

TEKNILLINEN KORKEAKOULU  
Informaatio- ja luonnontieteiden tiedekunta

Anne Myller

KÄYTTÖLIITTYMÄELEMENTTIEN VALINTA  
KOSKETUSNÄYTÖLLE

Kandidaatintyö

Espoo 5.5.2009

Työn ohjaaja:

TkL Sirpa Riihiaho

Tekijä: Anne Myller		
Työn nimi: Käyttöliittymäelementtien valinta kosketusnäytölle		
Päivämäärä: 5.5.2009	Kieli: Suomi	Sivumäärä: 4+30
Tutkinto-ohjelma: Informaatioverkostot		
Vastuupettaja: Prof. Riitta Smeds		
Ohjaaja: TkL Sirpa Riihiaho		
<p>Tämä kirjallisuuskatsaus käsittelee käyttöliittymäelementtien valintaa perinteiselle kosketusnäytölle, joka ei sisällä kiinteitä nappeja, erillisiä osoitinlaitteita tai useaa kosketusta tukevaa teknologiaa (<i>engl. multitouch</i>). Samalla esille nousevat kosketusnäytön erityispiirteet ja sille sopivat käyttötavat, jotka liittyvät oleellisesti käyttöliittymäsuunnitteluun.</p> <p>Kosketusnäytöt sopivat parhaiten noviisikäyttäjille, jotka eivät saa erillistä opastusta järjestelmän käyttöön. Näin myös käyttöliittymien tulee olla yksinkertaisia ja helppokäyttöisiä. Erilaisia elementtejä tulee käyttää harkiten, sillä selkeimmän lopputuloksen saa virtuaalinäppäimillä ja niihin perustuvilla valikoilla ja välilehdillä. Lisäksi voidaan käyttää tarpeen mukaan näppäimistöjä, listoja ja taulukoita. Sen sijaan vierityspalkkeja, pudotusvalikoita, puurakenteita ja moni-ikkunointia tulee välttää.</p> <p>Kosketusnäytöstä puuttuu näppäintuntuma, eli virtuaaliset näppäimet eivät anna tuntopalautetta kuten fyysiset napit. Tämä pitää huomioida käyttöliittymäsuunnittelussa tarjoamalla riittävästi reaaliaikaista palautetta joko visuaalisesti, auditiivisesti tai haptisesti. Parhaassa tapauksessa voidaan palautetta antaa moniaistisesti yhdistämällä näitä palautemuotoja.</p> <p>Työn lopussa verrataan kirjallisuuskatsauksen tuloksia ja Lumia oy:n kosketusnäyttökäyttöliittymiä. Vertailussa todetaan, että teoria ja käytäntö pääsääntöisesti vastaavat toisiaan, mutta käytössä oleva teknologia rajoittaa joidenkin suositeltavien ominaisuuksien, kuten tuntopalautteen, käyttöä.</p>		
Avainsanat: Kosketusnäytöt, käyttöliittymät, käyttöliittymäelementit, virtuaalinäppäimet, moniaistinen palaute		

## Esipuhe

Olen tutustunut kosketusnäyttöihin noin vuosi sitten astuessani Lumia oy:n palvelukseen. Tämän jälkeen olen nähnyt niitä yhä useammassa paikoissa: puhelimissa, kaukosäätimissä, auditorioissa ja ravintoloissa. Silti ihmiset näyttävät perin kummastuneilta, kun sanon työkseni suunnittelevani käyttöliittymiä kosketusnäyttöihin.

Kosketusnäytöt mielletään edelleen teknisiksi laitteiksi, joita suunnittelevat insinöörit ja käyttävät ammattilaiset tai asiaan vihkiytyneet harrastajat. Niitä käytetään niiden käyttöliittymästä huolimatta. Valitettavan usein käyttöliittymä todellakin on järjestelmän kehnoin osa, joka on syntynyt toiminnallisuuden sivutuotteena. Väitteen ei voi enää sanoa olevan täysin kattava, sillä matkapuhelimissa käytettävyyteen ja kuluttajaystävällisyyteen on jo panostettu Applen iPhone'n menestyksen innoittamana. Toivottavasti suuntaus leviää myös muihin kosketusnäytöllisiin tuotteisiin.

Tutkielmaani aloittaessani halusin tietää, paljonko käyttöliittymätutkimusta on tehty kosketusnäyttöjen lähtökohdista. Aihe on haastava, laaja ja polveileva, joten haluan kiittää rajaamisavusta ohjaajaani Sirpa Riihiähoa ja professori Marko Niemistä. Iso kiitos heille kuuluu myös tuesta lähteiden etsinnässä. Lisäksi haluan kiittää Sirpaa tunnollisesta neuvomisesta ja rakentavan palautteen antamisesta.

Otaniemi, 5.5.2009

Anne Myller

# Sisältö

<b>Tiivistelmä</b>	<b>ii</b>
<b>Esipuhe</b>	<b>iii</b>
<b>Sisällysluettelo</b>	<b>iv</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2 Kosketusnäyttö</b>	<b>2</b>
2.1 Yleistä . . . . .	2
2.2 Kosketusnäytön vahvuudet . . . . .	2
2.3 Kosketusnäytön rajoitteet . . . . .	4
<b>3 Käyttöliittymäelementtien valinta</b>	<b>7</b>
3.1 Yleistä käyttöliittymäelementeistä . . . . .	7
3.2 Kosketusnäytölle sopivia käyttöliittymäelementtejä . . . . .	7
3.2.1 Näppäimet . . . . .	8
3.2.2 Valikot ja välilehdet . . . . .	9
3.2.3 Näppäimistöt vain satunnaiseen käyttöön . . . . .	11
3.2.4 Listat . . . . .	12
3.2.5 Muita sopivia käyttöliittymäelementtejä . . . . .	14
3.3 Kosketusnäytöllä vältettäviä käyttöliittymäelementtejä . . . . .	14
<b>4 Palautteen antamisessa huomioitavaa</b>	<b>17</b>
4.1 Näppäintuntuman puuttuminen pitää huomioida . . . . .	17
4.2 Moniaistinen palaute helpottaa käyttöä . . . . .	18
<b>5 Omia kokemuksia</b>	<b>19</b>
5.1 Käytännön rajoituksia . . . . .	19
5.2 Näppäimet ovat kaiken perusta . . . . .	20
5.3 Valikot ja välilehdet . . . . .	22
5.4 Muut käyttöliittymäelementit . . . . .	23
5.5 Epäsopivia käyttöliittymäelementtejä on helppo välttää . . . . .	24
<b>6 Pohdinta ja yhteenveto</b>	<b>26</b>
<b>Viitteet</b>	<b>29</b>

# 1 Johdanto

Kosketusnäyttöjen käyttö lisääntyy jatkuvasti ja niitä käytetään mitä erilaisimmissa järjestelmissä aina matkapuhelimista auditorio-ohjauksiin. Varsinkin ammattikäytössä kosketusnäytöt ovat olleet pitkään mukana esimerkiksi kassajärjestelmissä ja raskaan teollisuuden ohjauslaitteissa. 2000-luvulla ne ovat yleistyneet myös kuluttajille suunnatuissa infokioskeissa, kämmentietokoneissa ja matkapuhelimeissa, joten nykyään kosketusnäytön käyttö on tuttua suurelle osalle väestöstä.

Tämän työn tavoite on selvittää, millaisia tutkimuksia kosketusnäyttöjen käyttöliittymäsuunnittelusta on aiemmin tehty ja koostaa niiden pohjalta pienimuotoinen ohjeistus käyttöliittymäelementtien valintaan. Kyseessä on siis kirjallisuuskatsaus, joka ei sisällä uutta aineistoa, vaan pyrkii jäsentämään olemassaolevaa tutkimustietoa uudelleen kokonaisuudeksi. Rajaan aiheen perinteisiin sormella käytettäviin kosketusnäyttöihin, jotka rekisteröivät vain yhden painalluksen kerrallaan. Luonnollisesti monet ohjeista pätevät myös kynällä käytettäviin ja monikosketusnäyttöihin, mutta niiden erityisvaatimuksia ja -mahdollisuuksia ei tässä työssä käsitellä.

Rakenteeltaan tämä työ on neliosainen: Aluksi esittelen luvussa 2 kosketusnäytön erityispiirteineen ja sen käyttötapoja, jotta laitteen hyvät ja huonot puolet muihin käyttöliittymiin verrattuna tulevat esiin. 3. luvussa esittelen käyttöliittymäelementtejä, joita hyödynnetään perinteisissä tietokonekäyttöliittymissä. Elementtejä tarkastellaan erityisesti niiden kosketusnäyttösoveltuvuuden kannalta sopiviin ja sopimattomiin jaotellen. Luvussa 4 esitän lisähuomioita, joissa yhdistyy kahdessa aiemmassa luvussa esille nousseita asioita. Luvun tarkoitus on korostaa juuri kosketusnäyttösuunnittelussa huomioitavia erikoisuuksia, jotka vaikuttavat oleellisesti käyttäjän ja kosketusnäytön välisen vuorovaikutuksen sujuvuuteen. Lopuksi reflektoin tämän työn tuloksia omaan kokemuksiini kosketusnäyttökäyttöliittymien suunnittelusta Lumia oy:n palveluksessa, sekä esitän joitain johtopäätöksiä ja jatkotutkimuksia tulevalle tutkimukselle.

## 2 Kosketusnäyttö

Tässä luvussa esittelen, millaisia nykyiset kosketusnäytöt ovat ja annan esimerkkejä niiden erilaisista käyttötarkoituksista. Lisäksi vertailen käyttöliittymien kannalta kosketusnäytön suomia mahdollisuuksia perinteisiin näytön ja erillisten hallintalaitteiden, kuten näppäimistön ja hiiren, tarjoamiin mahdollisuuksiin.

### 2.1 Yleistä

Kosketusnäyttö on näyttö, joka tunnistaa kosketuksen pinnallaan (Rogers et al., 1994, s. 218). Kosketuksen paikantamiseen käytetään useita eri tekniikoita, mutta käyttäjälle niiden tuntemisella ei ole merkitystä, sillä kaikki tekniikat toimivat näennäisesti samalla tavalla. Näyttö rekisteröi kosketuksen sijainnin ja keston, sekä mahdollisesti muita siihen liittyviä määreitä, kuten voimakkuuden. Osa kosketusnäyttöistä tunnistaa yhtä aikaa useamman kuin yhden kosketuspisteen ja niiden välisen liikkeen (*engl. multitouch*), jolloin ohjausmahdollisuudet monipuolistuvat merkittävästi (Vaughan-Nichols, 2007).

Kosketusnäyttöä käytetään joko sormella tai kynän kaltaisella osoittimella, jolla kosketuksen pinta-ala on sormea selvästi pienempi (Shneiderman, 1998, s. 318). Yleensä käyttöliittymä optimoidaan joko sormella tai osoittimella käytettäväksi, mutta useimpia niistä voi käyttää molemmilla tavoilla. Tutkimusta on tehty myös kahden käden käyttöliittymästä, jossa käyttäjän vahvempi käsi käyttää osoitinta ja heikompi täydentää käyttöä sormella (Yee, 2004).

Kosketusnäyttökäyttöliittymä toimii pääasiallisesti näytön kautta käytävän vuorovaikutuksen avulla (Shneiderman, 1998, s. 318). Käyttöliittymä voi hyödyntää myös näytön ulkopuolella sijaitsevia fyysisiä nappeja, mutta rajaan tällaiset ratkaisut tämän tutkielman ulkopuolelle. Tässä työssä kosketusnäyttökäyttöliittymää käytetään vain näytön kautta ilman erillisiä hiiriä, näppäimistöjä tai muita ohjauslaitteita.

Kosketusnäyttöjä käytetään nykyään monissa yhteyksissä. Pienimpiä kosketusnäyttöjä käytetään matkapuhelimissa ja kämmentietokoneissa, suurempia informaationäyttöinä esimerkiksi museoissa, sekä ohjauspaneelina kassoilla, teollisuudessa ja auditoriotiloissa. Näin ollen näyttöjen koko, laatu ja ominaisuudet vaihtelevat merkittävästi käyttötarkoituksen mukaan.

### 2.2 Kosketusnäytön vahvuudet

Kosketusnäytöllä on monia etuja perinteisempiin käyttöliittymiin verrattuna, kun sitä hyödynnetään sille sopivissa käyttökonteksteissa. Tällaisia ovat muun muassa julkiset infokioskit, museot ja kirjastot, sekä muut nopeaa järjestelmän omaksumista vaativat käyttötilanteet, joissa käyttäjä joutuu itse kokeilemalla opettelemaan yksinkertaisen järjestelmän käytön. Tämän jälkeen käyttäjä ei välttämättä käytä samaa järjestelmää uudestaan, joten sen opetteluun tulee olla todella nopeaa ja help-

poa ollakseen kannattavaa (Rogers et al., 1994, s. 218). (Shneiderman, 1998, 1991; Albinsson ja Zhai, 2003.)

Kosketusnäytöissä vuorovaikutus on mahdollimman suoraa, sillä kohteiden valinta näytöltä tapahtuu niitä koskettamalla (Albinsson ja Zhai, 2003). Tällainen käytötapa muistuttaa läheisesti perinteisiä nappeja ja kytkimiä, jotka edelleen muodostavat tärkeimmän osan näytöttömien laitteiden käyttöliittymistä. On mahdollista, että yhtäläisyyden perusteella käyttäjä jopa rinnastaa kosketuskäyttöliittymän enemmän perinteiseen puhelimeen, soittimeen tai vastaavaan laitteeseen kuin tietokoneeseen. Toisaalta kosketusnäytön ulkoasu ja mahdollisesti näkyvillä oleva keskusyksikkö viittaavat laitteen olevan tietokone, joka toimii tietokoneille tutun käyttölogiikan mukaisesti. Epätietokonemainen käytötapa kannattaa huomioida käyttöliittymän toimintatapaa ja siinä käytettäviä metaforia suunnitellessa, ettei käyttäjä muodosta ristiriitaisia odotuksia. Varsinkin lasten ja muiden tietotekniikkaan totuttomien henkilöiden käyttökokemusta kuitenkin helpottaa kosketusnäytön hiirtä ja näppäimistöä helpompi koordinaatio silmän ja käden välillä (Shneiderman, 1991). Kosketusnäyttö myös säästää tilaa, sillä sen lisäksi ei tarvita muita hallintalaitteita (Rogers et al., 1994, s. 218; Shneiderman, 1991; Albinsson ja Zhai, 2003).

Kosketusnäyttökäyttöliittymät ovat nopeita oppia ja käyttää (Rogers et al., 1994, s. 218). Shneiderman (1991) jopa väittää kosketusnäytön olevan erilaisista osoitinlaitteista kaikkein nopein käyttää. Lisäksi kosketusnäytöt ovat kestäviä yleisissä päätteisissä (Shneiderman, 1991). Nämä ominaisuudet tekevät kosketusnäytöistä erityisen sopivia paikkoihin, joissa käyttäjät vaihtuvat usein, eivätkä ole rutinoituneita järjestelmän käyttöön. Tällaisissa tilanteissa käyttö myös on yleensä lyhytaikaista, joten käyttäjä ei väsy käden koholla pitämiseen. (Waloszek, 2000.)

Kosketuskäyttöliittymä soveltuu hyvin myös heiluvassa ympäristössä käytettäväksi, kuten Baldus ja Patterson (2008) ovat tutkimuksessaan todenneet. Jos näyttö ja sen kohteet ovat tarpeeksi suuria, on kosketusnäyttö hiirtä parempi vaihtoehto hankaliin ja liikkuviin käyttöympäristöihin. Tästä tiedosta lienee erityisen paljon hyötyä kulkuvälineissä ja urheillessa käytettäviä järjestelmiä suunnitellessa. Vaikka kyseisessä tutkimuksessa käytettiin toimisto-ohjelmia, ovat näissä tilanteissa tarvittavat järjestelmät mahdollisimman vähän huomiota vaativia ja yksinkertaisia käyttää, mikä myös tukee kosketusnäytön valintaa käyttöliittymään.

Lisäksi edistyneemmät kosketusnäytöt mahdollistavat aivan uudentyyppisiä vaihtoehtoja osoittimella tai sormella osoittamiselle. Kahdella tai useammalla sormella tehtävät liikkeet voivat toimia zoomina, vierityspalkkina ja erikoisklikkauksina, kuten Applen iPhonessa (kuva 1) (Vaughan-Nichols, 2007; Apple Inc., 2009). Sormen liikuttaminen näytön pinnalla sallii kohteiden raahaamisen sormella samaan tapaan kuin hiirellä siirretään kohteita perinteisissä tietokonekäyttöliittymissä. Kahden käden käyttöliittymä voi nopeuttaa käyttöä entisestään, kun osan helpommista osatehtävistä voi tehdä heikommalla kädellä vahvemman keskittyessä pikkutarkkoihin tehtäviin. Tulevaisuudessa kosketusnäytöt kehittynevät vielä paljon pidemmälle erilaisten kosketustapojen tunnistamisessa, jolloin niiden käyttömahdollisuudet laajenevat entisestään. (Yee, 2004.)



Kuva 1: Applen iPhonessa zoomaus toimii kahden sormen eleellä. Sen mahdollistaa multitouch-tekniikka (Apple Inc., 2009).

Useat yritykset ovat pitkään kehitelleet suuria kosketusnäyttöjä, jotka soveltuvat usean käyttäjän yhtäaikaiseen käyttöön, mutta tekniikan kalleuden vuoksi ne eivät ole ainakaan vielä yleistyneet (Vaughan-Nichols, 2007). Toisessa ääripäässä on Microsoftin kehittelemä NanoTouch-niminen kosketustekniikka, jossa kosketusherkkä pinta on näytön takana. NanoTouchin idea on kosketusnäyttöjen pienentäminen ilman, että kosketustarkkuus kärsii sormen peittäessä kohteen ja sen ympäristön. Tähän päästään heijastamalla takapintaa koskettavan sormen kuva näytölle sen sisällön alle kuten kuvassa 2, jolloin laite vaikuttaa lähes läpinäkyvältä. Sormen päähän voidaan vielä lisätä pieni osoitinpiste, jolloin kosketustarkkuus paranee ja näytöllä olevia kohteita voidaan pienentää. (Baudisch ja Chu, 2008.)

### 2.3 Kosketusnäytön rajoitteet

Kosketusnäytöllä on myös joitain rajoitteita näppäimistön ja hiiren käyttöön verrattuna. Nämä pitää huomioida sekä käyttöliittymää suunnitellessa että jo tarkoitukseen sopivaa teknologiaa valitessa, sillä kosketusnäyttö ei suinkaan ole sopivin ratkaisu jokaiseen tilanteeseen. Forlines et al. (2007) osoittavat kokeissaan, että hiiri olisi kosketusnäyttöä sopivampi ratkaisu järjestelmiin, joissa yksittäinen käyttäjä kommunikoi laitteen kanssa yksittäisillä valinnoilla (*engl. single point interaction*).

Varsinkin alussa kosketusnäytöt olivat hyvin epätarkkoja, jolloin virhepainalluksia kertyi paljon (Rogers et al., 1994, s. 218; Shneiderman, 1998, s. 317). Tekniikan parantuessa ongelma on kuitenkin helpottanut. Varsinkin siirtyminen painalluksen rekisteröintiin vasta käyttäjän hellittäessä kosketuksen auttaa välttämään virhepainalluksia verrattuna tekniikkaan, jossa painallus rekisteröidään heti näytön havai-





Kuva 2: Microsoftin NanoTouch-laitteissa kosketuspinta on näytön takana, jolloin käyttäjän sormi ei peitä valittavaa kohdetta (Baudisch ja Chu, 2008).

nessa painalluksen (Potter et al., 1988).

Nykytekniikalla on vaikeaa saada sormella käytettävästä kosketusnäytöstä hyvin pientä ja silti käytettävää, sillä käyttäjän sormenpään koko vaatii suurehkoa näppäinkokoa. Lisäksi käyttäjän sormi peittää osan näytöstä, mikä vaikeuttaa kohteen löytämistä ja siihen osumista. (Albinsson ja Zhai, 2003; Rogers et al., 1994, s.218). Ongelmia on pyritty ratkaisemaan muun muassa erilaisilla zoomaustekniikoilla, mutta ne vaikeuttavat kokonaisuuden hahmotettavuutta (Albinsson ja Zhai, 2003). Albinsson ja Zhai (2003) ovat myös tutkineet vaihtoehtoisia tapoja kosketustarkkuuden lisäämiseen, mutta kehitetyt virtuaalityökalut ovat liian monimutkaisia helppokäyttöisille järjestelmille. Niinpä pienikokoisissa kosketusnäytöissä tuleekin toistaiseksi ohuen kynän näköinen osoitin vakiovarusteena, jotta isosormisempikin käyttäjä pystyy riittävään kosketustarkkuuteen.

Kosketusnäytön sijoittaminen on normaalia näyttöä vaikeampaa, sillä käyttäjän tulee yltää siihen esteettömästi. Kosketusnäyttö pitää usein sijoittaa matalammalle kuin olisi pelkän katselun kannalta optimaalista (Shneiderman, 1991). Käyttäjän pitää myös päästä lähelle kosketusnäyttöä yltääkseen käyttämään sitä. Vaikka käyttäjä yltäisi näyttöön, väsyä hänen kätensä sitä enemmän, mitä kauempana ja korkeammalla näyttö hänen vartalonsa nähden sijaitsee. Käden ja hartiaseudun väsymisen takia kosketusnäyttö ei sovellukaan pitkäaikaiseen, intensiiviseen käyttöön. (Waloszek, 2000; Rogers et al., 1994, s. 218.)

Lisäksi kannattaa huomioida, että kosketusnäyttö likaantuu helposti (Waloszek, 2000; Rogers et al., 1994, s. 218), jolloin sen pitkäaikainen käyttö saattaa vaatia puhdistamista kesken käytön. Varsinkin kannettavissa laitteissa, kuten kosketusnäyttöpuhelimissa, näytön naarmuuntuminen ja likaantuminen voivat jopa haitata laitteen toimintaa. Lisäksi kosketusnäyttö kuluttaa normaalia näyttöä enemmän

energiaa, mikä heikentää akun kestoa kannettavissa laitteissa. (Vaughan-Nichols, 2007.)

Fyysisten rajoitteiden lisäksi kosketusnäytöllä on joitain käyttöä rajoittavia ominaisuuksia. Se ei esimerkiksi sovi tehtävään, jossa tarvitaan paljon tekstin ja numeroiden syöttämistä. Käyttöliittymään voi toki sijoittaa virtuaalinäppäimistön, mutta sen käyttö on huomattavasti perinteistä näppäimistöä raskaampaa, koska käyttäjä ei voi lepuuttaa käsiään näppäimistöllä. Myöskään useammalla sormella yhtäaikaan kirjoittaminen - esimerkiksi kymmensormijärjestelmän käyttö - ei toimi kosketusnäytöllä, mikä hidastaa kirjoittamista merkittävästi. Shneiderman (1991) on tutkinut virtuaalinäppäimistön kirjoitusnopeutta ja todennut sen olevan alle puolet normaalinäppäimistön kirjoitusnopeudesta. Näin ollen kannattaa harkita erillisen näppäimistön lisäämistä kosketusnäytön oheen, jos tehtävä vaatii paljon kirjoittamista. Tällöin käyttö joutuu kuitenkin siirtämään usein näppäimistön ja näytön välillä. (Waloszek, 2000.)

Kosketusnäytöstä puuttuvat pienet näppäinvihjeet, jotka tulevat esiin kun osoitin viedään kohteen päälle (*engl. tool tips*). Tämä on suoran käyttöliittymän varjopuoli, kun osoitinta ei tarvita. (Albinsson ja Zhai, 2003; Waloszek, 2000.) Näppäinvihjeiden puuttumista voi jossain määrin korvata käyttämällä erityisen selkeitä kuvakkeita ja tarvittaessa lisäämällä niihin tekstiä. Tämä on kuitenkin ongelmallista, jos painikkeita on useita, sillä käyttöliittymän selkeys kärsii jatkuvasti esillä olevan informaation paljoudesta. Aoki et al. (2001) ovat tutkineet näppäinvihjeiden korvaamista varta vasten kosketusnäytöille kehittämillään tap tippellä ja saaneet rohkaisevia tuloksia. Tap tippien idea on antaa käyttäjälle vihje, kun hän klikkaa näytöltä mitä tahansa kohtaa, jossa ei ole toiminnallisuutta. Kosketuksen jälkeen kaikki sivun vihjeet näkyvät vajaan kaksi sekuntia yhtä aikaa ja poistuvat itsekseen. Vihjeet saa uudestaan näkyviin uudella kosketuksella, jos sille on tarvetta. (Aoki et al., 2001.) Lupaavista tuloksista huolimatta tap tippien käyttö ei ole yleistynyt.

Tutkijat kehittävät jatkuvasti uusia tapoja kiertää kosketusnäyttöjen ongelmia, joten monet yllä esitetyistä rajoitteista jäävät luultavimmin historiaan lähitulevaisuudessa. Samalla kosketusnäyttöjen käyttö monipuolistuu ja yleistyy. Uusien teknologioiden käyttöönottoa kuitenkin hidastaa niiden aluksi kallis hinta, joka vaikeuttaa varsinkin kuluttajille suunnattujen laitteiden yleistymistä (Vaughan-Nichols, 2007).

## 3 Käyttöliittymäelementtien valinta

### 3.1 Yleistä käyttöliittymäelementeistä

Graafinen käyttöliittymä koostuu useista käyttöliittymäelementeistä, joista jokaisen avulla voi suorittaa yhden kulloinkin tarjolla olevista toiminnoista. Elementti voi olla esimerkiksi näppäin tai valikko, jota käyttämällä saa näkyville uusia elementtejä ja niiden kautta lisää toiminnallisuuksia. Käyttöliittymässä on yleensä näkyvillä yhtä aikaa useita käyttöliittymäelementtejä, joista useampi voi olla keskenään samanlaisia, esimerkiksi näppäimiä. (Rogers et al., 1994, s. 290-299; Shneiderman, 1998, s. 235-270.)

Jaottelutavasta riippuen erilaisia käyttöliittymäelementtejä on kymmeniä tai jopa satoja, mutta tässä tutkimuksessa keskitytään niistä vain yleisimpiin. Käyttöliittymäelementtejä ovat muun muassa (Rogers et al., 1994, s. 290-299); (Shneiderman, 1998, s. 235-270):

- ikkunat (*engl. windows*)
- näppäimet (*engl. buttons*)
- valintaruudut (*engl. check boxes*)
- liukusäätimet (*engl. sliders*)
- vierityspalkit (*engl. scroll bars*)
- edistymispalkit (*engl. progress bars*)
- mittarit (*engl. gauges*)
- valikot (*engl. menus*)
- välilehdet (*engl. tabs*)
- hierarkiat (*engl. hierarchies, tree views*)
- listat (*engl. lists*)
- tekstikentät (*engl. text boxes, text fields*)
- näppäinvihjeet (*engl. tool tips*).

### 3.2 Kosketusnäytölle sopivia käyttöliittymäelementtejä

Tässä luvussa esitellään kosketusnäytölle hyvin sopivia käyttöliittymäelementtejä. Ensin esitellään sopivimmat elementit, eli näppäimet, valikot ja välilehdet. Sen jälkeen esiteltäviä elementtejä kannattaa käyttää harkiten, kun niille on perusteltua tarvetta.

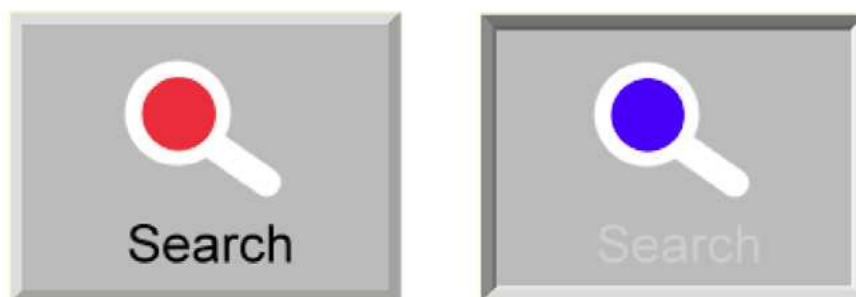
### 3.2.1 Näppäimet

Kosketusnäytöissä ehdottomasti yleisimmin käytetty elementtityyppi on näppäin (*engl. button*), joka soveltuu erinomaisesti kosketuskäyttöön (Waloszek, 2000). Tämä on sängen ymmärrettävää, sillä näppäimen painaminen tietokonekäyttöliittymässä on tosielämästä lainattu metafora: fyysinen nappi toimii nimenomaan painamalla sitä sormella. Niinpä virtuaaliset näppäimet voivat myös ulkonäöltään muistuttaa enemmän fyysisiä nappeja kuin tietokoneista tuttuja painikkeita.

Huang ja Lai (2008) ovat tutkineet, mitkä näppäimien ominaisuudet vaikuttavat niiden käytettävyyteen kosketusnäytöllä. Tuloksissa ehdottomasti tärkeimmäksi ominaisuudeksi nousi elementin riittävä koko, mutta myös muita tärkeitä ominaisuuksia huomattiin. Nämä ominaisuudet on lueteltu tärkeysjärjestyksessä alla ja esitetty kuvassa 3 (Huang ja Lai, 2008):

1. Näppäimen koko: näppäimen on oltava riittävän iso.
2. Semantiikan laatu: näppäimessä tulisi olla osuva symboli tai kuvake ja sitä tukeva teksti.
3. Dynaamisuus: nopea vaste, äänipalautte ja visuaalinen painumisvaikutelma parantavat näppäimen käytettävyyttä.
4. Osuman laatu: on tärkeää, että näppäin ohjaa käyttäjää painamaan oikeasta kohdasta.
5. Haptiikka: kolmiulotteisen näköinen näppäin on kaksiulotteista parempi.
6. Värien laatu: käyttäjät pitivät näppäimen värien vaihtumisesta vastakkaisiksi, kun näppäin aktivoitui. Värejä valitessa pitää lisäksi huomioida värien tuottamat mielikuvat näppäimen toiminnasta, ettei käyttäjälle anneta vääriä mielikuvia.
7. Muodon laatu: selkeät muodot ovat miellyttävimpiä.

Näppäimiä käytettäessä on tärkeää tehdä niistä riittävän suurikokoisia sormella käytettäväksi, sillä sormenpää on alaltaan selvästi hiiren osoitinta laajempi. Suositeltava koko on vähintään kaksi senttimetriä suuntaansa, minkä lisäksi näppäinten väleihin tulee jättää kolme millimetriä tyhjää (Waloszek, 2000). Koska tämän ohjeen noudattaminen on vaikeaa pienillä kosketusnäytöillä, on myös näppäinten käytettävyydeltään tyydyttävää minimikokoja tutkittu. Esimerkiksi Parhi et al. (2006) on tutkinut yhdellä kädellä käytettävän mobiililaitteen riittävää virtuaalinäppäinkokoja ja todennut, että vajaan neliösenttimetrin kokoiset näppäimet toimivat peukalolla painettuina. Tuloksissa on valtava ero, sillä Waloszekin (2000) suosituksessa kosketusnäyttöä oletettavasti käytetään etusormella, joka on peukaloa tarkempi osoittamiseen.



Kuva 3: Kosketusnäytölle hyvin sopiva näppäin passiivisena vasemmalla ja aktiivisena, siis painettuna, oikealla. Kuvassa ei ole erillistä aktivoitumistilaa, joka näkyisi näiden näkymien välissä käyttäjän painaessa näppäintä (Huang ja Lai, 2008).

Myös järjestelmän muut ominaisuudet vaikuttavat pienimpään riittävään näppäinkokoon. Esimerkiksi Brewster (2002) väittää, että äänipalautetta käyttämällä voidaan pienentää näppäimen kokoa jopa puoleen sen käytettävyyden laskematta. Tutkimus on tehty osoitintikulla käytettävällä kämmentietokoneella, mutta tulokset lienevät sovellettavissa osittain kaikkiin kosketusnäyttöihin. Sormella käytettäessä voidaan myös käyttää erilaisia virtuaalisia työkaluja, kuten Albinsson ja Zhai (2003), sekä Karlson ja Bederson (2007) artikkeleissaan esittävät. Näiden käyttö vaatii kuitenkin harjaantumista, eikä sovellu helppokäyttöjärjestelmiin, kuten yleisöpäätteisiin ja infokioskeihin. Voidaankin ajatella, että Waloszekin (2000) ohjeistusta optimikoosta tulee hyödyntää suuriin yleisöpäätteisiin ja Parhin et al. (2006), Albinssonin ja Zhain (2003), sekä Karlsonin ja Bedersonin (2007) ohjeita minimikoosta henkilökohtaisiin mobiililaitteisiin, kuten kosketusnäyttöpuhelimiin.

Virtuaalinäppäimiä käyttäessä on erityisen tärkeää huomioida niiden antama palautte, sillä kosketusnäytöltä puuttuu fyysisten nappien antama luontainen tuntopalautte. Näin ollen näppäimen on selkeästi ilmaistava tilansa muilla keinoin, joista kerron tarkemmin luvussa 4. Suositeltavaa on, että näppäin ilmaisee vähintään kolmea eri tilaa (Waloszek, 2000):

1. Passiivinen tila, eli perustila.
2. Aktivoitumistila, joka näkyy käyttäjän painaessa näppäintä.
3. Aktiivinen tila, jolloin näppäin on pohjaan painettuna, vaikkei käyttäjä koske siihen.

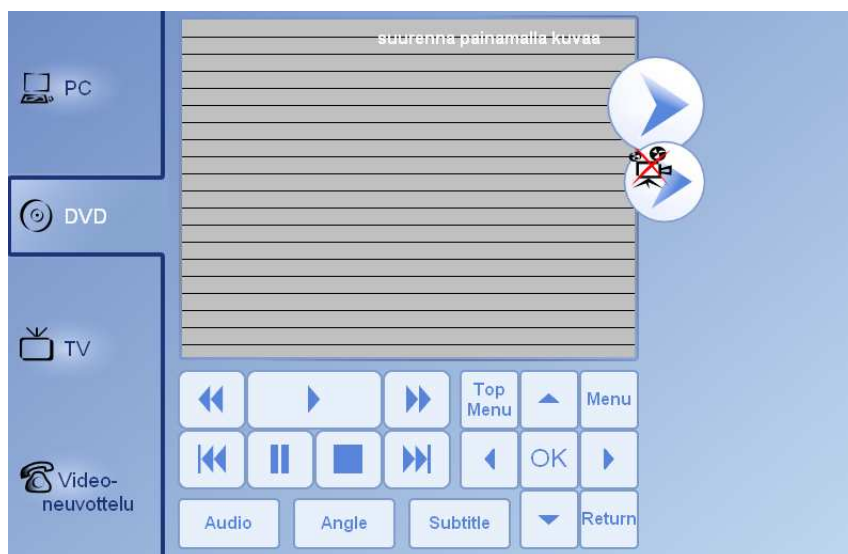
### 3.2.2 Valikot ja välilehdet

Shneidermanin (1998, s. 318) mukaan valikot (*engl. menus*) sopivat mainiosti kosketusnäyttökäyttöön. Ne kannattaa toteuttaa näppäinten avulla, jolloin niihin pätevät samat kokovaatimukset kuin kaikkiin näppäimiin. Valikko voi koostua fyysisten nappien näköisistä vaihtoehtoista, jolloin sen voi suoraan mieltää joukoksi näppäimiä.

Valikon vaihtoehdot voidaan myös esittää kuvina ja/tai tekstinä, mutta kohde valitaan kuitenkin samaan tapaan sitä painamalla, kuten kuvassa 4. (Waloszek, 2000)



Kuva 4: Auditoriokäyttöliittymän valikko (Lumia Oy).



Kuva 5: Auditoriokäyttöliittymä, jossa valikko on korvattu välilehdillä (Lumia Oy).

Toinen suositeltava tapa valikoiden esittämiseen on välilehtirakenne (*engl. tabs*), jossa vaihtoehdot pysyvät koko ajan näkyvissä (Waloszek, 2000). Valittuna oleva vaihtoehto esitetään visuaalisesti muista poikkeavalla tavalla, kuten kuvassa 5, jolloin käyttäjä koko ajan näkee, mihin välilehteen esillä oleva sisältö kuuluu. Myös välilehtiä käyttäessä valittavien kohteiden koon tulee täyttää näppäimille asetetut kokovaatimukset.

### 3.2.3 Näppäimistöt vain satunnaiseen käyttöön

Kosketusnäytölle voi sijoittaa näppäinpohjaisia näppäimistöjä joko numeroiden tai tekstin syöttöön, vaikka niiden käyttäminen on kosketusnäytöllä hitaampaa kuin erillisellä näppäimistöllä (Shneiderman, 1991). Waloszekin (2000) mukaan paljoa tekstinsyöttöä kannattaa kuitenkin välttää jo käyttöliittymää suunnitellessa. Virtuaalinäppäimistöä korvaamaan voi käyttää myös seuraavia keinoja, jotka on lueteltu paremmuusjärjestyksessä (Waloszek, 2000):

1. Numerosarjan tai tekstin valinta valmiista vaihtoehdoista
2. Numeroarvon muuttaminen + tai - -näppäimillä askelluskentässä (*engl. spinner*)
3. Arvon säätäminen liukusäätimen tai vastaavan avulla.

Tekstinsyöttöä varten tarvitaan virtuaalinäppäimistö, joka voidaan asettaa usealla tavalla. Waloszek (2000) suosittelee näppäinten asettelua muutamaan pitkään vaakariviin, joista varsinkin aloittelevan käyttäjän on vaihtoehtoisia järjestyksiä helpompi löytää haluamansa merkit. Aloittelevalle käyttäjälle sopii aakkostettu näppäimistö perinteistä QWERTY-näppäimistöä paremmin, joten sen käyttö voi olla perusteltua esimerkiksi yleisöpääätteissä. Optimaalinen noviisinäppäimistö on esitetty kuvassa 6. Näyttötilan rajoittaessa näppäinrivien pituutta voidaan näppäimet sijoittaa aakkosjärjestyksessä myös muun malliseen muodostelmaan. Kuitenkin kokeneet kymmen-sormijärjestelmän käyttäjät hyötyvät tutusta QWERTY-järjestyksestä, joten sen olisi hyvä olla saatavilla vaihtoehtoisena asetteluna (Waloszek, 2000).



Kuva 6: Kolmirivinen, aakkostettu virtuaalinäppäimistö soveltuu erityisen hyvin kokemattomille käyttäjille (Waloszek, 2000).

Numeronäppäimistön voi järjestää perinteisesti kahdella tavalla; joko matkapuhelintyyliisesti ylhäältä alkavalla tai laskinmaisesti alareunasta alkavalla numeroinnilla, jotka molemmat perustuvat 3\*4-ruudukkoon (kuva 7). Waloszek (2000) suosittaa

puhelintyylistä näppäinasettelua varsinkin kokemattomille käyttäjille. Toista asetelua kannattaa käyttää vain henkilöille, jotka itse kokevat tämän asetteluun luontevammaksi esimerkiksi runsaan tietokoneen tai laskimen käytön jälkeen.



Kuva 7: Vasemmalla matkapuhelintyylinen numeronäppäimistö, jossa numerointi alkaa ylhäältä ja oikealla laskinmallinen numeronäppäimistö, jossa numerointi alkaa alhaalta (Waloszek, 2000).

### 3.2.4 Listat

Erilaiset listaesitykset (*engl. list, drum*) sopivat myös kosketusnäyttöille. Jos lista on niin pitkä, ettei se mahdu kerralla näkyviin, kannattaa sen viereen sijoittaa mieluummin näppäimet selausta varten kuin tietokoneissa yleisemmin käytetty vierityspalkki (kuva 8). Näppäimiä voi olla tarpeen mukaan kaksi, neljä tai jopa kuusi. Kaksi näppäintä (ylös- ja alasnäppäimet) riittää lyhyehköille listoille, mutta useammalla samansuuntaisella näppäimellä, jotka selaavat listaa eri nopeuksilla, voi nopeuttaa selausta. Kahta selausnäppäintä käytettäessä kannattaa selaus toteuttaa siten, että näppäimen pohjassa pitäminen jatkaa ja nopeuttaa selausta. (Waloszek, 2000.)

Qty.	Qty.	Unit	Size	Product Description	
		FL	750ml	Weltevrede Sauvignon Blanc	▲
		KI	340ml	Hunters Gold Dumpie	
		FL	750ml	Johnny Walker Red Label	▲
		FL	750ml	Glen Carlou Grande Class	
		FL	750ml	Simmonsig Pinotage	▼
		FL	1.5 lt	Zonnebloem Shiraz	
		FL	750ml	Lievland Shiraz	▼
		FL	750ml	Weltevrede Sauvignon Blanc	
		KI	340ml	Hunters Gold Dumpie	▼
		FL	750ml	Johnny Walker Red Label	▼
		FL	750ml	Glen Carlou Grande Class	

Kuva 8: Perinteinen lista ja neljä selausnäppäintä näkymän vaihtamista varten (Waloszek, 2000).

Drum on nimitys listalle, joka näyttää kaareutuvan katsojaa kohti siten, että sen keskimmäiset kohdat ovat reunimmaisista suurempia (kuva 9). Tällaisen listan käyt-



Qty.	Qty.	Unit	Size	Product Description
		KI	340ml	Hunters Gold Dumpie
		FL	750ml	Johnny Walker Red Label
		FL	750ml	Glen Carlou Grande Class
		FL	750ml	Simmonsig Pinotage
		FL	1.5 lt	Zonnebloem Shiraz
		FL	750ml	Lievland Shiraz
		FL	750ml	Weltevrede Sauvignon Blanc
		KI	340ml	Hunters Gold Dumpie
		FL	750ml	Johnny Walker Red Label

Kuva 9: Drum-tyylisessä listassa näkymän keskimmäiset kohteet on suurennettu, joten niihin on helpompi osua sormella (Waloszek, 2000).

täminen kosketusnäytöllä on sikäli perusteltua, että suurennettuihin keskellä oleviin vaihtoehtoihin on tasakorkuisia helpompi osua sormella. Muuten drumin käyttämi- seen voi soveltaa kaikkia tavalliselle listalle annettuja ohjeita. (Waloszek, 2000.)

Joskus käyttöliittymässä halutaan siirtää listan sisältöä toiselle listalle. Tällöin molemmat listat voidaan sijoittaa yhtä aikaa näkyviin näytölle ja niille laitetaan yhteiset selausnäppäimet, jotka selaavat kulloinkin aktiivisena olevaa listaa. Waloszek (2000) suosittaa siirtämisen tapahtuvan erillisellä siirtonäppäimellä, jolloin valittu listan osa siirtyy toiselle listalle, kuten kuvassa 10. Näin voidaan välttää kohteen ve- täminen sormella listalta toiselle, sillä raahaaminen (*engl. dragging*) sopii paremmin hiirellä kuin kosketusnäytöllä tehtäväksi.

Product Description	Size
Weltevrede Sauvignon Blanc	750ml
Hunters Gold Dumpie	340ml
Johnny Walker Red Label	750ml
Glen Carlou Grande Class	750ml
Simmonsig Pinotage	750ml
Zonnebloem Shiraz	1.5 lt
Lievland Shiraz	750ml
Hamilton Russeell Pinot Noir	750ml

Size	Product Description	Qty.	Un.
750ml	Weltevrede Sauvignon Blanc		FL
340ml	Hunters Gold Dumpie		KI
750ml	Johnny Walker Red Label		FL
750ml	Glen Carlou Grande Class		FL
750ml	Simmonsig Pinotage		FL
1.5 lt	Zonnebloem Shiraz		FL
750ml	Lievland Shiraz		FL
750ml	Hamilton Russeell Pinot Noir		FL

Kuva 10: Kahden listan yhdistelmä, jonka avulla siirretään ylemmän listan kohteita osaksi alemmaa listaa. Siirto tapahtuu sinisellä nuolinäppäimellä (Waloszek, 2000).

### 3.2.5 Muita sopivia käyttöliittymäelementtejä

Shneiderman (1998, s. 318) suosittaa myös lomakkeiden käyttöä kosketusnäytöllä. Kieltämättä lomakkeen kenttien valinta on helppoa niitä koskemalla, mutta useimmiten lomakkeiden käyttö vaatii myös tekstin tai numeroiden syöttämistä, mikä ei ole Waloszekin (2000) mukaan suositeltavaa kosketusnäytöllä. Kannattaa huomata, että Shneiderman suhtautuu muita kirjoittajia positiivisemmin tekstinsyöttöön virtuaalinäppäimistöllä, mikä selittänee näkemyseroja.

Taulukot sopivat kosketusnäytölle siinä missä listatkin, mutta niiden tarkasta toteutuksesta on vaikeampi löytää suosituksia. Ilmeisesti taulukoita tarvitaan sangen harvoin kosketusnäyttökäyttöliittymissä. Jos taulukon solut toimivat näppäiminä, pitää niiden ulkonäön viestiä selvästi, että ne on tehty valittaviksi. Tällöin soluihin pitää luonnollisesti soveltaa näppäinten kokovaatimuksia.

## 3.3 Kosketusnäytöllä vältettäviä käyttöliittymäelementtejä

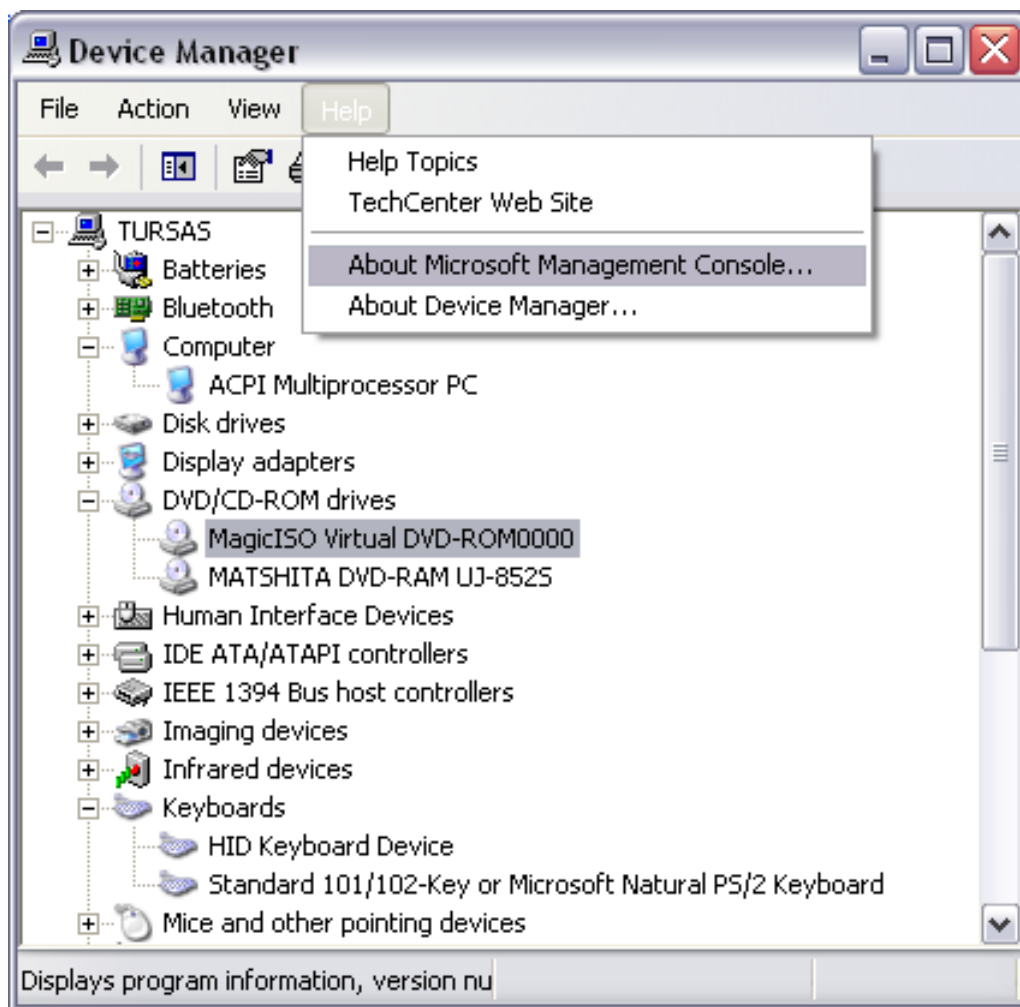
Osa tietokoneissa hyviksi havaituista käyttöliittymäelementeistä taipuu sangen huonosti kosketusnäyttökäyttöliittymiin. Tässä luvussa esittelen joitain huonosti soveltuvia elementtejä ja parempia vaihtoehtoja niiden käytölle. Yleensä vaihtoehtoisia toteutustapoja on aina tarjolla, jolloin näiden elementtien välttäminen ei rajoita käyttöliittymäsuunnittelua kosketusnäytölle.

Kuten luvussa 3.2.4 mainitaan, tulisi vierityspalkkeja (*engl. scroll bar*) ja raahaamista (*engl. dragging*) välttää sormella käytettävillä kosketusnäytöllä. Samaan helposti hiirellä, mutta vaikeasti sormella käytettävien toimintojen sarjaan kuuluvat myös kaksoisklikkaus, osoittimen käyttö, pudotusvalikot (*engl. drop down menu*) ja puurakenteet (*engl. tree*) (kuva 11). Lisäksi kannattaa välttää moni-ikkunointia (*engl. multiple windows*), joka vaikeuttaa käyttöliittymän hallintaa ja tuhoaa yhden sen suurimmista eduista: nopean opittavuuden. (Waloszek, 2000.)

Osoittimen voi kosketusnäyttökäyttöliittymässä yksinkertaisesti jättää pois, sillä käyttäjän sormi toimii valitsimena. Muut hiiren ominaisuudet, kuten kaksoisklikkauksen ja raahauksen, voi välttää suunnittelemalla käyttöliittymän yksinkertaisten näppäinten varaan. Esimerkiksi kohteen siirtämisen listalta toiselle voi tehdä raahaamisen sijaan siirtonäppäimellä, kuten luvussa 3.2.4 kerrotaan.

Sivut tulee suunnitella siten, että niiden koko sisältö näkyy kerralla. Tätä helpottaa sisällön jakaminen pieniin kokonaisuuksiin ja hierarkiseen rakenteeseen, jossa on helppo siirtyä tasolta toiselle. Näin ei koskaan tarvita internetistä tutuksi tullutta sivun vieritystä, jota käytetään, kun yhdelle sivulle on laitettu sisältöä enemmän kuin kerralla mahtuu näytölle näkyviin. Jos sivulle kuitenkin tarvitaan vieritysmahdollisuutta jollekin osakokonaisuudelle, esimerkiksi listalle, voi sen toteuttaa listaa siirtävien näppäinten avulla, kuten luvussa 3.2.4 on esitetty. (Waloszek, 2000.)

Waloszek (2000) suosittaa välttämään myös näytölle piirrettävien eleiden (*engl. gesture*) käyttöä. Ne eivät ole varsinaisesti käyttöliittymäkomponentteja, vaan eräänlaisia pikakomentoja, jotka piirretään sormella tai osoittimella näytön pintaan.



Kuva 11: Kosketusnäytöllä tulisi välttää puurakenteita (vasemmalla), pudotusvalikoita (yläreunassa) ja vierityspalkeja (oikealla).

Rakennepuu (*engl. tree*) on todella suosittu tietokonekäytössä, mutta ei sovellu kosketusnäytölle sen suuren tilantarpeen takia. Jos puuta suurennetaan niin paljon, että sen kohteita on helppo osoittaa sormella, näyttöalaa tarvitaan valtavasti. Jos puu esitetään pienempänä, se ei enää toimi työkaluna. Rakennepuu myös sisältää yleensä liikaa informaatiota yksinkertaiseen kosketusnäyttökäyttöliittymään. Sen voi korvata välilehtirakenteella tai pinolla (*engl. stack*) rakenteen syvyydestä riippuen. Välilehdet toimivat vain kaksitasoisella hierarkialla. Sen sijaan pinolla voi käsitellä myös syvempää hierarkiaa (kuva 12), mutta se on välilehtiä epäkäytännöllisempi rinnakkaisten vaihtoehtojen vertailuun. (Waloszek, 2000.)

Pudotusvalikon voi korvata tavallisella valikolla, jonka sijoittaa käyttöliittymän etusivulle. Samoin moni-ikkunaisuuden välttäminen onnistuu suunnittelemalla ohjelman rakenteen yhden, koko ruudun kokoisen ikkunan sisään ja lisäämällä valikoiden määrää tarpeen mukaan. Kannattaa edelleen muistaa, että kosketusnäyttö on par-



Qty.	Qty.	Unit	Size	Product Description
		FL	750ml	Weltevrede Sauvignon Blanc
		KI	340ml	Hunters Gold Dumpie
		FL	750ml	Johnny Walker Red Label
		FL	750ml	Glen Carlou Grande Class
		FL	750ml	Simmonsig Pinotage
		FL	1.5 lt	Zonnebloem Shiraz
		FL	750ml	Lievland Shiraz
		FL	750ml	Weltevrede Sauvignon Blanc

Kuva 12: Lista ja pino. Kuvassa näkyvä lista kuuluu pinon päälimmäiseen tasoon (Wines). Pino on esitetty kuvan yläalaidassa sinisillä ympyröillä, joista jokainen ympyrä on pinon yksi taso. (Waloszek, 2000).

haimmillaan yksinkertaisilla käyttöliittymillä, joten turhan tiedon ja ominaisuuksien määrää kannattaa karsia mahdollisimman paljon.

## 4 Palautteen antamisessa huomioitavaa

Tässä luvussa selvennän kosketusnäytön asettamia vaatimuksia käyttöliittymän antamalle palautteelle, jotta järjestelmästä voitaisiin rakentaa mahdollisimman sujuvasti ja virheettömästi käytettävä.

### 4.1 Näppäintuntuman puuttuminen pitää huomioida

Kaikki kosketusnäytöllä käytettävät näppäimet ja muut käyttöliittymäelementit ovat virtuaalisia, eli oikeita elementtejä jäljitteleviä kuvia. Näin ollen ne eivät anna tuntopalautetta kuten fyysiset esikuvansa. Tuntopalautteen eli niin sanotun näppäintuntuman puuttuessa käyttäjä ei tiedä, miten hänen sormensa osuvat virtuaaliselle elementille ja reagoiko elementti, ellei sitä muiden aistien kautta hänelle erityisen selvästi kerrota. (Buxton et al., 1985.)

Yleisin tapa kompensoida tuntopalautetta on käyttöliittymäelementin ulkoasun muutos (Waloszek, 2000). Näppäin voi esimerkiksi vaihtaa väriään, kun se reagoi kosketukseen. Tällöin värin vaihtaminen simuloi fyysisen napin painumista pohjaan. Myös kolmiulotteisen näköisiä näppäimiä, jotka näyttävät painuvan näytön sisään, käytetään. Toisaalta visuaalinen palaute vaatii käyttäjältä jatkuvaa keskittymistä laitteen käyttöön, mikä voi olla hankalaa todellisissa käyttötilanteissa (Kristoffersen ja Ljungberg, 1999; Poupyrev ja Maruyama, 2003).

Toinen tapa ilmaista elementin aktivaatiota on äänipalaute, kuten piippaus. Se kuitenkin kärsii helposti taustamelusta tai voi osoittautua sopimattomaksi joissain tilanteissa, kuten kokouksissa. (Poupyrev ja Maruyama, 2003.)

2000-luvulla on tutkittu ahkerasti myös tuntopalautteen lisäämistä kosketusnäyttöön. Tällöin näyttö värähtää rekisteröidessään painalluksen. Nykyään on yleisesti käytössä kaksi tekniikkaa tuntopalautteen tuottamiseen: värinämoottori, jolla saadaan koko laite värähtämään, ja piezo-aktuaattori, jolla värähdys voidaan kohdistaa painettuun kohtaan näytöllä. Näistä jälkimmäinen on osoittautunut käytettävyyss testeissä paremmaksi, joskin molemmat vaihtoehdot ovat parempia kuin tuntopalautteen puuttuminen. (Koskinen, 2008.) Myös Leung et al. (2007) ovat todenneet tutkimuksessaan, että tuntopalautteen lisääminen kosketuskäyttöliittymään nopeuttaa selkeästi laitteen käyttöä ja vähentää virhepainalluksia, varsinkin häiriöisessä ympäristössä.

Tuntopalautteen käyttämistä on tutkittu ja sovellettu pääasiassa pienten mobiililaitteiden, kuten matkapuhelinten ja kämmentietokoneiden, käyttöön. Se parantaa kuitenkin myös suurempien kosketusnäyttöjen käytettävyyttä, kuten Fukumoto ja Sugimura (2001) osoittavat. Kannattaa kuitenkin huomata, että suuren näytön värisyttäminen kuluttaa enemmän energiaa kuin pienen, mikä kasvattaa laitteen virrankulutusta (Fukumoto ja Sugimura, 2001).

## 4.2 Moniaistinen palaute helpottaa käyttöä

Ihmiset kommunikoivat keskenään moniaistisesti, jolloin eri aistikanavien antamat viestit tukevat toisiaan ja vahvistavat sanoman välittymistä. Moniaistisuuden on tutkittu helpottavan myös vuorovaikutusta teknologian kanssa, jos eri aistien vastaanottamat informaatiot ovat keskenään koherentteja. Tällöin vuorovaikutus sujuu tehokkaammin, virheettömämmin ja luonnollisemman tuntuisesti kuin pelkästään yhtä aistikanavaa käyttämällä. (Maybury ja Wahlster, 1998, s. 15.)

On kuitenkin tärkeää, että eri aistikanavien kautta saatava palaute on keskenään yhteensopivaa ja vastaa käyttäjän mielikuvaa laitteen toiminnasta. Esimerkiksi virtuaalinäppäimen ääni- ja tuntopalutteen tulisi sopia luontevasti sen visuaaliseen ilmeeseen, jottei aiheuteta käyttöä häiritsevää havaintojen ristiriitaa. Näin ollen pehmeän ja kumisen näköinen virtuaalinäppäin vaatii pehmeämmän ääni- ja värinäpalautteen kuin kulmikas ja metallisen näköinen virtuaalinäppäin. (Hoggan et al., 2008.)

Moniaistinen palaute voidaan jakaa kahteen alalajiin: multimodal tarkoittaa palautetta, jossa eri aistikanavien kautta saadaan toisiaan täydentävää informaatiota. Esimerkiksi elokuvassa yhdistetään ääntä ja kuvaa, jotka tukevat, mutteivät korvaa toisiaan. Crossmodal puolestaan tarkoittaa palautetta, jossa sama informaatio tarjotaan usealla tavalla esitettynä. Kaikkia esitystapoja ei tällöin tarvitse käyttää yhtä aikaa, sillä opittua palautetta osataan varsin hyvin hyödyntää myös toisen aistin kautta saatuna. Esimerkiksi äänipalautteen avulla laitteen käytön opetellut käyttäjät tunnistaa 76-85 % laitteen antamasta, äänipalautetta vastaavasta, tuntopalautteesta. Sama ilmiö toimii myös toiseen suuntaan; kokeessa tunnistettiin 71-76 % annetuista äänipalautteista. (Hoggan ja Brewster, 2007.)

Käytännössä crossmodal-tyylinen palaute mahdollistaa kahdenlaisia etuja: Ensinnäkin käyttäjä voi valita haluamansa palautekanavan. Esimerkiksi äänipalautteen käyttäminen on monessa tilanteessa epäsoveliasta, jolloin näkö- ja tuntopalaute korvaavat sen. Toisekseen kaikkien palautekanavien ollessa käytössä käyttäjän mahdollisuus havaita ja tunnistaa palaute paranee oleellisesti, varsinkin häiriöisessä ympäristössä. Esimerkiksi meluisassa ympäristössä on helpompi havaita tunto- kuin äänipalaute ja laitteen ollessa kaukana käyttäjästä on kuuloärsyke laitteen värinää helpommin havaittavissa. (Hoggan ja Brewster, 2007.)

## 5 Omia kokemuksia

Olen työskennellyt vuoden verran käyttöliittymäsuunnittelijana Lumia oy:ssä, joka on Suomen johtava audiovisuaalisten järjestelmien ohjauksia toteuttava yritys. Käytännössä vastaan järjestelmän asiakkaalle näkyvän osuuden eli kosketusnäytön käyttölogiikan ja ulkoasun suunnittelusta ja graafisesta toteutuksesta. Näin ollen olen työssäni pohtinut paljon samoja kysymyksiä kuin tässä kandidaatintyössä, joten vertailen seuraavaksi käytännön työssä tehtyjä havaintoja ja päätöksiä tutkielman tuloksiin.

### 5.1 Käytännön rajoituksia

Yrityksen kantava ajatus on toteuttaa ohjausjärjestelmistä niin helppokäyttöisiä, että kuka tahansa voi niitä käyttää ilman koulutusta. Käyttöliittymistä pyritään tekemään riittävän yksinkertaisia, jotta halutut toiminnot löytyvät nopeasti ilman ohjetekstejä. Yksinkertaisuuden ja helppouden tavoittelu tekevät kosketusnäytöstä luontevan valinnan järjestelmän hallintalaitteeksi, mitä myös tämän tutkielman tulokset tukevat.

Kuitenkin tekniset rajoitteet asettavat käytännön työlle paljon sellaisia rajoitteita, joita tässä tutkielmassa ei ole huomioitu. Käytössä olevat näyttövaihtoehdot eivät tue monen yhtäaikaisen kosketuksen käyttöä (*engl. multitouch*) tai näytölle piirrettäviä eleitä, eikä niihin saa tuntopalautetta. Ne rekisteröivät kosketuksen vain sormen irrotessa näytön pinnalta. Näin ollen osa tämän tutkimuksen tuloksista ei ole ainakaan toistaiseksi hyödynnettävissä käytäntöön Lumia oy:n käyttöliittymäsuunnittelussa.

Näyttöjä on monen kokoisia ja laatuksia. Tekemiäni käyttöliittymien koko on vaihdellut 3,5-17 tuuman välillä, mutta suurin osa toimeksiannoista on 10-12 tuumaisille näytöille. Näyttöjä on sekä kiinteästi asennettavia, pöydällä pidettäviä että täysin langattomia versioita. Näin ollen lopputulosta arvioidessa korostuu tarkoituksenmukaisen näytön valinta. On liki mahdotonta toteuttaa helppokäyttöistä ja intuitiivisesti opittavaa, mutta ominaisuuksia pullollaan olevaa käyttöliittymää näyttöön, jonka resoluutio on 320 x 240 pikseliä ja diagonaali alle neljä tuumaa. Vastaavasti suuri ja kallis näyttö on turha pelkkänä käytävän valokatkaisijana, missä valojen sammuttaminen onnistuisi helpommin fyysisellä katkaisijalla. Valitettavasti näyttö on yleensä valittu jo tarjousvaiheessa kauan ennen toteutuksen suunnittelua.

Oman lisänsä valikoimaan tuovat kosketusnäytöt, joissa on vaihteleva määrä fyysisiä nappeja, jotka usein ovat valmiiksi nimettyjä ja kuvitettuja. Usein nämä ovat vaikeimpia tehtävänantoja, sillä käyttöliittymä pitää sovittaa laitteen ominaisuuksiin, jotka usein ovat ristiriidassa käyttöliittymätarpeiden kanssa. Käytettävyyssuunnittelun näkökulmasta tilanteen pitäisi olla päin vastoin; napit pitäisi valita tarpeen mukaan kuhunkin kohteeseen, eikä suunnitella käyttöliittymää valmiiksi annettujen kiinteiden nappien mukaan.

## 5.2 Näppäimet ovat kaiken perusta

Kaikki Lumian käyttöliittymät pohjautuvat vahvasti näppäinten käyttöön. Näppäimillä muun muassa siirrytään sivulta toiselle, valitaan esitettävä laite, esitetään kuva yleisölle ja säädetään asetuksia. Näppäinpohjainen suunnittelu vastaa erittäin hyvin Waloszekin (2000) suositusta.

Vertailen seuraavaksi tekemiäni käyttöliittymänäppäimiä Huangin ja Lain (2008) listaan tärkeimmistä näppäinten ominaisuuksista:

### 1. Näppäimen koko

Osassa näytöistä tulee mukana langaton osoitintikku, joka on käytössä sormea tarkempi. Nopeaan ohjaukseen ei kuitenkaan voida olettaa käyttäjän kaivavan osoitinta esille paria painallusta varten, joten kaikki käyttöliittymät suunnitellaan alusta asti sormella käytettäväksi. Jos näyttö on tarkoituksenmukainen tehtävänsä, vastaa näppäinkoko lähes Waloszekin (2000) suositusta vähintään tärkeimpien näppäinten osalta. Joka tapauksessa pyrin pitämään näppäinkoon aina riittävänä helpolle etusormikäytölle, jolloin Parhin et al. (2006) asettamat miniminäppäinkoot täyttyvät helposti jopa pienimmissä näytöissä.

### 2. Semantiikan laatu

Lumian käyttöliittymissä on useita metaforia ja symboleita, kuten DVD-soitinta tarkoittava CD-levyn kuva ja asetuksiin viittaava hammasratas. Käyttöliittymissä yhdistetään kuvallisia symboleita lyhyisiin yhden tai kahden sanan teksteihin kaikissa valikko- ja välilehtipainikkeissa, sekä näyttöalan salliessa muuallakin. Esimerkkejä symbolikuvien käytöstä on kuvissa 4, 5, 13 ja 15. Pyrin selkeillä ja yksinkertaisilla kuvilla ja korostuksilla välttämään ohjetekstin kirjoittamista aina kun mahdollista. Yleensä käyttöliittymään ei laiteta ollenkaan ohjetekstejä, mutta silti laitteiden käytettävyydestä on saatu positiivista palautetta.

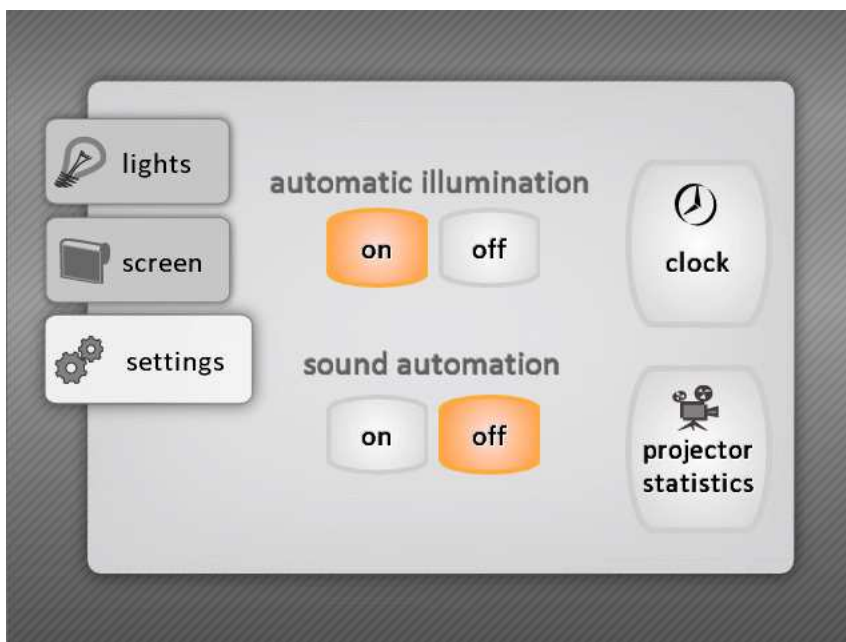
### 3. Dynaamisuus

Dynaamisuus on käytössä olevien näyttöjen suurin heikkous. Useissa näytöissä näytävä grafiikka ja läpinäkyvyudet hidastavat laitteen toimintaa häiritsevästi, jolloin käyttöliittymän rakentaminen on tasapainoilua ulkoasun ja nopeuden välillä. Osassa näytöistä käytössä on lisäksi äänipalaute onnistuneelle kosketukselle, mutta kaikkiin tiloihin sitä ei ymmärrettävästi haluta. Sen sijaan kosketuspalautetta ei valitettavasti saa yhteenkään käyttämämme näyttöön. Toivottavasti tekniikan kehittyminen ratkaisee osan näistä puutteista.



#### 4. ja 5. Osuman laatu ja haptiikka

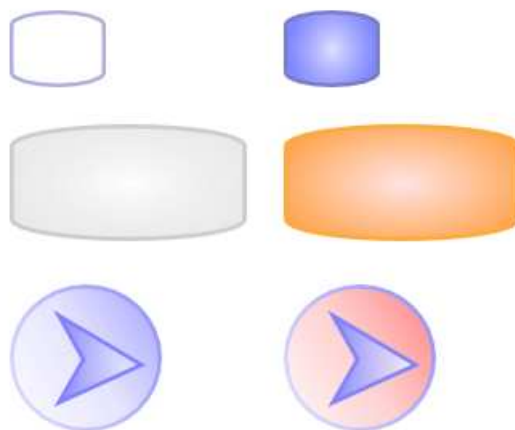
Haptiikka ja osuman laatu ovat vaikeammin arvioitavia kriteereitä. Lumian käyttöliittymissä ei juurikaan käytetä kolmiulotteisen näköisiä näppäimiä, lähinnä tyyli-syistä. Huangin ja Lain (2008) tulosten perusteella niiden käyttöä kannattaisi kuitenkin harkita. Toisaalta näppäimistä tehdään selvärajaisia ja ne nostetaan reunavärin avulla irti taustasta ilman varjostusta, joten näppäinten hahmottaminen ei tuottane ongelmia. Nämä ominaisuudet tulee kuitenkin ottaa erityistarkkailuun tulevaisuuden käytettävyydestästä tehdessä.



Kuva 13: Esimerkki asetussivuista, joissa käytetään välilehtirakennetta. Sivussa on neutraali taustaväri, josta aktiiviset kohteet erottuvat huomiovärillä. (Lumia oy)

#### 6. Värien laatu

Lumian käyttämät värit ovat hyvin harkittuja. Taustoissa käytetään vaaleaa sinistä ja harmaata, jotka eivät vie huomiota kohteilta. Piirtämäni näppäimet vaihtavat selvästi väriä aktivoituessaan. Yleisimmät väri vaihdokset ovat näppäinten taustaväreissä valkoisesta siniseen ja harmaasta oranssiin (kuva 14), joten vaihdos on selkeä, vaikkei vastavärejä hyödynnä. Kuvakkeissa värit vaihtuvat vastaavasti mustasta punaiseen, jos näppäimellä ei ole taustaväriä. Lähes kaikki värit ovat verrattain neutraaleja ja rauhallisia, paitsi huomiovärinä käytetty punainen, joka kertoo aina sekä kohteen tärkeydestä että aktiivisuudesta.



Kuva 14: Vasemmalla on esitetty erilaisten näppäinten passiiviset ja oikealla aktiiviset ulkoasut. Ylärivissä pienet valkosiniset perusnäppäimet, keskellä isot harmaa-oranssit näppäimet, joita käytetään asetussivuilla ja alhaalla pyöreät esitys­näppäimet. (Lumia oy)

## 7. Muodon laatu

Muodoltaan käyttöliittymieni näppäimet ovat yleensä pehmen­nettyjä nelikulmioita. Niiden tarkka ulkoasu riippuu paljon myös näytön resoluutiosta, suorituskyvystä ja värin­toistosta. Sen sijaan tärkeät esitys- ja keskeytys­näppäimet ovat pyöreitä ja erottuvat näin omaksi ryhmäkseen (kuva 14). Valikoiden ja välilehtien näppäimet ovat läpinäkyviä ja kuvakemaisia, sekä sijaitsevat taustasta korostettujen pintojen päällä, kuten kuvassa 13.

### 5.3 Valikot ja välilehdet

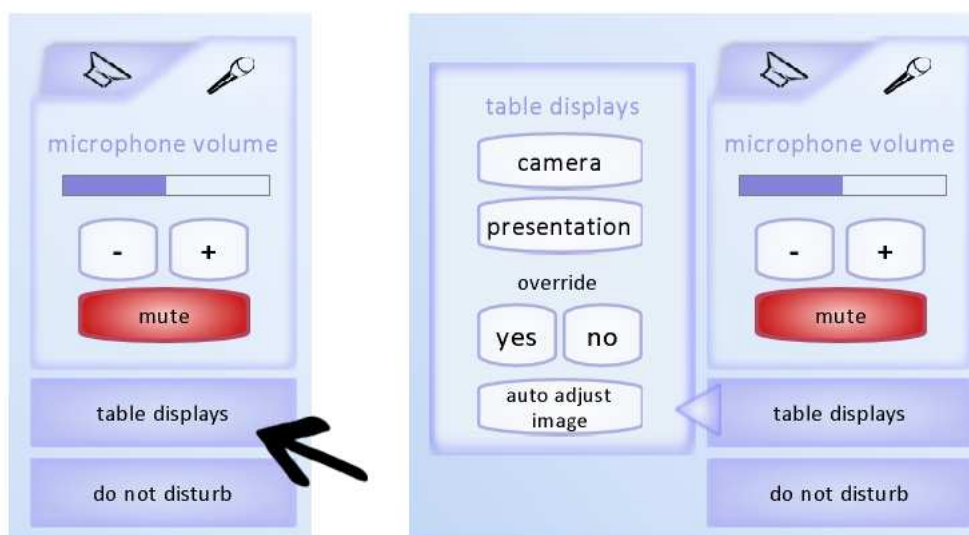
Kosketusnäytön koko vaikuttaa merkittävästi valikoiden ja välilehtien käyttöön. Pääasiassa Lumian käyttöliittymissä pyritään korvaamaan valikot välilehdillä, jolloin tarvittavien sivujen ja painallusten määrä vähenee. Välilehtien käyttöä tukee myös vaihtoehtojen määrä: lähes aina rinnakkaisia esityslaitteita on kolmesta viiteen kappaletta ja asetussivuja kahdesta neljään. Näin pienet määrät ovat vielä hahmotettavissa välilehtinä.

Hyvin pienillä näytöillä valikot ovat välilehtiä järkevämpi valinta, sillä niiden avulla voidaan merkittävästi vähentää yhtä aikaa näkyvissä olevan informaation määrää. Valikot siis säästävät tilaa ja yksinkertaistavat näkymiä. Vastaavasti käyttöliittymän hierarkisuus kasvaa samalla. Lumia oy:n valikko- ja välilehtiratkaisut ovat vertailtavissa kuvissa 4 ja 5.

## 5.4 Muut käyttöliittymäelementit

Lumian kosketusnäyttökäyttöliittymissä on verrattain vähän muita käyttöliittymäelementtejä. Uskon, että erilaisten elementtien vähäisyys nopeuttaa käyttölogiikan omaksumista, varsinkin kun harvinaisia elementtejä vältetään tietoisesti.

Neuvottelu- ja videopuheluissa, sekä TV:n kaukosäädinsimulaattoreissa tarvitaan usein numeronäppäimistöjä, jotka asettelen suoraan kaukosäätimen mukaan. Tämä vastaa Waloszekin (2000) suosittelemaa matkapuhelintyylistä järjestystä. Sen sijaan kirjoittamiseen soveltuvaa virtuaalinäppäimistöä ei ole toteutettu kuin yhteen puhelintuuletukseen. Silloin järjestin näppäimistön aakkosittain, kuten Waloszek (2000) suosittaa. Omasta mielestäni lopputulos, joka oli tilanpuutteen vuoksi jaettu viidelle riville, ei ollut järin käytettävä, sillä kirjainten löytäminen oli selvästi normaalinäppäimistöä hitaampaa. Se sai kuitenkin jäädä, sillä näppäimistöä käytettiin vain puhelimen pikavalintanäppäimien nimeämiseen. Sen käyttö oli siis suunniteltu alun perinkin erittäin vähäiseksi.



Kuva 15: Painamalla nuolen osoittamaa näppäintä esille ponnahtaa oikean puoleisen kuvan ikkuna. Ponnahduskohteen saa pois näkyvistä painamalla ruutua sen ulkopuolelta. Ratkaisu säästää näyttötilaa. (Lumia oy)

Yksittäisissä tapauksissa olen käyttänyt myös listaa tai taulukkoa, jotka on toteutettu tarkasti Waloszekin (2000) ohjeiden mukaisesti. Tutkimusten valossa hieman mielipiteitä jakavampi kokeilu on eräänlainen pudotusvalikon ja näppäimen välimuoto, jossa näppäintä painamalla sen viereen avautuu pieni ikkunallinen vaihtoehtoisia näppäimiä (kuva 15). Painamalla näytöltä mitä tahansa muuta kohtaa saa ikkunan sulkeutumaan. Käyttölogiikka vastaa näin melko tarkasti yhden kohteen pudotusvalikkoa, mutta ulkoasu joukkoa näppäimiä. Ratkaisu toteutettiin tilan säästämiseksi todella monimutkaisessa järjestelmässä, eikä sille ole ollut tarvetta myöhemmin. Näin myös asiakaspalaute kyseisestä ratkaisusta on jäänyt niukaksi.



Kuva 16: *Edistymistä ilmaiseva palkki, joka tiedottaa järjestelmän käynnistymisen etenemisen. Näkymä peittää kaiken muun näkyvistä, sillä järjestelmä ei ole valmis vastaanottamaan käskyjä. (Lumia oy)*

Lisäksi Lumian käyttöliittymissä käytetään yleisesti esikatseluruutuja ja edistymistä tai arvoa ilmaisevia palkkeja, jotka eivät ole vuorovaikutteisia. Edistymispalkki nostetaan sitä selittävän tekstin kanssa huomiota herättävästi näytön muun sisällön päälle, jos järjestelmä käynnistyy, sammuu tai vaihtaa kieltä niin kauan, että käyttäjän pitää odottaa ennen uusia valintoja (kuva 16). Näin käyttäjä tietää koko ajan, mitä järjestelmässä tapahtuu. Arvoa ilmaisevat palkit puolestaan sijoitetaan aina niitä ohjaavien näppäinten yläpuolelle vaakatasoon tai pystysuunnassa viereen, jolloin käyttäjän käsi ei peitä sitä hänen käyttäessään säätönäppäimiä.

## 5.5 Epäsopivia käyttöliittymäelementtejä on helppo välttää

Koska Lumian kosketusnäyttökäyttöliittymistä pyritään tekemään helppokäyttöisiä, näyttöala on aina kokonaisuudessaan yhden ikkunan käytössä. Tietokoneista tuttua ikkunointia ei siis käytetä missään tapauksessa, kuten Waloszek (2000) opastaa. Sen sijaan varsinaisen näyttöikkunan päälle voidaan nostaa hetkellisesti huomiota vaativia ponnahdusikkunoita, jos esimerkiksi puhelinneuvottelulaitteisto vastaanottaa puhelun ja vaatii vastaamista tai järjestelmä latautuu.

Myöskään puurakenteita, pinoja, pudotusvalikoita tai vierityspalkkeja ei käytetä, koska ne monimutkaistaisivat yksinkertaista käyttölogiikkaa. Suhtaudun varauksella myös kaksikäätiseen ohjaukseen, kaksoisklikkauksiin, kohteiden raahamiseen sormella ja näytön pintaan piirrettäviin eleisiin, jos järjestelmä on tarkoitettu intuitiiviseksi

opetella. Ainakaan vielä monelle käyttäjälle ei tule mieleen kokeilla mitään näistä automaattisesti, sillä ne ovat varsin uusia keksintöjä. Lyhyesti voidaan todeta, että sangen monen luvussa 3.3 esitetyn sopimattoman elementin käyttöä on ollut helppo välttää.

## 6 Pohdinta ja yhteenveto

Yllätyin, kuinka vaikeaa kosketusnäyttöjen käytettävyydestä on löytää luotettavaa perustutkimusta, sillä laitteen voidaan sanoa syntyneen yli 30 vuotta sitten. Kosketusnäytön pohjana toiminut kosketusherkkä pinta kehitettiin jo vuonna 1972 ja kaksi vuotta myöhemmin pinnasta kehitettiin läpinäkyvä kosketuspinta monitoriin yhdistettäväksi. Näin ollen perustutkimusta kosketusnäyttöjen käyttötavoista on tehty pääasiassa 1980-luvulla, jolloin kosketusteknologia oli paljon nykyistä rajoittuneempaa. Tuoreempi tutkimus puolestaan keskittyy hyvin spesifeihin osa-alueisiin, kuten tuntopalautteen kehittämiseen, multitouch-tekniikkaan ja matkapuhelinten kosketusnäyttöihin. Kohtalaisen pitkästä historiasta ja viimeaikaisesta yleistymisestään huolimatta kosketusnäyttö jää hyvin pieneen osaan myös nykyisessä käyttöliittymäkirjallisuudessa.

Kirjallisuutta tutkimalla selvisi, että sopivassa käyttötarkoituksessa kosketusnäyttö on nopea, intuitiivinen ja helppokäyttöinen laite, johon uusi käyttäjä tutustuu nopeasti. Se soveltuu erityisen hyvin noviisikäyttäjille, joilta ei voida edellyttää perehtyneisyyttä järjestelmän käyttöön. Sopivia käyttötarkoituksia ovat muun muassa infokioskit, museot, auditoriot ja muut lyhytaikaista käyttöä vaativat ympäristöt, joissa käyttäjät vaihtuvat usein.

Pitkäaikaisessa käytössä käyttäjän käsi väsyy perinteistä hiirellä ja näppäimistöllä käytettävää järjestelmää nopeammin. Kokeneille käyttäjille kosketusnäyttö voi olla liian hidas, sillä siihen ei saa pikanäppäinkomentoja. Hitaus korostuu myös tekstin syöttämisestä vaativissa tehtävissä, joten kosketusnäytöllä ei voida korvata näppäimistöä ja hiirtä esimerkiksi toimistotyössä.

Kosketusnäyttö asettaa käyttöliittymälle tiettyjä erityisvaatimuksia, joten hiirellä ja näppäimistöllä käytettäväksi suunniteltu käyttöliittymä soveltuu siihen huonosti. Ensinnäkin tulee huomioida, ettei kosketusnäytöllä käytetä osoitinta, vaan valinta suoritetaan suoraan kohdetta koskettamalla. Lisäksi moni-ikkunointi ja vierityspalikit sekä puurakenteet ja pudotusvalikot soveltuvat huonosti kosketusnäytölle. Myös kaksoisklikkaus, raahaaminen ja näytölle piirrettävät eleet vaikeuttavat käyttöä, joten niitä tulisi välttää.

Kosketusnäytölle suunniteltu käyttöliittymä pohjautuu näppäimiin. Näppäimet ovat nykyään tunnetuista käyttöliittymäelementeistä ehdottomasti kosketuskäyttöön sopivimpia, joten niitä tulee hyödyntää mahdollisimman paljon. Myös näppäin pohjaiset valikot ja välilehtirakenteet ovat toimivia, minkä lisäksi käyttöliittymään voi lisätä tarpeen vaatiessa numero- tai kirjainnäppäimistöjä, listoja ja taulukoita. Käyttöliittymäelementtien soveltuvuudet on listattu taulukossa 1.

Kaikkia elementtejä toteuttaessa tulee huomioida niiden riittävä koko, sillä elementtiin on osuttava helposti sormenpäällä. Onnistuneesta valinnasta on luonnollisesti saatava välitön palaute joko visuaalisesti, auditiivisesti tai haptisesti, mieluiten näiden yhdistelmällä.

Huomattavaa on, että nykyisin yleisessä käytössä olevat käyttöliittymäelementit on

Taulukko 1: *Tiivistelmä tässä työssä käsiteltyjen käyttöliittymäelementtien soveltuvuudesta kosketusnäyttökäyttöön.*

Elementti	Soveltuvuus	Huomioitavaa
Näppäin	Soveltuu hyvin	Peruskomponentti, jolla voi korvata monta muuta komponenttia
Näppäimistö	Tarvittaessa	Tekstinsyöttöä tulee välttää
Valikko	Soveltuu hyvin	Hyvä varsinkin pienillä näytöillä
Pudotusvalikko	Ei sovellu	Voi korvata valikolla tai välilehdillä
Välilehdet	Soveltuu hyvin	Hyvä varsinkin isoilla näytöillä
Rakennepuu	Ei sovellu	Vie liikaa tilaa, voi korvata pinolla tai välilehdillä
Vierityspalkki	Ei sovellu	Ei koko sivun vierittämiseen. Jos pienten alueiden vieritystä tarvitaan, tulee käyttää vieritysnäppäimiä
Lista	Tarvittaessa	Korkeammat elementit keskellä listaa helpottavat sormella osumista (ns. drumlista)
Taulukko	Tarvittaessa	Vältä liikaa monimutkaisuutta
Pino	Tarvittaessa	Jos tarvitaan syvää hierarkista rakennetta
Lomake	Tarvittaessa	Tekstinsyöttöä tulee välttää
Ikkunointi	Ei sovellu	Käytä vain yhtä koko näytön kokoista ikkunaa

alun perin suunniteltu näppäimistöllä ja hiirellä käytettäville tietokoneille. Kosketusnäyttöjen arkipäiväistyessä on luonnollista, että uusia elementtejä suunnitellaan myös pelkästään kosketusnäytön lähtökohdista. Aiheesta on jo tehty tutkimusta, mutta sen tulokset eivät ole levinneet yleiseen käyttöön.

Rajasin tutkimuksen ulkopuolelle muun muassa osoitintikulla käytettävät kosketusnäytöt, sekä usean kosketuspisteen yhtä aikaa tunnistavat näytöt. Jatkossa kannattaa selvittää, miten nämä vaikuttavat kosketusnäytön käytettävyyteen. On täysin mahdollista, että käyttäjän on luonnollisempaa käyttää osoitinta kuin sormeaa kaksoisklikkauksiin tai että multitouchin yleistyminen tekee näytölle piirrettävien elementtien käytöstä luontevaa.

Viimeinen avoimeksi jäävä aihealue liittyy kosketuspinnan ja kiinteitä näppäimiä yhdistävän laitteen suunnitteluun. Entistä useampiin elektroniikkalaitteisiin, esimerkiksi kaukosäätimiin, liitetään pieniä kosketusnäyttöjä, joita käytetään yhdes-

sä kiinteiden näppäinten kanssa. Oman kokemukseni mukaan käyttäjä jää helposti käyttämään joko kosketusnäyttöä tai kiinteitä näppäimiä, mutta näiden välillä vaihtaminen ei suju luontevasti. Näin ollen tulisi selvittää, onko kosketusnäyttöjen ja kiinteiden näppäimien yhdistäminen samaan laitteeseen järkevää ja kuinka käyttäjää tulisi ohjata siirtymään huomaamattomasti kiinteiden ja virtuaalinäppäinten välillä.



## Viitteet

- Albinsson, P.-A. ja Zhai, S. (2003), High precision touch screen interaction, ‘CHI ’03: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems’, ACM, New York, NY, USA, s. 105–112.
- Aoki, P. M., Hurst, A. ja Woodruff, A. (2001), Tap tips: lightweight discovery of touchscreen targets, ‘CHI ’01: CHI ’01 extended abstracts on Human factors in computing systems’, ACM, New York, NY, USA, s. 237–238.
- Apple Inc. (2009), ‘Apple iphone’. [Verkossa; haettu 6-maaliskuu-2009].  
**URL:** <http://www.apple.com/>
- Baldus, T. ja Patterson, P. (2008), ‘Usability of pointing devices for office applications in a moving off-road environment’, *Applied Ergonomics* **39**(6), s. 671 – 677.  
**URL:** <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V1W-4S02DBM-1/2/088ad56e2bfff0b251180433a89f7beb>
- Baudisch, P. ja Chu, G. (2008), ‘The performance of hand postures in front-and back-of-device interaction for mobile computing’, *International Journal of Human-Computer Studies* **66**(12), s. 857 – 875.
- Brewster, S. (2002), ‘Overcoming the lack of screen space on mobile computers’, *Personal Ubiquitous Comput.* **6**(3), s. 188–205.
- Buxton, W., Hill, R. ja Rowley, P. (1985), ‘Issues and techniques in touch-sensitive tablet input’, *SIGGRAPH Comput. Graph.* **19**(3), s. 215–224.
- Forlines, C., Wigdor, D., Shen, C. ja Balakrishnan, R. (2007), Direct-touch vs. mouse input for tabletop displays, ‘CHI ’07: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems’, ACM, New York, NY, USA, s. 647–656.
- Fukumoto, M. ja Sugimura, T. (2001), Active click: tactile feedback for touch panels, ‘CHI ’01: CHI ’01 extended abstracts on Human factors in computing systems’, ACM, New York, NY, USA, s. 121–122.
- Hoggan, E. ja Brewster, S. (2007), Designing audio and tactile crossmodal icons for mobile devices, ‘ICMI ’07: Proceedings of the 9th international conference on Multimodal interfaces’, ACM, New York, NY, USA, s. 162–169.
- Hoggan, E., Kaaresoja, T., Laitinen, P. ja Brewster, S. (2008), Crossmodal congruence: the look, feel and sound of touchscreen widgets, ‘IMCI ’08: Proceedings of the 10th international conference on Multimodal interfaces’, ACM, New York, NY, USA, s. 157–164.
- Huang, H. ja Lai, H.-H. (2008), ‘Factors influencing the usability of icons in the lcd touchscreen’, *Displays* **29**(4), s. 339 – 344.  
**URL:** <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V01-4PX7B6S-3/2/b482f58f628ddf5d392e638538dce1a3>

- Karlson, A. K. ja Bederson, B. B. (2007), Thumbspace: generalized one-handed input for touchscreen-based mobile devices, 'Proc. INTERACT 2007', Springer, s. 324–338.
- Koskinen, E. (2008), Optimizing tactile feedback for virtual buttons in mobile devices, Master's thesis, Teknillinen Korkeakoulu.
- Kristoffersen, S. ja Ljungberg, F. (1999), "making place" to make it work: empirical explorations of hci for mobile cscw, 'GROUP '99: Proceedings of the international ACM SIGGROUP conference on Supporting group work', ACM, New York, NY, USA, s. 276–285.
- Leung, R., MacLean, K., Bertelsen, M. B. ja Saubhasik, M. (2007), Evaluation of haptically augmented touchscreen gui elements under cognitive load, 'ICMI '07: Proceedings of the 9th international conference on Multimodal interfaces', ACM, New York, NY, USA, s. 374–381.
- Maybury, M. T. ja Wahlster, W., eds (1998), *Readings in intelligent user interfaces*, Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA.
- Parhi, P., Karlson, A. K. ja Bederson, B. B. (2006), Target size study for one-handed thumb use on small touchscreen devices, 'MobileHCI '06: Proceedings of the 8th conference on Human-computer interaction with mobile devices and services', ACM, New York, NY, USA, s. 203–210.
- Potter, R. L., Weldon, L. J. ja Shneiderman, B. (1988), Improving the accuracy of touch screens: an experimental evaluation of three strategies, 'CHI '88: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems', ACM, New York, NY, USA, s. 27–32.
- Poupyrev, I. ja Maruyama, S. (2003), Tactile interfaces for small touch screens, 'UIST '03: Proceedings of the 16th annual ACM symposium on User interface software and technology', ACM, New York, NY, USA, s. 217–220.
- Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S. ja Carey, T. (1994), *Human-Computer Interaction*, Addison-Wesley.
- Shneiderman, B. (1991), 'Touch screens now offer compelling uses', *Software, IEEE* **8**(2), s. 93–94, 107.
- Shneiderman, B. (1998), *Designing the user interface*, 3. painos, Addison-Wesley.
- Vaughan-Nichols, S. J. (2007), 'New interfaces at the touch of a fingertip', *Computer* **40**(8), s. 12–15.
- Waloszek, G. (2000), 'Interaction design guide for touchscreen applications'. [Verkossa; haettu 19-helmikuu-2009].  
**URL:** <http://www.sapdesignguild.org/resources/TSDesignGL/>
- Yee, K.-P. (2004), Two-handed interaction on a tablet display, 'CHI '04: CHI '04 extended abstracts on Human factors in computing systems', ACM, New York, NY, USA, s. 1493–1496.