettävyysongelmista huolimatta käyttöliittymästä saatiin paljon positiivista palautetta ja siten tukea korkean tason käyttöliittymäsuunnitteluratkaisuille. Käyttöliittymä oli esimerkiksi hyvin eri pituisten käyttäjien käytettävissä (testikäyttäjien pituuden vaihteluväli oli 160-185 cm). Käyttöliittymän käytössä ei myöskään havaittu eroa esim. silmälasienkäyttäjien ja normaalinäköisten käyttäjien välillä.

Käyttöliittymän kehittäjiä kiinnosti myös tieto siitä, kuinka hyvin käyttöliittymä on aiemmilla käyttökokemuksiltaan eroavien käyttäjien käytettävissä. Tehdyn tutkimuksen perusteella vaikuttaa siltä, että käyttöliittymän perussuunnitteluratkaisut tukevat niin aloittelijoiden kuin enemmän käyttäneidenkin käyttäjien tarpeita. Toki kokemus tuli joissain

asioissa ilmi, kuten siinä, että kokeneet tietokoneenkäyttäjät osasivat etsiä tietynlaisia toimintoja (esim. suodatukset) aloittelijoita helpommin ja selviytyivät siten osasta testitehtäviä sujuvammin. Toisaalta kokeneemmat käyttäjät odottivat käyttöliittymältä joitain toimintoja, joita se ei sisältänyt (esim. raahaus). Kokeneemmat käyttäjät olivat myös malttamattomampia toimintojen käyttäjiä, mikä tuli esiin esim. helpommassa turhautumisessa kosketusnäytön heikkoon reagointiin.

6.4 Ohjesääntöjä jatkosuunnittelun ja -testauksen tueksi

Tässä tutkimuksessa saatujen tutkimustulosten perusteella nyt tutkitun tuotteen, ja ylipäätään kosketusnäyttöjen, suunnittelun ja testauksen tueksi on muodostettavissa muutamia tärkeitä ohjesääntöjä, joita noudattamalla ja testauksessa huomioimalla tuotteen käytettävyyden huomioinnissa ollaan oikealla tiellä. Nämä ohjesäännöt esitetään seuraavassa.

1. Varmista painikkeiden ja ylipäätään kosketusalueiden riittävä koko sekä riittävä etäisyys toisistaan. Kiinnitä asiaan erityistä huomiota painikeryhmien, kuten näppäimistön tai luettelomaisesti esitettävien painikkeiden kohdalla.
2. Erotta kaikki toiminnalliset alueet selkeästi visuaalisesti kosketukseen reagoimattomista alueista. Huomioi yhteneväinen esiintuontitapa käyttöliittymän kattavasti.
3. Anna käyttäjälle selkeä, välitön palaute toiminnallisen alueen koskettamisesta. Palaute voi olla kontekstista riippuen visuaalinen (esim. painallusefekti, alueen värin vaihtuminen) auditiivinen tai haptinen.
4. Huomioi kosketusnäytön koko ja hahmottaminen toimintojen sijoittelussa. Sijoita staattinen toiminnallisuus (esim. sijaintinsa eri näkymissä säilyttävät navigointitoiminnot) ääreisalueille, keskeisin toiminnallisuus keskialueelle.
5. Pyri sijoittamaan yleisimmin peräkkäin käytettävät toiminnot toistensa läheisyyteen. Vältä suuria liikkeitä vaativia siirtymiä, jotka rasittavat käyttäjää (käden liike) ja peittävät näkyvyyttä näytön tapahtumiin.
6. Huolehdi ohjeista ja niiden täsmällisyydestä.
7. Hyödynnä vakiintuneita käyttötapoja ja toimintamalleja, mukaan lukien keskeisimmät oikotietoiminnot. Muista yhteneväisyys.
8. Testaa kaikki ratkaisut kokonaisuutena todellisessa käyttöympäristössä ja -kontekstissa.

7. YHTEENVETO

Käytettävyys on olennainen osa menestyvää tuotetta. Parhainkin tuoteidea voi tulla sivuutetuksi, jos valmis tuote ei vastaa käyttäjien ajatusmaailmaa ja laatuodotuksia. Nykyisin käyttäjät ovatkin jo valmiiksi varsin valveutuneita tuotteiden käytettävyysvaatimusten osalta: vain toimivat, käytettävät tuotteet menestyvät.

Tietoisuus käyttäjien kasvaneista käytettävyysvaatimuksista on osaltaan tuonut käytettävyyden yhä useammin osaksi tuotteiden suunnitteluprosessia jo varhaisvaiheesta asti. Käytettävyyden huomiointi suunnitteluprosessin alusta asti vähentää merkittävästi riskiä huomaamatta jäävistä vakavista suunnitteluvirheistä, jotka saattaisivat realisoituessaan valmiin tuotteen käytössä merkitä jopa tuotteen käyttökelvottomuutta. Voidaankin sanoa, että mitä varhaisemmassa vaiheessa mahdolliset ongelmat havaitaan, sitä halvemmaksi niiden korjaaminen tulee.

Tämän tutkielman empiirisen tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää käytettävyystutkimuksen keinoin erään suurelle kosketusnäytölle suunnitellun kosketusnäyttökäyttöliittymän varhaisvaiheessa tehtyjen suunnitteluratkaisujen onnistuneisuutta käytettävyyden näkökulmasta. Erytishuomion kohteiksi asetettiin määrätty joukko kriittisesti käyttöliittymän toimintalogiikan hahmottamiseen ja konkreettiseen käyttöön vaikuttavia osa-alueita, jotka olivat: yleinen rakenne ja navigointi, toimintatapojen tunnistaminen, toiminnan onnistuminen sekä käytön miellyttävyys. Lisäksi arvioitavana oli joukko järjestelmän merkittävimpiä toimintokokonaisuuksia. Tutkimusmenetelmäksi valikoitui käytettävyystestaus yhdistettynä käyttäjätyytyväisyyslomake-tutkimukseen ja haastatteluihin. Tutkimus suoritettiin testaamalla käyttöliittymän toiminnallista prototyyppiä todellisessa käyttöympäristössä.

Suoritetuissa käytettävyystesteissä havaittiin yhteensä kahdeksantoista käytettävyysongelmaa, joista yksi luokiteltiin käytettävyyskatastrofiksi, kahdeksan vakaviksi käytettävyysongelmiksi, kaksi vähäisiksi käytettävyysongelmiksi ja seitsemän kosmeettisiksi käytettävyysongelmiksi. Havaitut ongelmat kuvattiin ja niiden ratkaisemiseksi esitettiin parannusehdotukset.

Saadut tutkimustulokset vahvistavat kuvaa käytettävyyden huomioon merkityksestä tuotekehityksen varhaisvaiheesta asti. Tehdyssä tutkimuksessa havaittiin merkittävä joukko sellaisia ongelmia, jotka saattaisivat valmiissa tuotteessa muodostua esteeksi tuotteen menestymiselle. Tässä vaiheessa havaituiksi tultuaan ongelmat ehditään vielä korjata ennen tuotteen lopullista toteutusta.

Vaikka käytettävyydestit toivat esiin vakavia käytettävyyso ongelmia, antoivat ne toki toisaalta myös paljon positiivista palautetta tehdyistä korkean tason käyttöliittymäsuunnitteluratkaisuista. Testien perusteella käyttöliittymäkonsepti on selkeä ja helposti opittavissa myös kokemattomien käyttäjien osalta.

Saatujen tutkimustulosten pohjalta muodostettiin lopuksi ohjeisto, jota voidaan hyödyntää nyt tutkitun tuotteen tai minkä tahansa muun kosketusnäyttö-käyttöliittymän suunnittelun ja testauksen tukena. Tämän tutkimuksen pohjalta näistä ohjeista tärkeimmäksi nousee kokonaisuuden tarkastelun tärkeyden esiintuova ohje: "Testaa kaikki ratkaisut kokonaisuutena todellisessa käyttöympäristössä ja -kontekstissa." Muutoin vaarana on aikaansaada tuote, joka on – kuten käytettävyyden kontekstisidonnaisuuden yhteydessä todettiin – vähemmän kuin osiensa summa.

8. LOPPUSANAT

Tämä tutkielma on muodostunut rivi riviltä, luku luvulta, pitkäkestoisena prosessina usean vuoden aikana, ja tutkielman empiirinen osa toteutettiin jo kauan ennen tutkielman julkaisuhetkeä. Saadut tutkimustulokset hyödynnettiin tosiasiallisesti heti valmistumisensa jälkeen käyttöliittymäsuunnittelun tukena, ja lopputulos on nähtävissä nykyisin huomattavasti monipuolistuneessa ja tarkentuneessa muodossa eräässä kaupallisessa, hyvin tunnetun brändin käytettävyydestäänkin palkitussa, tuotteessa. Mainittakoon parannuksista erikseen, että kosketusnäyttö vaihdettiin tarkoitusta paremmin vastaavaan malliin kehitystyön edetessä. Tulosten muovautuminen tutkielmamuotoon on viivästynyt lukuisista syistä, mutta nyt viimein valmistuttuaan esitetyt tutkimustulokset ovat sinänsä edelleen oiva muistutus siitä pohjatyöstä, joka nykytilanteeseen pääsemisen eteen on systemaattisesti ja pitkäjänteisesti tehty. Käytettävyys on huomioitu arvioidun tuotteen kehityskulussa alusta asti.

Tämä tutkielma on valmistuessaan ennen kaikkea kunnianosoitus tutkimuksen kohteena olleen järjestelmän keksijälle, joka valitettavasti ei ole enää keskuudessamme tutkielman valmistuessa. Hän näki visionääriä käytettävyyden merkityksen tuotekehityksessä ja halusi käyttäjien huomioinnin näkyvän tuotteessa aina. Hän myös halusi tämän tutkielman valmistuvan, vaikka sitten pitemmänkin ajan kanssa. Olen hänelle ikuisesti kiitollinen kannustuksesta ja asiaan perehtymiseen motivoimisesta sekä tietenkin siitä luottamuksesta, että olen saanut tehdä paitsi tämän tutkimuksen, myös alusta asti vastata tuotteen käyttöliittymä- ja käytettävyysuunnittelusta. Kiitos tästä – ja kaikesta.

Tämä tutkielma on kaikella ylpeydellä sinulle, Sami. <3

*Somewhere over the rainbow, skies are blue.
And the dreams that you dare to dream,
really do come true.
(Harburg, 1939)*

LÄHTEET

- Albinsson P.-A. & Zhai, S. (2003). High Precision Touch Screen Interaction. CHI 2003, Volume 5, Issue 1. pp. 105-112.
- Barnum, C. M. (2010). Usability testing essentials: ready, set -- test!
<http://www.nortonaudio.com/Ficheiros/Usability/012375092X.pdf> (luettu 15.3.2011)
- Benko, H. & Wilson, A. D. (2006). Precise selection techniques for Multi-Touch Screens. CHI 2006 Proceedings, Montreal, Québec, Canada. pp. 1263-1272.
- Buxton, B. (2011). Multi-Touch Systems that I Have Known and Loved.
<http://www.billbuxton.com/multitouchOverview.html> (luettu 9.3.2011)
- Dicks, R. S. (2002). Mis-usability: on the uses and misuses of usability testing. Proceedings of the 20th annual international conference on Computer documentation. ACM Press, New York. pp. 26-30.
- Downs, R. (2005). Using resistive touch screens for human/machine interface. Analog Applications Journal 3Q, Texas Instruments, Dallas. pp. 5-9.
<http://focus.ti.com/lit/an/slyt209a/slyt209a.pdf> (luettu 15.3.2011)
- Dumas, J. S. & Loring, B. A. (2008). Moderating usability tests: principles and practice for interacting. Morgan Kaufmann/Elsevier, Amsterdam.
- Elo TouchSystems (2011).
www.elotouch.com/Technologies/IntelliTouch/default.asp (luettu 9.3.2011).
- Gould, J. D. & Lewis, C. (1985). Designing for usability: key principles and what designers think. *Communications of the ACM* 28:3, March 1985, pp. 300-311.
- Greenstein, J. S. (1997). Pointing Devices. In: Helander, M. G., Landauer, T. K. & Prabhu P. V. (edit., 1997). Handbook of Human-Computer Interaction. Elsevier Science B.V. pp. 1317-1348.

Haakana, K. (2002). Kämmentietokoneet yrityskäytössä. Tietokone 4B/2002.
http://www.tietokone.fi/lehti/tietokone_4b_2002/kammenmikrot_yrityskayt_ossa_4255 (luettu 10.3.2011)

Hackos, J. T. & Redish J. C. (1998). User and task analysis for interface design. John Wiley & Sons, New York.

Harburg, E. Y. (1939). Somewhere over the rainbow.
<http://www.metrolyrics.com/over-the-rainbow-lyrics-judy-garland.html>
(luettu 25.5.2015)

Holzinger, A. (2003). Finger Instead of Mouse: Touch Screens as a Means of Enhancing Universal Access. In: Carbonell, N & Stephanies C. (edit., 2003). User Interfaces for All. LNCS 2615. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. pp. 387-397.

Hsu, A. (2009). Choosing a touch technology for handheld-system applications. Electronics Design Strategy, January 8, 2009.
http://www.edn.com/article/459213-Choosing_a_touch_technology_for_handheld_system_applications.php (luettu 9.3.2011)

Kuutti, W. (2003). Käytettävyys, suunnittelu ja arviointi. Talentum, Helsinki.

Murphy, R. T. & Appeal, L. R. (1978). Evaluation of the PLATO IV computer-based education system on the community college. SIGCUE Outlook, Vol 12, Issue 1. pp. 12-28.

Nichols, S. J. V. (2007). New Interfaces at the Touch of a Fingertip. Computer, Volume 40, Issue 8. pp. 12-15.

Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Academic Press, Inc.

Nielsen, J. & Norman, D. A. 2010, 'Gestural interfaces: a step backward in usability', Interactions, Vol 17, No. 5. pp. 46-49.

Olwal, A, Feiner, S. & Heyman, S. (2008). Rubbing and tapping for precise and rapid selection on Touch-Screen Displays. CHI 2008 Proceeding, April 5-10, Florence Italy.

Ovaska, S., Aila, A. & Majaranta, P. (2005). Johdatus käytettävyytutkimukseen. Teoksessa: Ovaska, S., Aila, A. & Majaranta, P. (toim. 2005). Käytettävyytutkimuksen menetelmät. Raportti B-2005-1, Tietojenkäsittelytieteiden laitos, Tampereen yliopisto. s. 1-16,

Pickering, J. A. (1986) Touch-sensitive screens: the technologies and their application. *International Journal on Man-Machine Studies* 25:3, 249-269.

Potter, R. L., Weldon, L. J. & Shneiderman, B. (1988). Improving the accuracy of touch screens: an experimental evaluation of three strategies. CHI '88. 27-32.

Rubin, J. (1994). *Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests*. John Wiley & Sons. New York.

Rubin, J. & Chisnell, D. (2008). *Handbook of Usability Testing*. Wiley Pub, Indianapolis.

Schöning, J., Brandl, P., Daiber, F., Echtler, F., Hilliges, O., Hook, J., Löchtefeld, M., Motamedi, N., Muller, L., Olivier, P., Roth, T. & von Zadow, U. (2008). *Multi-Touch Surfaces: A Technical Guide*. Technical Report TUM-I0833, Technical Reports of the Technical University of Munich.

Sears, A. & Shneiderman, B. (1990?). High Precision Touchscreens: Design Strategies and Comparisons with a Mouse. *International Journal of Man-Machine Studies*, Volume 34, Issue 4. pp. 593-613.

Sharp, H., Rogers, Y. & Preece, J. (2007). *Interaction design: Beyond Human-Computer Interaction*. John Wiley & Sons, West Sussex.

Shneiderman, B. (1991). <http://hcil2.cs.umd.edu/trs/91-02/91-02.pdf>

Shneiderman, B. (1992). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc.

Sinkkonen, I., Kuoppala H., Parkkinen, J. & Vastamäki, R. (2006). Käytettävyyden psykologia. Edita, Helsinki.

Sun, X., Plocher T. & Qu, W. (2007). An empirical study on the smallest comfortable button/icon size on touch screen. UI-HCII'07: Proceedings of the 2nd international conference on Usability and internationalization. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg. pp. 615-621.

Suomen standardoimisliitto (2000). Tietotyön ergonomia: Yleisperiaatteet, kalusteet ja työasema, ohjelmistot ja laitteet. SFS-käsikirja 72. Suomen standardoimisliitto.

The Economist (2008). Touching the Future. 4.9.2008. <http://www.economist.com/node/11999181> (luettu 9.3.2011)

Waloszek, G. (2000). Interaction Design Guide for Touchscreen Applications. <http://www.sapdesignguild.org/goodies/TSDesignGL/TSDesignGL.pdf> (luettu 15.3.2011)

Wigdor, D, Williams, S., Cronin, M., Levy, R., White, K., Mazeev, M. & Benko, H. (2009). Ripples: Utilizing Per-Contact Visualizations to Improve User Interaction with Touch Displays. UIST'09, October 4-7, Victoria, British Columbia, Canada. pp. 3-12.

Taustatiedot

1. Miten arvioit itseäsi tietokoneenkäyttäjänä?

- Asiantuntija
- Tottunut
- Satunnaiskäyttäjä
- Aloittelija

2. Oletko käyttänyt kosketusnäytöllistä käyttöliittymää aiemmin?

- Kyllä, usein.
- Kyllä, satunnaisesti.
- Kyllä, olen käyttänyt kerran / muutamia kertoja.
- En ole käyttänyt kosketusnäytöllistä käyttöliittymää aiemmin.

3. Jos olet aiemmin käyttänyt kosketusnäytöllistä käyttöliittymää, millä seuraavista tavoista kosketus on käyttämässäsi kosketusnäytössä/käyttämässäsi kosketusnäytöissä toteutettu?

- Suora kosketus sormella/sormilla kosketusnäyttöön.
- Kosketus välineellä (esim. kosketuskynä) kosketusnäyttöön.

4. Jos olet aiemmin käyttänyt kosketusnäytöllisiä käyttöliittymiä, millaisissa laitteissa niitä olet käyttänyt?

- Laitteissa, joissa on pieni kosketusnäyttö (esim. matkapuhelin, PDA-laite, kopiokone.)
- Laitteissa, joissa on keskisuuri tai suuri kosketusnäyttö (esim. kannettava tietokone, informaatiokioski).

5. Onko sinulla todettu värien näkemiseen liittyviä rajoitteita?

- Kyllä.
- Ei.

6. Onko sinulla todettu näöntarkkuuteen liittyviä rajoitteita?

- Kyllä.
- Ei.

7. Onko sinulla todettu hämärä- ja/ tai valoadaptaatioon liittyviä rajoitteita?

Kyllä.

Ei.

8. Onko sinulla todettu näkökenttään liittyviä rajoitteita?

Kyllä.

Ei.

9. Käytätkö käytettävyydestin suorittamisen aikana silmälaseja tai piilolinssejä?

Kyllä, silmälaseja.

Kyllä, piilolinssejä.

En.

10. Kuinka pitkä olet (cm)? _____

Henkilötiedot

Nimi: _____

Sähköpostiosoite: _____

Syntymävuosi: _____

Ammatti: _____

Kiitos vastaamisesta!

Antamiasi tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisina.

Nimi: _____

Arvioi testattua käyttöliittymää kokonaisuutena.

	<i>Täysin eri mieltä</i>			<i>Täysin samaa mieltä</i>	
	1	2	3	4	5
Näkymien ulkonäkö oli miellyttävä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Palvelun käyttö oli helppo oppia.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Toiminnot olivat hyvin löydettävissä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tiesin aina missä olen ja miten palaan takaisin alkuun.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Palvelussa käytettiin minulle vieraita sanoja tai ilmaisuja.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Opastus sivuilla oli riittävää.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sain tehtyä pyydetyt tehtävät helposti.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Painikkeet erottuivat selkeästi ja niihin osuminen oli helppoa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kirjoittaminen kosketusnäytöllä oli vaikeaa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Mitä toimintoja tai ominaisuuksia jäit palvelussa kaipaamaan?

Kiitos vastaamisesta!