

Ilkka Hyvönen

## **Työpöytävirtualisoinnin käyttäjäkokemuksen analysointi**

**Elektroniikan, tietoliikenteen ja automaation tiedekunta**

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi  
diplomi-insinöörin tutkintoa varten Espoossa 15.10.2010.

**Työn valvoja ja ohjaaja:**

Dosentti Kalevi Kilkki



**Aalto-yliopisto**  
Teknillinen korkeakoulu

Tekijä: Ilkka Hyvönen

Työn nimi: Työpöytävirtualisoinnin käyttäjäkokemuksen analysointi

Päivämäärä: 15.10.2010

Kieli: Suomi

Sivumäärä: 6+66

Elektroniikan, tietoliikenteen ja automaation tiedekunta

Tietoliikenne- ja tietoverkkotekniikan laitos

Professori: Tietoverkkotekniikka

Koodi: S-38

Valvoja ja ohjaaja: Dosentti Kalevi Kilkki

Työpöytävirtualisointi on tekniikka jossa suuri osa tietokoneen käyttäjien tarvitsemasta tiedonkäsittelykapasiteetista sijaitsee verkossa olevissa palvelimissa, toisin kuin nykyisessä mallissa jossa suuri osa kapasiteetista sijaitsee käyttäjien päätelaitteissa. Työpöytävirtualisoinnilla käyttäjät voivat suorittaa ohjelmia joko ns. kevyellä asiakaspäätteellä (engl. thin client) tai tavallisella tietokoneella, jotka ovat suorituksen aikana yhteydessä palvelimeen. Tämän työn tarkoituksena on selvittää kuluttajille suunnatun virtualisointipalvelun tarjoamaa käyttäjäkokemusta loppukäyttäjille, palvelun tarjoamaa ajan ja vaivan säästöä sekä arvioida yksityisyyden ja tietoturvan vaikutusta käyttäjiin. Tavoitteena oli lopuksi kehittää kuvaava malli, jolla pyritään arvioimaan rahallisesti palvelun nettohyötyä käyttäjille.

Oikealla tavalla toimiessaan palvelussa esiintyy vikatilanteita sekä hitautta tavallista tietokonetta vähemmän, ja tiedon katoamista ja muita ongelmia voidaan vähentää. Käyttäjillä saattaa aluksi olla yksityisyyden uhan tunnetta sekä mahdollisten tietoturva- ja luotettavuusongelmien aiheuttamaa epämukavuutta. Vähitellen skeptisyys kuitenkin vähenee jos palvelu toimii ongelmitta. Palvelun lanseerauksen yhteydessä asiakkaiden skeptisyys voi kuitenkin olla merkittävä haaste.

Tuotteen nettohyöty on tyypillisellä käyttömäärällä yli 1000 euroa kuukaudessa. Palvelun käyttöaika on suuri verrattuna muihin palveluihin, ja nettohyöty lasketaan ns. nollatasosta. Nettohyötyyn tulee vielä muitakin kustannuksia ja nettohyöty on yleensä moninkertainen palveluiden hinnoitteluun verrattuna. Palvelun eduista huolimatta sen ei pitäisi olla hinnaltaan merkittävästi tavallista tietokonetta kalliimpi käyttää, koska kuluttajat ovat herkkiä hintojen suhteen.

Avainsanat: Käyttäjäkokemus, Työpöytävirtualisointi, Virtualisointi, DaaS, Desktop as a Service, Pilvipalvelu, Pilvilaskenta, Cloud Computing

Author: Ilkka Hyvönen

Title: User Experience Analysis of a Desktop Virtualization Service

Date: 15.10.2010

Language: Finnish

Number of pages: 6+66

Faculty of Electronics, Communications and Automation

Department of Communications and Networking

Professorship: Networking Technology

Code: S-38

Supervisor and instructor: Docent Kalevi Kilkki

Desktop virtualization is a technology where most of the computing capacity required by users is located in servers in the network, whereas nowadays most of the capacity is located in user terminals. With desktop virtualization, users can run applications with a thin client, or an ordinary computer, which are connected to a server during the usage. The purpose of this thesis is to analyze the user experience that is offered by desktop virtualization for the end users, the time and effort saved by the users, and to analyze the effect of privacy and security on users. The aim is to develop a descriptive model to analyze the monetary net benefit for the user.

When the service is working correctly, there will be less problems and slowness than with a normal computer, and data loss and other problems can also be reduced. The users might feel loss of privacy at first, and they might feel uncomfortable because of the possible data security and reliability issues. The skepticism will decrease if the service will work without any problems. The customer skepticism might still be a challenge when launching the service.

The net benefit with a typical amount of use is over 1000 Euros per month. The usage time is large compared to other service, and the net benefit is calculated from so-called zero level. There will be other costs for the users, and net benefit is usually many times the price of a service. Despite the benefits the service should not be much more expensive to use than an ordinary computer, because customers are sensitive to pricing.

Keywords: User Experience, Desktop Virtualization, Virtualization, DaaS, Desktop as a Service, Cloud Computing, Cloud Service

## Esipuhe

Tämä diplomityö on tehty Aalto-yliopiston Teknillisen Korkeakoulun Tietoliikenne- ja Tietoverkkotekniikan laitokselle. Työ liittyy Finnet-ryhmän Supermatrix-projektiin, jossa tutkitaan mahdollisuutta tarjota työpöytävirtualisointia palveluna kuluttajille sekä pienille ja keskisuurille yrityksille. Työn tarkoituksena oli arvioida palvelua laitoksellamme kehitettyjen menetelmien pohjalta itsenäisesti. Finnetiltä saimme opastusta esimerkiksi palvelun tekniseen toteutukseen liittyen, mutta tutkimus on tehty täysin riippumattomasti.

Haluan kiittää työn ohjaajaa ja valvojaa, Kalevi Kilkkiä, kiinnostavasta diplomityöaiheesta sekä opastuksesta ja kommentteista työhön liittyen. Opastuksesta on ollut paljon hyötyä erityisesti psykologiaan ja ihmisen päätöksentekoon liittyvissä asioissa. Kiitokset myös Finnet-ryhmän Tero Kauppiselle projektin esittelystä ja mahdollisuudesta työskennellä aiheen parissa.

Lopuksi haluaisin kiittää ystäviäni ja perheittäni tuesta ja kannustuksesta opiskeluaikana ja työtä kirjottaessa.

Otaniemi, 15.10.2010

Ilkka Hyvönen

# Sisältö

<b>Tiivistelmä</b>	<b>ii</b>
<b>Tiivistelmä (englanniksi)</b>	<b>iii</b>
<b>Esipuhe</b>	<b>iv</b>
<b>Sisällysluettelo</b>	<b>v</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>1</b>
1.1 Työpöytävirtuaalisoinnin määritelmä ja tausta . . . . .	2
1.2 Palvelun kuvaus . . . . .	4
1.3 Tutkimusongelma . . . . .	5
<b>2 Tutkimusaineisto ja -menetelmät</b>	<b>7</b>
2.1 Tutkimusaineisto . . . . .	7
2.2 Tutkimusmenetelmät . . . . .	7
<b>3 Aikaisempi tutkimus</b>	<b>9</b>
3.1 Teknologian hyväksymismallit . . . . .	9
3.2 Innovaatioiden diffuusioteoria . . . . .	11
3.3 Käytettävyys . . . . .	12
3.4 Käyttäjäkokemus ja turhautuminen . . . . .	14
3.5 Yleisimmät vikatilanteet . . . . .	15
3.6 Internetin käyttötarkoitukset . . . . .	17
3.7 Yksityisyyden vaikutus käyttäjiin . . . . .	17
<b>4 Kyselytutkimus</b>	<b>20</b>
4.1 Kyselytutkimuksen esittely . . . . .	20
4.2 Vikatilanteet . . . . .	21
4.3 Tietoturva ja yksityisyys . . . . .	25
<b>5 Ostopäätöksiä ja käytön ennustaminen</b>	<b>27</b>
5.1 Mallin osat . . . . .	27
5.2 Käyttäjien ryhmittely . . . . .	28
5.3 Asiakkaiden ostopäätöksiä mallintaminen . . . . .	31
5.4 Esimerkkilaskelma ostopäätöksestä . . . . .	36
5.5 Yksityisyyden vaikutus asiakkaisiin . . . . .	38
5.6 Palvelun hyödyn muodostuminen . . . . .	40
5.7 Nettohyödyn laskeminen . . . . .	42
5.8 Ajan ja toiminnan arvon laskeminen . . . . .	45
5.9 Esimerkkilaskelma nettohyödyn laskemisesta . . . . .	47
<b>6 Tulokset</b>	<b>50</b>
6.1 Keskustelua . . . . .	52

<b>7 Yhteenveto</b>	<b>55</b>
<b>Viitteet</b>	<b>58</b>
<b>Liite A</b>	<b>63</b>

# 1 Johdanto

Tämän luvun tarkoituksena on esitellä mitä tarkoittaa työpöytävirtualisointi ja mihin sitä tarvitaan. Lisäksi tässä luvussa esitellään kuvaus palvelusta ja sen toteutustavasta lyhyesti. Luvun lopuksi esitellään tutkimusongelma tarkemmin. Toisessa osassa esitellään aiheeseen liittyvä taustatieto ja aikaisempi kirjallinen aineisto jota hyödynnetään tutkimuksessa. Taustatutkimus sisältää kirjallisuutta eri aihepiireistä, kuten teknologian käyttöönottoa ja käyttöä kuvaavia malleja ja tutkimuksia käyttäjien yksityisyyteen liittyvistä päätöksistä. Seuraavassa osassa esitellään käyttöä ja ostopäätöksiä kuvaava malli sekä käyttäjien ryhmittely. Viimeisessä osassa esitellään tutkimuksen tulokset ja yhteenveto.

Tietokone on nykypäivänä useimmille ihmisille välttämätön työväline, ja tulevaisuudessa sen merkitys todennäköisesti vain kasvaa entisestään. Eduista huolimatta tietokoneet ovat kuitenkin monimutkaisia, alttiita vikatilanteille, ja monille ihmisille vaikeita ymmärtää. Esimerkiksi monille ikääntyneille kynnyks tietokoneen käyttöönottoon on korkea, mikä saattaa tulevaisuudessa aiheuttaa jopa yhteiskunnasta syrjäytymistä. Käytettävyystudkimus on yleistynyt viime vuosina, mutta se liittyy usein käyttöliittymäsuunnitteluun. Käytettävyyttä huonontavat tietokoneissa myös muut osa-alueet, kuten hitaus tai kaatumiset.

Tietokoneen ylläpitämiseen kuluu paljon aikaa ja vaivaa, eikä kaikilla käyttäjillä ole siihen vaadittavia taitoja. Ohjelmien asentaminen, virustorjunta ja muut asiat tuottavat monille ongelmia, vaikka tietokoneita on jo lähes kaikissa kotitalouksissa. Lisäksi tietoturvaongelmat ovat kasvaneet viime vuosina merkittäväksi ongelmaksi, eikä kaikilla käyttäjillä ole välttämättä taitoja hallita tietoturva-asetuksia. Erilaiset vikatilanteet ja huono käyttöliittymäsuunnittelu voivat aiheuttaa turhautumista, mikä johtaa huonoon käyttökokemukseen. Tietokoneen käyttäjistä suurin osa ei ole kiinnostunut teknisestä suorituskyvystä, jos se on riittävällä tasolla tehtävien suorittamiseen. Parempi käytettävyys sen sijaan tarjoaisi kaikille käyttäjille lisäarvoa, joten on tärkeää, että tulevaisuudessa käytettävyyteen panostetaan palveluiden suunnittelussa entistä enemmän. Tietokoneen käyttömäärät kuukaudessa ovat merkittäviä, joten parantunut käytettävyys tuottaa merkittävästi hyötyä käyttäjille.

Työpöytävirtualisointi on yksi ratkaisu jolla voidaan vähentää tietokoneen vikatilanteita, ylläpitämisen vaivaa ja tietoturvaongelmia. Työpöytävirtualisoinnissa tietokoneen käyttöjärjestelmä suoritetaan palvelimilla tavallisen kotitietokoneen sijaan, jolloin työpöytä voidaan tarjota käyttäjille ylläpidon ja asennuksen sisältävänä palveluna. Tekniikkaa on käytetty jonkin verran yrityksissä, koska tietokoneen ylläpito on kallista ja vaatii paljon työvoimaa [1]. Tekniikkaa ei ole juurikaan tarjottu kuluttajille, koska palvelun toteuttaminen on aiemmin ollut hankalaa ja kuluttajien käyttämät sovellukset ovat haastavampia virtualisoinnin kannalta. Työpöytävirtualisointi vaatii että palvelinkeskuksen ja asiakaspäätteiden välillä ei ole suurta viivettä, mikä on helppo toteuttaa esimerkiksi yrityksen lähiverkossa, koska etäisyydet ovat pieniä ja yksityinen verkko on Internetiä helpommin hallittavissa. Kuluttaja-

ratkaisussa vaaditaan nopeita verkkoyhteyksiä ja Internetiä parempaa luotettavuutta. Internet toimii ns. Best Effort -periaatteella, jossa verkko ei takaa minkäänlaista palvelunlaatua, pientä viivettä, tai että paketit toimitetaan perille. Yhteyden huono laatu voisi huonontaa työpöytävirtualisoinnin käytettävyyttä tai estää käytön kokonaan.

## 1.1 Työpöytävirtualisoinnin määritelmä ja tausta

Työpöytävirtualisoinnissa tiedonkäsittelykapasiteetti siirtyy pois verkon reunalta. Tietokoneiden alkuaikoina käyttöjärjestelmä ja ohjelmat suoritettiin usein suurtietokoneissa, ja käyttäjät operoivat keskuskonetta tekstipohjaisilla päätteillä [2]. Tekstipohjaisissa päätteissä ei suoritettu laskentaa, vaan ne pelkästään välittivät käyttäjän komennot suurkoneelle ja näyttivät tulokset näytöllä. Vähitellen tietokoneiden koko pieneni, laskentakapasiteetti kasvoi ja hinta laski. Markkinoille tuli hinnaltaan myös kuluttajille soveltuvia mikrotietokoneita, mikä johti tiedonkäsittelykapasiteetin siirtymiseen vähitellen päätelaitteisiin [2]. Mikrotietokoneissa käyttöjärjestelmä ja sovellusohjelmat suoritetaan paikallisesti, samalla tavalla kuin nykypäivänäkin. Viime vuosina virtualisointitekniikan kehittyminen, verkkopohjaiset sovellukset ja edulliset verkkoyhteydet ovat mahdollistaneet pilvilaskennaksi kutsutun liiketoimintamallin. Pilvilaskentapalveluissa voidaan tarjota ohjelmistoja, laitteistokapasiteettia tai ohjelmistoalusta palveluna Internetissä. Tiedonkäsittelykapasiteetti on siirtynyt osittain verkon reunalta verkon keskiosiin, ja se koostuu usein maantieteellisesti eri paikoissa sijaitsevista palvelimista.

Pilvilaskentamallissa palvelun toteutustapa ja infrastruktuuri on yleensä asiakkaille näkymätön, ja he maksavat palveluissa vain käyttämästään kapasiteetista. Yksi palveluiden toteutuksen kannalta merkittävä teknologia on virtualisointi, mikä tarkoittaa laitteiston resurssien jakamista toisistaan eristetyiksi virtuaalikoneiksi. Virtualisoinnilla monta käyttäjää pystyy käyttämään samaa tietokonetta toisistaan riippumatta. Palveluntarjoaja voi saavuttaa korkean käyttöasteen infrastruktuurille, koska kapasiteetti voidaan jakaa usealle asiakkaalle. Hyödyntämällä virtualisointia palveluntarjoaja voi saavuttaa jopa 5-7 kertaisia mittakaavaetuja mm. sähkön, Internet-yhteyksien ja palvelinlaitteistojen hinnoissa verrattuna siihen, että asiakkaat omistaisivat itse tarvitsemansa infrastruktuurin Asiakkaiden näkökulmasta palvelut ovat joustavia ja skaalautuvia. Pilvilaskentaan liittyy myös haasteita kuten luotettavuus ja turvallisuus.[3]

Pilvilaskentamalli mahdollistaa sovellusten lisäksi esimerkiksi koko käyttäjän työpöydän tarjoamisen palveluna. Kun käyttäjän työpöytä tarjotaan pilvilaskentamallin tapaan palveluna, joka sisältää tietokoneen asennuksen ja ylläpidon, puhutaan Desktop as a Service:stä [4]. Tekninen toteutus perustuu työpöytävirtualisointiin, jossa virtualisoidut palvelimet ajavat tavallista kotitietokoneen käyttöjärjestelmää. Käyttäjän päätelaitteessa suoritetaan asiakasohjelmistoa, mikä voi olla esimerkiksi Internet-selain tai erillinen sovellusohjelma. Asiakasohjelmisto välittää



käyttäjän komennot palvelimelle ja näyttää työpöydän reaaliaikaisesti näytöllä samalla tavalla kuin tavallisessa kotitietokoneessa. Päätelaitteena voidaan käyttää tavallista kotitietokonetta tai niin sanottua kevyttä asiakaspäätettä, joka on tavalliseen tietokoneeseen verrattuna yksinkertaisempi ja edullisempi [2].

Työpöytävirtuaalisointi tarjoaa monia etuja käyttäjille:

- Ylläpitoon ja asennukseen kuluu vähemmän aikaa ja rahaa koska se voidaan tehdä keskitetysti [1]
- Automaattiset ja keskitetyt päivitykset säästävät aikaa ja rahaa sekä saattavat parantaa tietoturvaa [2]
- Ylläpidosta vastaavat ammattilaiset ja järjestelmiä voidaan valvoa jatkuvasti [2]
- Palvelimissa voidaan toteuttaa automaattinen varmuuskopiointi ja kahdennus [2]
- Käyttöön riittää yksinkertainen päätelaite, esimerkiksi kevyt asiakaspäätte tai vanha tietokone. Tämä vähentää hankintakustannuksia ja laitteiston asentamiseen kuluvaa aikaa ja vaivaa [1]
- Liikkuvuus, eli työpöytä ei ole sitoutunut päätelaitteeseen. Tämä myös helpottaa päätelaitteiden asentamista [2]
- Päätelaitte on helppo vaihtaa uuteen tarvittaessa ja tiedot säilyvät vaikka päätelaite vahingoittuisi tai varastettaisiin [2]
- Keveiden asiakaspäätteiden käyttö vähentää energiankulutusta [1]

Työpöytävirtuaalisoinnin toteuttamisessa katsotaan myös olevan haasteita:

- Riippuvuus palvelinten ja verkkoyhteyksien luotettavuudesta [1]
- Käyttäjien täytyy luottaa palveluntarjoajaan, ja he saattavat tuntea kontrollin ja yksityisyyden menetystä [1]
- Tavallista korkeammat palvelimien ylläpitokustannukset, jotta saavutetaan korkeatasoinen luotettavuus [1]
- Suorituskyvyn riittävyys ruuhka-aikoina, saatetaan tarvita ylikapasiteettia [3]
- Tiedostojen siirtäminen, jos palveluntarjoajaa vaihdetaan [3]
- Riittävä suorituskyky paljon laskentatehoa vaativiin sovelluksiin [5]
- Joidenkin lisälaitteiden yhteensopivuudessa voi olla ongelmia [5]

## 1.2 Palvelun kuvaus

Supermatrix-palvelussa palvelinkeskus sijaitsee suhteellisen lähellä käyttäjiä. Sijoittamalla palvelimet lähellä asiakkaita voidaan välttyä pullonkaulaongelmilta, joita esimerkiksi IPTV-palvelut, eli tietoverkon välityksellä siirretyt TV-lähetykset (Internet Protocol Television) saattaisivat aiheuttaa. Asiakkaiden ja palvelinkeskuksen väliset yhteydet toteutetaan valokuiduilla. Runkoverkossa käytetään MPLS-tekniikkaa (Multi Protocol Label Switching), jolla voidaan asettaa viive- ja siirtonopeusvaatimuksia liikennevoille. Työpöytävirtualisoinnille voidaan asettaa korkea prioriteetti jolloin työpöydän viive ei kasva liian korkeaksi, vaikka verkon kuormitus nousee. Runkoverkko käyttää matriisirakennetta, mikä vähentää verkon vika-alttiutta. Vian sattua verkkoliikenne voidaan automaattisesti ohjata vaihtoehtoiselle reitille.

Luotettavuus on keskeinen kriteeri verkkoyhteyksien ja palvelinkeskusten suunnittelussa. Palvelinkeskukset ovat hyvin suojattuja ja niissä on käytössä automaattinen varmuuskopiointi. Käyttäjät pystyvät käyttämään tavallista Windows- tai Linux-käyttöjärjestelmää palvelussa. He voivat asentaa omia ohjelmia kuten tavallisessa tietokoneessa, ja myös ohjelmien vuokraaminen väliaikaiseen käyttöön saattaa olla mahdollista. Käyttöjärjestelmää on mahdollista hallita itse kuten tavallisessa tietokoneessa, tai asiakkaat voivat hyödyntää palveluntarjoajan automaattisia ylläpitopalveluja. Käyttäjät voivat halutessaan salata tiedostonsa ja hoitaa varmuuskopiointin itse.

Palvelun hankinta ja käyttöönotto on suunniteltu käyttäjille mahdollisimman yksinkertaiseksi ja vaivattomaksi prosessiksi. Esimerkiksi laite- ja ohjelmistoasetukset on tehty niin yksinkertaiseksi että käyttäjien ei tarvitse opetella mitään uutta. Työpöytävirtualisoinnissa varsinainen käytön aikainen kokemus pitäisi olla hyvin samanlainen tavallisen tietokoneen kanssa. Käyttöönottoon ei pitäisi liittyä mitään tavalliseen tietokoneeseen verrattuna ylimääräistä, joka voisi olla esteenä käyttäjille. Lisäksi palvelun pitäisi toimia luvattulla tavalla ja käyttäjien yksityisyys pitäisi olla suojattu palvelussa. Kokonaisuutena palvelun kokemus on erilainen tavalliseen tietokoneeseen. Palvelun markkinoinnin kannalta kokeiltavuus on hankalaa, koska sitä on hankala kokeilla ennen hankkimista, eivätkä asiakkaat välttämättä usko palvelun toimivan odotetulla tavalla.

Edellisessä luvussa on lueteltu työpöytävirtualisoinnin etuja käyttäjän näkökulmasta. Tämä tutkimus keskittyy käyttökokemukseen tavallisen käyttäjän näkökulmasta, joten etuja palveluntarjoajan kannalta ei ole tutkittu. Suurin etu palvelussa kuluttajien kannalta on mahdollisuus vähentää tietokoneen ylläpitoon kuluva aikaa ja parantaa turvallisuutta automaattisten päivitysten ja varmuuskopioiden ansiosta. Kaikilla käyttäjillä ei ole kykyä ratkaista itse tietokoneongelmia, jolloin viat saattavat olla käytön esteenä. Kotitalouksissa tietokoneet korjataan yleensä itse, jolloin korjaamiseen saattaa kulua merkittävästi aikaa ja vaivaa. Työpöytävirtualisointi myös parantaa tietokoneen tietoturvaa. Tietokoneita täytyy uusia tai päivittää muutaman vuoden välein koska uudet pelit, sovellusohjelmat ja käyttöjärjestelmät

vaativat jatkuvasti tehokkaampia laitteistoja. Työpöytävirtualisoinnissa päätelaitteeksi riittää esimerkiksi vanha tietokone tai tavalliseen tietokoneeseen verrattuna yksinkertainen kevyt asiakaspääte, joten työpöytävirtualisoinnilla voidaan säästää rahaa. Työpöytävirtualisoinnin uusia ominaisuuksia kuten sovellusten vuokrausta, käyttäjätilien liikkuvuutta ja varmuuskopiointia ei ole arvioitu tässä tutkimuksessa.

### 1.3 Tutkimusongelma

Palvelun ideana on parantaa tietokoneen käyttökokemusta vähentämällä vikatilanteiden määrä ja vähentää tietokoneen ylläpidon aiheuttamaa vaivaa käyttäjille. Palvelun arvo perustuu säästettyyn aikaan ja vaivaan, mutta tietokoneen vikatilanteisiin ja käytön aikana muihin turhautumista aiheuttaviin asioihin kuluva aikaa ei ole juurikaan tutkittu. Yksi tavoite on siis selvittää kuinka paljon aikaa vikoihin palvelun kohderyhmään kuuluvalla keskivertokäyttäjällä menee aikaa. Käyttäjien ajalle voidaan laskea hinta käyttämällä erilaisen toiminnan arvostamiseen perustuvaa vertailumenetelmää. Tietokoneen ylläpitämiseen kuluva aika voitaisiin käyttää esimerkiksi tehokkaaseen työskentelyyn tai vapaa-aikaan, joten vikatilanteisiin liittyy aina vaihtoehtoiskustannus.

Tietokoneen ongelmatilanteisiin liittyy negatiivisia tunnetiloja kuten turhautuminen, koska vikatilanteet estävät käyttäjää suorittamasta tehtäviä [6]. Negatiiviset tunnetilat vaikuttavat ihmisiin voimakkaammin kuin positiiviset. Ongelmatilanteet vaikuttavat siis vahvasti käyttökokemukseen ja käyttäjien tyytyväisyyteen. Käyttökokemuksen arvo on todennäköisesti suurempi kuin suoran ajansäästön tuoma arvo. Toinen tutkimusongelma on arvioida turhautumisen vaikutusta käyttäjän tyytyväisyyteen, ja arvioida turhautumisen vähentämisen arvoa rahallisesti.

Kolmas tutkimusongelma on tutkia yksityisyyteen ja tietosuojaan liittyviä asioita käyttäjän näkökulmasta. Käyttäjän ja palveluntarjoajan välillä vaaditaan luottamusta, koska tiedon omistaja on käyttäjä, vaikka tieto on palveluntarjoajan hallussa. Käyttäjä ei voi olla varma käyttääkö palveluntarjoaja tietoja eettisesti. Kun koko tietokone on palveluntarjoajan hallinnassa, käyttäjän kontrollin tunne saattaa vähentyä, vaikka tietosuoja olisi todellisuudessa parempi kuin tavallisessa kotitietokoneessa. Oletamme, että palveluntarjoajan palvelu on turvallinen ja että palveluntarjoaja kunnioittaa asiakkaiden yksityisyyttä ja toimii eettisesti. Tässä tutkimuksessa keskitytään käyttäjän havainnoimaan yksityisyyden tasoon eikä palvelun todelliseen yksityisyyden tasoon.

Virtualisointi saattaa näyttää käyttäjän näkökulmasta epävarmalta ratkaisulta, koska järjestelmän luotettavuus on riippuvainen verkkoyhteyksien ja palvelimien luotettavuudesta. Esimerkiksi verkkoyhteyden vikaantuminen voisi teoriassa estää palvelun käyttämisen kokonaan hetkellisesti. Vaikka etäpalveluihin saatetaan suhtautua epäilevästi, viime vuosina palvelut, joissa säilytetään ja käsitellään tietoa Internetissä käyttäjän oman tietokoneen sijasta, ovat yleistyneet huomattavasti.

Internet-selaimella käytettävä sähköposti kuten Microsoftin Hotmail ovat olleet yleisiä jo Internetin alkuaajoista lähtien. Internetin yhteisöpalvelut ja valokuvien jakaminen ovat monille käyttäjille tuttuja. Nykyään esimerkiksi Google Docs mahdollistaa toimistosovellusten suorittamisen käyttäjän WWW-selaimella. Yhä useammat sovellukset ovat siis web-pohjaisia palveluja. On myös mahdollista että käyttäjät kokevat työpöytävirtualisoinnin vain luonnollisena jatkona nykyiselle kehityssuunnalle.

Neljäs tutkimusongelma on käyttäjien ryhmitteleminen. Tietokone on sovelluksena geneerinen, ja mahdollisten käyttötapojen määrä on hyvin korkea. Tietokoneen käyttäjät eroavat toisistaan niin käytettyjen sovellusten, asenteiden, teknisten taitojen kuin käyttömäärän suhteen. Tavoitteena on löytää ryhmiä joilla on erilaisia tarpeita, jotta palvelua voitaisiin räätälöidä käyttäjille. Käyttäjien ryhmittelemisestä on hyötyä palvelun markkinoinnissa ja tuotekehityksessä, jotta palveluja voitaisiin räätälöidä vastaamaan erilaisten asiakkaiden tarpeita.

## 2 Tutkimusaineisto ja -menetelmät

### 2.1 Tutkimusaineisto

Tutkimusaineisto koostuu useiden eri alojen kirjallisuudesta. Tutkimusongelmaa tarkastellaan sekä teknisestä, taloudellisesta että ihmisen näkökulmasta. Työpöytävirtualisointia tutkivaa kirjallisuutta on käytetty lähteenä kuvaamaan työpöytävirtualisoinnin etuja ja haittoja. Tietokonevikojen määrää ja turhautumisen vaikutusta käyttäjiin on tutkittu tietojärjestelmätieteen kirjallisuudessa. Tietojärjestelmätieteestä käsitellään myös teknologian hyväksymismalleja, joita on käytetty apuna arvioidessa teknologian käyttöönottoon liittyviä kriteerejä. Lisäksi tutkimuksessa hyödynnetään erilaisia innovaatioiden leviämistä kuvaavia malleja. On tärkeää ymmärtää miten innovaatiot leviävät sosiaalisessa järjestelmässä, kun kuvataan uuden tuotteen myynnin kehittymistä.

Käyttäjän yksityisyyteen liittyviä päätöksiä arvioitaessa apuna on käytetty sekä tietotekniikan että kansantaloustieteen kirjallisuutta. Psykologi Daniel Kahnemanin teorioita on hyödynnetty arvioitaessa käyttäjien subjektiivisten arvioiden merkitystä osto- ja käyttöpäätöksissä. Kahneman et al. ovat kirjoittaneet myös toiminnan arvostamiseen liittyvän tutkimuksen, jota käytetään apuna ajan arvon laskemisessa. Lisäksi tutkimuksessa on käytetty lähteenä Aalto-yliopiston Teknillisen Korkeakoulun opiskelijoille suorittamaamme kyselytutkimusta, jonka kyselylomake on esitelty Liitteessä A.

### 2.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusongelman ratkaisemiseen käytetään uudenlaista menetelmää, jossa kehitetään malli palvelun käyttökokemuksen arviointiin. Suurin osa tutkimuksesta on tehty taustakirjallisuutta tutkimalla. Palvelu ei ole vielä markkinoilla eikä työpöytävirtualisointia käsittelevää tutkimusta ole oikeastaan kuin teknisestä näkökulmasta, joten työssä on jouduttu soveltamaan erilaisia aiheeseen liittyviä tutkimuksia. Erityisesti palvelun käyttäjäkokemuksen arvioiminen on ollut haastavaa. Tutkimuksessa on käytetty muita verkkopalveluja koskevaa kirjallisuutta arvioimaan käyttäjien suhtautumista yksityisyyden uhkaan.

Tutkimusta varten tehtiin kyselytutkimus, jossa Aalto-yliopiston teknillisen korkeakoulun tietoliikennetekniikan opiskelijoita pyydettiin vastaamaan tietokoneen käyttöön liittyviin kysymyksiin, ja myös pyytämään yhtä henkilöä itsensä lisäksi vastaamaan kyselyyn. Kysely on nähtävissä Liitteessä A. Kysely suoritettiin englanniksi, koska kaikki kyselyyn osallistuneet eivät olleet suomenkielisiä. Kyselyn tarkoituksena oli tutkia tietokoneongelmien esiintymistiheyttä ja vikatilanteisiin liittyviä tuntemuksia. Kyselyllä pyrittiin lisäksi selvittämään suhtautumista erilaisiin Internet-pohjaisiin palveluihin, joissa käyttäjän tiedostoja tai henkilötietoja säilytetään palvelimella Internetissä. Lisäksi kysyttiin lyhyesti taustatietoja, jotta henkilön iän,

sukupuolen ja ammatin mahdollinen vaikutus tuloksiin saataisiin selville. Vaikka kyselytutkimuksen kohderyhmä ei vastaa täysin tutkittavan palvelun kohderyhmää, osaa tuloksista voidaan soveltaa myös tavallisiin käyttäjiin.

Lopulta taustatutkimukseen perustuen kehitetään ostopäätöksiä ja käyttöä kuvaava malli. Mallilla voidaan laskea palvelun nettohyötyä eri parametreilla kuten erilaisella käytön määrällä ja vaivan säästöllä. Mallin tarkoituksena on ottaa huomioon eri käyttäjäryhmien väliset erot ja asiakkaiden tarpeet. Mallissa voidaan kokeilla erilaisten parametrien vaikutusta esimerkiksi myyntiin ja markkinatilanteeseen. Sen avulla on tarkoitus saada tietoa, jota voidaan hyödyntää palvelun markkinoinnissa ja tuotekehityksessä.

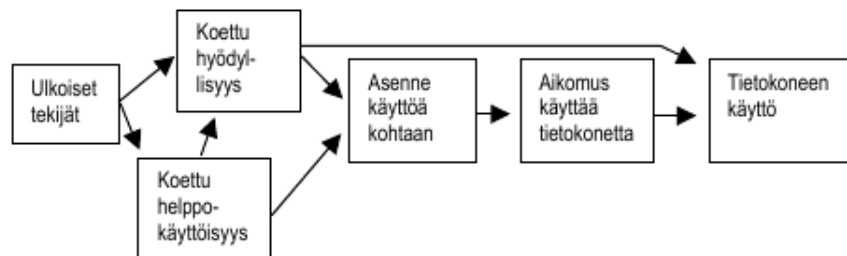
### 3 Aikaisempi tutkimus

Tässä luvussa tarkastelemme ensimmäiseksi erilaisia teknologian hyväksymismalleja, jotka pyrkivät selittämään mitkä tekijät vaikuttavat teknologian hyväksymiseen ja käyttöönottoon. Malleja on tarkoitettu käyttäen pohjana työpöytävirtualisoinnin käyttöönoton kuvaamiseen. Seuraavaksi esittelemme innovaatioiden diffuusioteorian, joka kuvaa millä tavalla tieto innovaatiosta leviää sosiaalisessa systeemissä. Teknologian hyväksymismallit tai innovaatioiden diffuusiomalli eivät kuvaa päätöksentekoa tai ostopäätöksiä tarpeeksi tarkasti, joten niitä ei voi suoraan soveltaa yksittäisen tuotteen käyttöönoton kuvaamiseen. Niitä voidaan kuitenkin käyttää apuna kehittäessä malleja, jotka soveltuvat paremmin tämän tutkimuksen tavoitteisiin. Lopuksi tarkastelemme käyttäjien turhautumista vikatilanteiden vuoksi ja yksityisyyden vaikutusta käyttäjiin.

#### 3.1 Teknologian hyväksymismallit

##### Technology Acceptance Model

Tietokoneiden ja informaatioteknologian hyväksymistä ja käyttöönottoon vaikuttavia tekijöitä selittäviä malleja on kehitetty paljon. Tunnetuin niistä on kuvassa 1 esitelty Davisin TAM- malli (Technology Acceptance Model) [8]. Davisin malli on kehitetty Martin Fishbeinin ja Icek Ajzenin rationaalisen käyttäytymisen mallin pohjalta [9]. Fishbeinin ja Ajzenin mukaan ihmisen käyttäytymisaikomuksiin vaikuttavat asenteet, uskomukset ja normit. Davisin mallissa teknologian käytön koettu hyödyllisyys ja koettu helppokäyttöisyys vaikuttavat asenteeseen, ja asenne taas vaikuttaa käyttöaikomuksiin. Positiivinen asenne käyttöä kohtaan ei kuitenkaan välttämättä johda käyttöön. TAM-malli on kehitetty aikana jolloin kotitietokoneet olivat vielä harvinaisia, ja siinä oletetaan että käyttö ei ole vapaaehtoista. Davisin mallista on kehitetty useita laajennettuja malleja, joissa käytetään hieman eri tekijöitä käytön selittäjinä. Tekijät liittyvät usein toisiinsa, esimerkiksi havaittu helppokäyttöisyys vaikuttaa usein havaittuun hyödyllisyyteen [10]. Lee et al. ovat tutkineet tarkemmin TAM-mallia ja sen pohjalta kehitettyjä malleja sekä niiden rajoituksia [10].



Kuva 1: Davisin Technology Acceptance Model -malli [7]

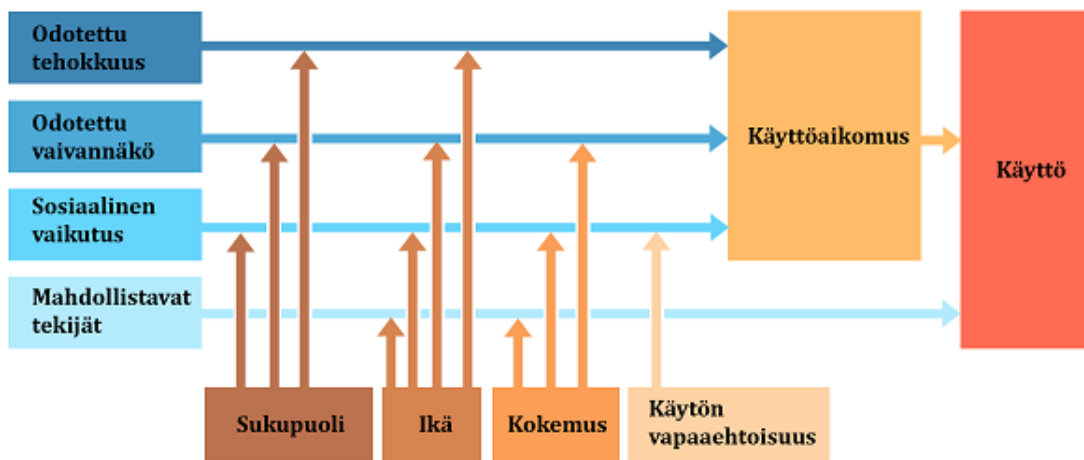
## Unified Theory of Acceptance and Use of Technology

Venkatesh et al. ovat kehittäneet kahdeksan eri teknologian hyväksymismallin perusteella UTAUT -mallin (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology). Tutkijoiden oman selvityksen mukaan malli pystyy selittämään teknologian hyväksymiseen vaikuttavia tekijöitä aikaisempia malleja paremmin [11]. UTAUT-malli on esitelty kuvassa 2.

TAM-malliin verrattuna UTAUT-malliin on lisätty sosiaaliset vaikutukset ja mahdollistavat tekijät muuttujiksi. Mallissa käytön ennustajana pidetään odotettua hyötyä ja tehokkuutta, toisin kuin TAM-mallissa, jossa käyttöönoton ennustajana pidettiin saavutettuja arvoja. UTAUT-mallin päämuuttujat on esitetty alla:

- Odotettu hyöty (Performance Expectancy): Kuinka paljon käyttäjä odottaa teknologian käyttöönoton parantavan työtehokkuutta.
- Odotettu tehokkuus (Effort Expectancy) : Kuinka helppoa käyttäjä uskoo käytön olevan.
- Sosiaalinen vaikutus (Social Influence) : Kuinka paljon käyttäjä uskoo, että tärkeät tai vaikutusvaltaiset henkilöt odottavat hänen käyttävän teknologiaa.
- Mahdollistavat tekijät (Facilitating Conditions) : Miten olemassa olevat puitteet, kuten teknologia ja organisaatio mahdollistavat/helpottavat teknologian käyttöä.

Lisäksi mallissa on neljä parametria, jotka vaikuttavat siihen kuinka voimakas vaikutus edellä mainitulla muuttujilla on: Ikä, sukupuoli, kokemus ja käytön vapaaehtoisuus [11].



Kuva 2: Venkatesh et al:n UTAUT-malli[12]



## 3.2 Innovaatioiden diffuusioteoria

Rogersin kirjassa *Diffusion of Innovations* esitellään innovaatioiden leviämisen prosessia kuvaava malli [13]. Leviämisen prosessi tarkoittaa sitä, miten tieto innovaatiosta leviää yhteiskunnassa. Vaikka innovaatio tarjoaisi selviä etuja aikaisempiin ratkaisuihin verrattuna, esimerkiksi asenteet hidastavat käyttöönottoa, ja käyttöönoton arvioidaan olevan aina huomattavasti hitaampi prosessi kuin tiedon leviäminen [13].

Rogersin mukaan ihmiset voidaan jakaa viiteen eri kategoriaan sen mukaan millä nopeudella he omaksuvat innovaatioita. Esimerkiksi innovoijat ovat huomattavasti nopeampia omaksumaan uutta teknologiaa kuin hitaat omaksujat. Innovatiivisuus ei ole kuitenkaan luonteenpiirre, vaan henkilön innovatiivisuus riippuu tuotekategoriasta. Henkilö saattaa olla innovoija yhdessä tuotekategoriassa, mutta hidas omaksuja toisella kategoriassa. Rogersin viisi teknologian omaksujakategoriaa on esitelty taulukossa 1.

Taulukko 1: Rogersin innovaatioiden diffuusioteorian mukainen luokittelu innovaatioiden omaksujakategorioista [13].

Luokka	Osuus väestöstä	Kuvaus
Innovoijat (innovators)	2 - 3 %	Kaikista varakkaimpia ja koulutettuja, valmiita ottamaan riskejä
Varhaiset omaksujat (early adopters)	10 - 15 %	Korkeampi sosio-ekonominen tausta, korkea sosiaalinen vaikutus
Varhainen enemmistö (early majority)	30 - 35 %	Keskivertoa korkeammista sosio-ekonomisista luokista, käytännöllisiä
Myöhäinen enemmistö (late majority)	30 - 35 %	Skeptisiä, alempi sosio-ekonominen asema
Hitaat omaksujat (laggards)	10 - 20 %	Iäkkäitä, alempi sosio-ekonominen asema, vastustavat innovaatioita

Innovaatioiden diffuusioteorian mukaan sosiaalisilla tekijöillä on merkittävä vaikutus teknologian omaksumiseen. Jos teknologia yleistyy, sen omaksumiseen liittyvät havainnoidut riskit vähenevät ja sosiaalinen paine teknologian omaksumiseen kasvaa [13]. Teorian mukaan ihmisiin vaikuttaa enemmän läheisten ihmisten mielipiteet tuotteista kuin objektiiviset lähteet.

Rogersin teorian mukaan innovaatioiden leviämiseen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa

- Innovaation tarjoama suhteellinen hyöty aiemmin käytössä olevaan välineeseen verrattuna
- Yhteensopivuus kokemusten, arvojen ja tarpeiden kanssa
- Monimutkaisuus

- Kokeiltavuus
- Näkyvyys

Rogersin suhteellinen hyöty muistuttaa TAM-mallin koettua hyödyllisyyttä. Vaikka tuote tarjoaisi korkean suhteellisen hyödyn, innovaation yleistymisen voi hidastua merkittävästi muiden tekijöiden kuten yhteensopivuuden ja monimutkaisuuden takia. Esimerkiksi ensimmäiset kotitietokoneet tarjosivat kirjoituskoneeseen verrattuna korkean suhteellisen hyödyn, mutta niiden käyttäminen on ollut hyvin monimutkaista. Yhteensopivuus on tärkeää, koska innovaatio pyrkii yleensä korvaamaan aikaisemman välineen. Tietokoneiden kehittyessä yhteensopivuus aikaisempien kokemuksien kanssa on mahdollistanut sen, että uusia ohjelmistoversioita on yleensä helppo käyttää, jos on käyttänyt aiempia versioita. Tuotteen pitää luonnollisesti olla yhteensopiva asiakkaan tarpeiden kanssa. Asiakas ei kuitenkaan välttämättä tiedä tarvitsevansa innovaatiota ennen kuin on tutustunut siihen. Innovaation kokeiltavuus on tärkeää erityisesti alkuvaiheessa, kun innovaatio ei ole yleistynyt. Viimeisenä tekijänä innovaatioiden näkyvyys julkisessa kuvassa vaikuttaa innovaatioiden leviämiseen. Innovaatiot jotka näkyvät julkisuudessa enemmän, ovat paremmin ihmisten tietoisuudessa.

Moore on tutkinut innovaatioiden diffuusioteoriaa, ja Mooren tutkimusten mukaan markkinoinnin kannalta on usein hankalaa ylittää kategorioiden eroista johtuvat välit. Erityisesti aikaisten omaksujien ja varhaisen enemmistön välinen kUILU on Mooren mukaan vaikea ylittää [14]. Aikaiset omaksujat etsivät uudenlaisia etuja uusilla ratkaisuilla, mutta enemmistö etsii parannuksia olemassa oleviin asioihin. Enemmistö etsii valmiita ja turvallisia tuotteita, mutta aikaiset omaksujat ovat valmiita hyväksymään uudessa tuotteessa olevat mahdolliset puutteet. Strategiaksi Moore ehdottaa että markkinointi kannattaa keskittää yhteen kategoriaan kerrallaan, ja käyttää kategoriaa perustana markkinoinnille seuraaville ryhmille [14]. Tällä tavalla tuotteen kaupallistamisen eri vaiheissa voidaan keskittyä asiakkaiden tarpeisiin.

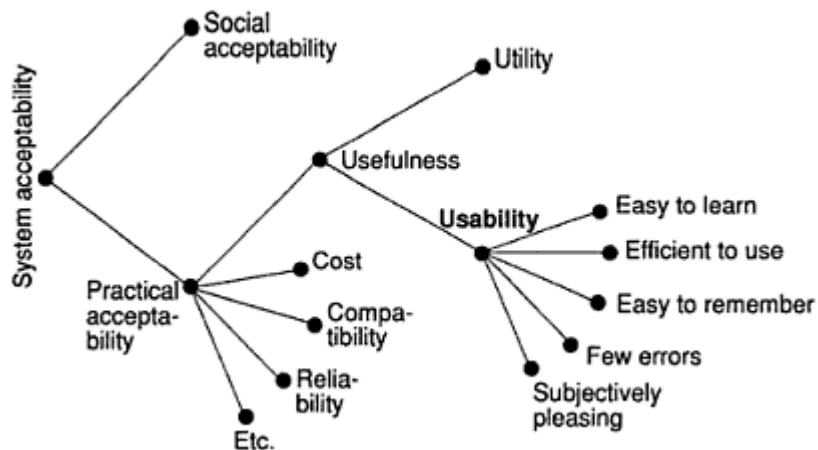
### 3.3 Käytettävyys

Tutkimuksen kannalta on tärkeää määritellä mitä tarkoittaa käytettävyys, ja mitä on hyvä käytettävyys. Esimerkiksi ISO 9241-11 -standardin mukaan käytettävyys on "Se vaikuttavuus, tehokkuus ja tyytyväisyys, jolla tietyt määritellyt käyttäjät saavuttavat määritellyt tavoitteet tietyssä ympäristössä"[15]. Käytettävyys pitää erottaa termistä käyttökokemus (engl. User Experience), mikä tarkoittaa kuinka miellyttävää käyttö on [16]. Käyttökokemus kattaa esimerkiksi ominaisuudet jotka eivät paranna tuotteen hyötyä tai tehokkuutta suoraan, mutta vaikuttavat esimerkiksi käytön hauskuuteen [16].

Käytettävyystudkija Jakob Nielsenin mukaan käytettävyys (engl. Usability) koostuu viidestä komponentista: [17]

1. Opittavuus: Kuinka helposti käyttäjät voivat suorittaa perustehtäviä ensimmäisellä käyttökerralla?
2. Tehokkuus: Kun käyttäjät ovat oppineet käyttämään järjestelmää, kuinka nopeasti he voivat suorittaa tehtäviä?
3. Muistettavuus: Kun kerran käytön oppineet käyttäjät palaavat tauon jälkeen käyttämään järjestelmää, kuinka nopeasti he voivat saavuttaa pätevyyden?
4. Virheet: Kuinka monia virheitä käyttäjät tekevät, kuinka vakavia virheet ovat, ja kuinka helposti he voivat toipua virheistä?
5. Tyytyväisyys: Kuinka miellyttävää käyttö on?

Nielsenin mukaan käytettävyyden lisäksi käyttäjille on tärkeää järjestelmän tarjoama hyöty (Utility), eli suorittaako tuote tehtävän mihin sitä tarvitaan [17]. Hyvästä käytettävyydestä ei ole hyötyä jos tuote ei toteuta haluttuja tehtäviä. Kuva 3 esittää Nielsenin mallia järjestelmän hyväksyttävyydestä. Hyödystä ja käytettävyydestä muodostuu yhdessä tuotteen hyödyllisyys (Usefulness). Hyödyllisyydestä ja muista tekijöistä muodostuu käytännön hyväksyttävyys (Practical Acceptability) ja sosiaalinen hyväksyttävyys (Social Acceptability). Niistä yhdessä muodostuu järjestelmän hyväksyttävyys kokonaisuudessaan (System Acceptability), joka tarkoittaa sitä täyttääkö tuote kaikki sille asetetut vaatimukset [17].



Kuva 3: Jakob Nielsenin mukaan järjestelmän hyväksyttävyyteen vaikuttavat tekijät [17]

### 3.4 Käyttäjäkokemus ja turhautuminen

Tietokoneen käytön tarkoituksena on toteuttaa tietty tehtävä tai täyttää jokin tarve. Hyvä käyttökokemus edellyttää että käyttäjä pystyy suorittamaan tehtävän tehokkaasti ja miellyttävästi. Turhautuminen on tunne, joka syntyy kun ihminen ei pysty suorittamaan tehtävää tai suorittaminen on hankalaa [18]. Vikatilanne luokitellaan tässä tutkimuksessa tapahtumaksi, joka estää käyttäjää suorittamasta haluamaansa tehtävää. Tietokoneen käytössä turhautumista aiheuttavat vikatilanteet, mutta tehtävän suorittaminen voi estyä vaikka tietokone toimisi oikealla tavalla. Käyttäjälle voi aiheutua turhautumista esimerkiksi Internet-sivujen mainoksista tai huonosta käyttöliittymäsuunnittelusta. Myös tietokoneen hidaskäynnistyminen ja hidaskäynnistyminen käyttäjän kommentoihin vaikuttavat käyttökokemukseen. Vikatilanteet voivat aiheutua suoraan käyttäjän toiminnan aikana tekemästä virheestä tai epäsuorasti käyttäjän toiminnasta, kuten laitteiston kaatumisesta.

Negatiiviset kokemukset vaikuttavat ihmisen toimintaan voimakkaammin kuin positiiviset [19]. Pienikin vikatilanne voi siis muuttaa hyvän käyttökokemuksen kokonaisuudessaan selvästi huonommaksi kokemukseksi. Useimmille ihmisille tietokoneen käyttö on välttämätöntä, joten käyttäjät saattavat tyytyä huonoon käyttökokemukseen vaihtoehtojen puuttuessa. Tähän vaikuttaa esimerkiksi se, että käyttäjät eivät koe pystyvänsä vaikuttamaan vikatilanteisiin itse, jos heillä ei ole tarpeeksi käyttötaitoa ja -kokemusta [6]. Huono käyttökokemus kuitenkin laskee tietokoneen tuottamaa arvoa käyttäjälle.

Tietokoneen käytön yhteydessä turhautumista ovat tutkineet mm. Bessiere et al [6]. Turhautumisen tasoon merkittävästi vaikuttavat tekijät on esitelty taulukossa 2. Tutkimusten mukaan merkittävin turhautumiseen vaikuttava tekijä on minäpystyvyys. Minäpystyvyys tarkoittaa tässä yhteydessä käyttäjän käsitystä omista mahdollisuuksistaan vaikuttaa asioihin ja hallita tietokonetta käytön aikana. Se riippuu aikaisemmista käyttökokemuksista ja luottamuksesta omiin tietokonetaitoihin [18]. Aikaisempi huono käyttökokemus voi vaikuttaa yksilöön niin, ettei hän usko hallitsevansa tietokonetta käytön aikana [7]. Tämä voi johtaa huonon käyttökokemuksen myötä käytön välttelyyn ja estää käyttötaitojen kehittymistä.

Tutkimusten mukaan vikatilanteen tapahtumahetken turhautumisen taso korreloi vahvasti tilannekohtaisten tekijöiden, kuten menetetyt ajan, korjaamiseen käytetty ajan ja epäonnistuneen tehtävän tärkeyden kanssa [18]. Käyttöistunnon jälkeiseen mielialaan taas vaikuttaa huomattavasti enemmän minäpystyvyys [6]. Tietokoneen käyttövuosien määrä ei vaikuta juurikaan turhautumiseen, mutta suurempi viikoittainen käyttömäärä vähentää hieman turhautumista [18]. Tutkimusten mukaan esimerkiksi ikä ja sukupuoli eivät vaikuta turhautumiseen [18].

Ceaparu et al. ovat tutkineet turhauttavien kokemusten lähteitä ja määrää tietokoneen käytön aikana. Tulokset sisältävät vikatilanteiden lisäksi myös muut turhauttavat kokemukset käytön aikana, kuten pitkät tiedostojen latausajat Interne-

Taulukko 2: Vikatilanteiden aiheuttaman turhautumisen tasoon vaikuttavien tekijöiden merkitys eri vaiheissa [6]

Ajankohta	Vikatilanne aikana	Istunto aikana	Istunnon jälkeen	Vaikutus päivään
Demografia				
Käyttökokeneisuus				*
Mieliala	*		*	*
Asenteet ja minäpystyvyys	*	*	*	
Tilannekohtaiset tekijät	*			*

tistä. Tutkimus on toteutettu käyttäjien kirjoittamilla päiväkirjoilla turhauttavista kokemuksista. Menetetty aika on määritelty ongelman korjaamiseen ja viasta toipumiseen kuluvana aikana. Käyttäjiltä kuluu 33 - 50 % tietokoneella vietetystä ajasta erilaisiin turhauttaviin kokemuksiin ja niistä toipumiseen. Tutkimuksen mukaan useimmin vikatilanteita tapahtui Internet-selailussa, tekstinkäsittelyssä ja sähköpostia käyttäessä [20]. Yksittäiset vikatilanteet olivat näissä kategorioissa kestoltaan lyhyitä, mutta niitä esiintyi usein koska kyse on eniten käytetyistä sovelluksista. Käyttöjärjestelmästä johtuviin vikoihin aikaa kului 5-10 % käyttöajasta [20]. Työpöytävirtualisoinnilla pystytään vähentämään merkittävästi käyttöjärjestelmän, laitteiston ja sovellusohjelmien aiheuttamia ongelmia, tai ainakin vähentämään vikatilanteiden aiheuttamaa tietojen katoamista ja muita seurauksia.

### 3.5 Yleisimmät vikatilanteet

Tutkimuksen kannalta on myös tärkeää tietää kuinka paljon vikatilanteet vievät aikaa ja mitkä ovat tyypillisiä vikatilanteita. Tarkka selvitys vikatilanteista on kuitenkin hankalaa ilman käyttäjien tarkkailua esimerkiksi käyttöä valvovilla ohjelmistoilla. Erityisesti laitteistovikojen todennäköisyyksistä on kuitenkin valmiiksi saatavilla tietoa.

Ceaparu et al:n käyttäjien turhautumista koskevassa tutkimuksessa selvitettiin myös tietokoneiden vikatilanteiden määrää ja laatua. Käyttäjät vastasivat kyselytutkimukseen, jossa he kirjoittivat vikatilanteen sattuessa aina kuvauksen ongelmasta muistiin. Viat luokiteltiin eri kategorioihin, ja tulokset on esitelty taulukossa 3.

Taulukko 3: Yleisimmät käyttäjien ilmoittamat vikatilanteet Ceaparu et al:n tutkimuksen mukaan. Tapausten esiintymismäärä on sulussa. [20]

Internet	Sovellus	Käyttäjärjestelmä
Aikakatkaistu tai muu yhteysongelma (32) Pitkä latausaika (23) Sivua ei löydetty (17)	Virheilmoitus (35) Jumittuminen (24) Toimintoa ei löydy tai vaikea löytää (23) Kaatuminen (13)	Kaatuminen (16) Odottamaton seuraus (10) Hidas vaste (8) Odottamaton ilmoitus (6) Vähän resursseja (4)
Sähköpostivirhe (Viestiä ei vastaanotettu, lähetetty, tai virhe avattaessa viestiä, 15) Ponnahdusikkunat (13)	Ohjelma ei avaudu tai sulkeudu (13) Odottamaton seuraus (13) Ärsyttävä ominaisuus (12) Odottamaton ilmoitus (6) Tunnistamaton tiedostotyyppi (4) "Blue Screen of Death"(3)	Ohjelmaa ei löydy (4) Odottamaton tai epäonnistunut sammuttaminen (3) Virusongelmat (2) Ohjelmistopäivitys (1) Ei tarpeeksi ohjeistusta (1)
Laitteisto	Muut	
Asennusongelma (8) Tulostinongelmat (5) Hiiriongelma (5)	Kirjoitusvirhe (4) Roskaposti (1)	

Laitteistoviat ovat ohjelmistojen aiheuttamiin ongelmiin verrattuna harvinaisia, mutta niiden seuraukset saattavat olla ohjelmistovikoja huomattavasti vakavampia. Pahin mahdollinen laitteistovika on kovalevyn vikaantuminen, koska se johtaa todennäköisesti tietojen häviämiseen. Googlen laajamittaisen tutkimuksen mukaan alle vuoden vanhojen kovalevyjen vuosittainen vikaantumisprosentti on alle 2 %, mutta 2-4 vuotta vanhoilla kovalevyillä se on noin 8 % [21].

Gartner-konsulttiyhtiön tutkimuksen mukaan suurin osa laitteistovioista johtuu emolevyistä ja kovalevyistä, molempien osuus on noin 25-45% vioista [22]. Tutkimuksen mukaan laitteistovika on mikä tahansa vika joka vaatii komponenttien korvaamista, eli se sisältää esimerkiksi vahingossa hajonneet näytöt ja näppäimistöt. Ensimmäisen vuoden aikana laitteistovikoja esiintyi 5-7 %:issa pöytäkoneista, ja 4. vuoden aikana 12-15%:issa. Kannettavista tietokoneista ensimmäisenä vuonna vika esiintyi 15-20 %:issa, ja 4. vuonna 22-28 %:issa tietokoneista. [22].

Laitteiston luotettavuus koostuu kolmesta erillisestä tekijästä. Elinkaaren alkuvaiheissa komponenttien valmistusviat lisäävät vikaantumistodennäköisyyttä. Toisena ovat satunnaiset viat, joiden todennäköisyys on vakio laitteiston elinkaaren aikana. Kolmantena tekijänä ovat laitteiston ikääntymisestä johtuvat viat, joiden todennäköisyys kasvaa kohti elinkaaren loppua. Vikaantumistodennäköisyys elinkaaren aikana muistuttaa U-kirjaimen muotoista käyrää. Erityisesti komponentit joissa on liikkuvia osia, kuten kovalevyt, ovat alttiita ikääntymiselle. [23]

### 3.6 Internetin käyttötarkoitukset

Tutkimuksessa selvitettiin lisäksi mihin tarkoituksiin eri ikäiset käyttävät tietokoneita, ja millaiset sovellukset ovat yleisimpiä, josta on apua käyttäjien ryhmittelyssä. Kyselytutkimuksessa selvitettiin myös sovellusohjelmien käyttöä, mutta tutkimukseen vastaajien oletettiin olevan tehokäyttäjiä. Tilastokeskuksen mukaan Internetin käytön yleistymisen on pysähtynyt vuonna 2008. Tutkimuksen mukaan keväällä 2009 Internetiä käytti päivittäin tai lähes päivittäin 16-74-vuotiaista 82 % [24]. Käytön useus on käänteisesti verrannollinen ikään. Esimerkiksi 15-24-vuotiaista käyttäjistä lähes 90 % käyttää Internetiä lähes päivittäin, kun taas 65-74-vuotiaista osuus on alle 70 % [25]. Ikääntyneissä käyttäjissä on siis suuri markkinapotentiaali.

Taulukossa 4 on esitelty Internetin eri käyttötarkoituksia Tilastokeskuksen tutkimuksesta vuodelta 2009. Internetin käyttö on tutkimuksen mukaan useimmiten viestintää ja tiedonhakua. Alle kymmenesosa käyttäjistä lataa verkosta tietokonepelejä, musiikkia tai elokuvia. Oman sisällön luominen ja jakaminen on suhteellisen harvinaista. Käyttösovelluksilla uskotaan olevan selvästi eroja käyttäjäryhmissä. Esimerkiksi nuoremmat ovat tottuneet lataamaan elokuvia ja musiikkia verkosta, pelaamaan verkkopelejä ja luomaan ja jakamaan omaa sisältöä Internetissä. Huomattavan suuri osa käytöstä liittyy erilaisiin Internet-pohjaisiin palveluihin.

### 3.7 Yksityisyyden vaikutus käyttäjiin

Palvelun kannalta on tärkeää tarkastella yksityisyyden suojaa asiakkaiden näkökulmasta. Yksityisyyden uhka saattaa muodostua merkittäväksi tekijäksi ostopäätöksessä, jos asiakkaat kokevat etteivät luota palveluntarjoajaan. Käyttäjien kokemaa yksityisyyden uhkaa koskevat tutkimukset käsittelevät yleensä henkilötietojen keräämistä. Työpöytävirtualisointipalvelussa yksityisyyden ja tietoturvan uhka liittyy enemmän tiedostojen tallentamiseen palvelimille, joten henkilötietoja koskevia tutkimuksia voi soveltaa tässä tutkimuksessa vain osittain. Tutkimuksessa oletetaan kuitenkin, että sekä henkilötietojen että yksityisten tiedostojen mahdollisesta paljastumisesta aiheutuu samanlainen tunne käyttäjälle. Palvelun toteutuksen oletetaan tässä tutkimuksessa olevan luotettava ja turvallinen. Tämä tutkimus ei keskity mahdollisten tietoturvariskien todennäköisyyteen, vaan tässä tutkimuksessa keskitytään siihen miten asiakkaat kokevat mahdolliset yksityisyyden suojaan liittyvät riskit.

Lähiaikoina Suomessa on tullut ilmi lukuisia suuria tietoturvamurtoja, joissa on paljastunut, että käyttäjien salasanat ovat usein heikkolaatuisia ja samoja salasanoja käytetään useissa palveluissa [27]. Monissa kotitalouksissa langattomat lähiverkot ovat salaamattomia, ja käyttäjät ovat tietämättään jakaneet julkisesti valokuvia ja yksityisiä tietoja Internetin yhteisöpalveluissa. Kuluttajien on vaikea arvioida yksi-

Taulukko 4: Internetin käyttötarkoitukset sen mukaan, kuinka suuri osa käyttäjistä käyttää sovelluksia [26]

Käyttötarkoitus	%
Sähköpostien lähettäminen tai vastaanotto	91
Pankkiasiat	87
Tavaroita ja palveluita koskeva tiedonetsintä	86
Verkkolehtien lukeminen	77
Matka- ja majoituspalvelujen selailu	68
Etsinyt sairauksiin, ravitsemukseen tai terveyteen liittyvää tietoa	68
Tiedonhaku viranomaisten verkkosivuilta	55
Internetradion kuuntelu tai internettelevision katselu	47
Musiikin kuuntelu tai lataaminen verkosta tietokoneelle	42
Blogien lukeminen	41
Virallisten lomakkeiden lataaminen tietokoneelle	38
Koulutus- ja kurssitarjonnan etsintä	38
Pikaviestien käyttö	37
Verkkokaupasta ostaminen	37
Ohjelmien lataaminen omalle tietokoneelle	34
Viestien kirjoittaminen keskustelupalstoille tai uutisryhmiin	33
Työn etsiminen tai työpaikkahakemusten lähettäminen	29
Itse tuotetun sisällön lataaminen mille tahansa sivustolle jakamista varten	22
Käytettyjen tavaroiden ostaminen internetin tavarapörseistä	20
Internet-puhelut	17
Omien tavaroiden, tuotteiden ja palvelujen myynti internetin tavarapörseissä	16
Verkko-opiskelu	16
Pelien pelaaminen verkossa	14
Jonkin verkkojulkaisun tai uutispalvelun vakituinen tilaaminen	12
Videoneuvottelu	10
Pelien lataaminen verkosta tietokoneelle	8
Käyttänyt ns. vertaisverkkoa elokuvien tai musiikin yms. vaihtamiseen	8
Oman blogien luominen tai ylläpito	5

tyisyyteen vaikuttavien päätöksen seurauksia, joten he saattavat jättää tietoturvasasiat kokonaan huomioimatta [28]. Verkkopalvelut tarjoavat käyttäjälle hyötyjä ja riskejä, joita käyttäjän pitäisi arvioida ja tehdä yksityisyyteen liittyviä päätöksiä. On todisteita siitä, että yksityisyyden suojaan liittyvät päätökset eivät perustu aina järkiperäisiin päätöksiin, vaan esimerkiksi heuristiikkaan, koska järkiperäinen päätös voisi olla liian monimutkaista tehdä [28]. Käyttäjät saattavat esimerkiksi luovuttaa henkilötietojansa simuloitussa verkkokaupassa, vaikka etukäteen tehdyn haastattelun mukaan he eivät olisi valmiita luovuttamaan kyseisiä tietoja [29].

Acquistin ja Grossklagsin mukaan kolme tekijää vaikeuttavat käyttäjien yksityisyyteen liittyviä päätöksiä [28]:

- Käyttäjä tietää yleensä vain vähän yrityksestä, mutta yrityksellä on asiakkais-



taan paljon tietoja

- Käyttäjän on vaikea arvioida kaikkia päätöksien seurauksia ja riskejä
- Monet psykologiset ilmiöt aiheuttavat puolueellisuutta päätöksissä

Yksi syy, mikä todennäköisesti lisää Facebookin kaltaisten yhteisöpalvelujen käyttöä riskeistä huolimatta, on niiden yleistymisestä seurannut subjektiivinen normi. Työpöytävirtualisoinnin kohdalla hyvät käyttökokemukset ja palvelun yleistymisen voivat siis vähentää käyttäjien havainnoimaa yksityisyyden uhkaa huomattavasti. Riskit havainnoidaan eri tavalla palvelussa johon kaikki ystävätkin luottavat. Koska muut luottavat palveluun ja suostuvat jakamaan tietojansa, on todennäköistä että useimmat käyttäjät eivät vaivaudu arvioimaan riskejä itse. Tilanne on johtanut siihen että erityisesti monet kokemattomat käyttäjät eivät ole asettaneet niissä yksityisyysasetuksia ollenkaan, ja saattavat tietämättään jakaa henkilökohtaisia tietoja. Yhdysvalloissa tehdyn tutkimuksen mukaan viime aikoina käyttäjät ovat kuitenkin tulleet tietoisemmaksi asetuksista [30]. Yhdysvalloissa yhteisöpalvelujen vaaroista on varoitettu mediassa ja lisäksi Facebookin oletusasetukset ovat muuttuneet julkisemmaksi. Siitä huolimatta erityisesti monet Internetin käyttötaidoiltaan kokemattomat eivät ole muuttaneet yksityisyysasetuksia kertaakaan [30].

Useimmat pilvilaskentapalveluiden yksityisyyttä käsittelevät artikkelit käsittelevät yritysten välisiä sopimuksia. Esimerkiksi Jaeger et al. suosittelevat, että pilvilaskentamallissa palveluntarjoajan tulisi tehdä selkeä ja tarkka käyttöoikeussopimus, jossa erilaiset yksityisyyteen liittyvät kysymykset on kuvailtu helposti ymmärrettävällä tavalla ja lyhyesti [31]. Käyttöoikeussopimuksissa pitäisi selittää esimerkiksi kuka omistaa palvelimella sijaitsevat käyttäjän tiedostot, kuka on vastuussa ongelmatapauksissa, ja kuinka tiedostot saadaan siirrettyä palvelusta, jos sopimus irtisanotaan [31]. Usein käyttöoikeussopimukset ovat hankalasti ymmärrettävää lakitekstiä ja jopa kymmeniä sivuja pitkiä, joten käyttäjät eivät lue niitä ollenkaan. Vaikka käyttäjät pitäisivätkin käyttöoikeussopimuksia tärkeinä, on todennäköistä että vain pieni osa käyttäjistä lukee niitä. Tutkimusten mukaan käyttöoikeussopimusten olemassaolo ja saatavuus kuitenkin lisäävät luottamusta vaikka käyttäjillä ei olisi aikomustakaan lukea niitä. Lisäksi palveluiden tarkastettavuus ja auditointimahdollisuus lisäävät käyttäjien luottamusta [31].

## 4 Kyselytutkimus

Suoritimme Aalto-yliopiston Teknillisen Korkeakoulun opiskelijoilla pienimuotoisen kyselytutkimuksen. Opiskelijat ovat kaikki Tietoliikennetekniikan tutkinto-ohjelmasta. Opiskelijoita pyydettiin vastaamaan itse, ja pyytämään myös toista henkilöä vastaamaan kysymyksiin jotka on esitetty Liitteessä A. Kyselytutkimuksen tavoitteena oli selvittää miten opiskelijat suhtautuvat tietokonevikoihin sekä kuinka usein he arvioivat, että vikatilanteita esiintyy. Lisäksi heiltä kysyttiin millä tavalla he suhtautuvat tietoturva- ja yksityisyysasioihin Internetissä.

Teknillisen Korkeakoulun opiskelijoiden oletetaan olevan huomattavasti keskiarvoa kokeneempia tietokoneen käytössä ja suhtautuvan teknologiaan positiivisemmin. Kyselytutkimuksien tuloksia analysoitaessa pitää siis ottaa huomioon, että tulokset eivät välttämättä edusta valtaväestöä. Tietoliikennetekniikan opiskelijoilla on esimerkiksi pakollisia ohjelmointikursseja, ja ylipäättään nuoremmilla sukupolvilla on keskimäärin vanhempiaan paremmat valmiudet tietokoneiden käytössä.

### 4.1 Kyselytutkimuksen esittely

Kyselytutkimukseen vastanneiden keski-ikä oli 26 vuotta. Vastanneista naisia oli 31 % ja miehiä 69%. Aalto-yliopiston Teknillisen Korkeakoulun opiskelijoita oli vastanneista 70 %, muita opiskelijoita 20 % ja loput työssäkäyviä tai työttömiä. Vastaaajissa oli sekä suomalaisia että ulkomaalaisia. Tietokoneen käyttövuosia oli keskimäärin 13, mutta osalla oli alle 10 käyttövuotta. Keskimäärin tietokonetta käytettiin 43 tuntia viikossa. Keskihajonta on 18 tuntia, joten tietokoneen käyttömäärä vaihtelee hyvin paljon. Osa vastaajista käyttää tietokoneita työhön tai opiskeluun mikä nostaa lukua. Internetiä käytettiin viikossa 32 tuntia ja keskihajonta on 18 tuntia.

Taulukko 5: Tietoja kyselytutkimukseen vastanneista.

Ikä (keskiarvo)	26 vuotta	
Käyttövuosia (keskiarvo)	13 vuotta	
Sukupuolijakauma	Naisia 31 %	Miehiä 69 %
Tietokoneen käyttömäärä	Keskiarvo 40 tuntia/vko	Keskihajonta 18 tuntia
Internetin käyttömäärä	Keskiarvo 32 tuntia/vko	Keskihajonta 18 tuntia

Kyselyyn vastanneista kaikki käyttivät tietokonetta Internetin selailuun ja sähköpostin lukemiseen säännöllisesti. Noin 88 % ilmoitti käyttävänsä Microsoft Officea, ja suunnilleen sama osuus kuuntelee musiikkia tai katsoo elokuvia tietokoneella. Huomattava osa nuorista aikuisista siis käyttää tietokonetta nykyään viihteeseen. Noin kolmasosa vastasi käyttävänsä vertaisverkko-ohjelmia, mikä on pieni luku siihen nähden, että moni katsoo elokuvia tai kuuntelee musiikkia tietokoneella. Viihdekäyttö ja vertaisverkkokäyttö on huomattavasti yleisempää kuin tilastokeskuksen tutkimuksessa. Vajaa puolet vastanneista käyttää tietokonetta ohjelmointiin ja noin

10 % käyttää tietokonetta graafiseen suunnitteluun, mikä on huomattavasti keskiarvoa suurempi luku.

## 4.2 Vikatilanteet

Tutkimuksessa haluttiin selvittää kuinka suuri osa käyttäjistä korjaa itse tietokonevikoja. Se kertoo käyttäjien teknisestä taidosta ja suhtautumisesta vikatilanteisiin. Useimmat käyttäjät yrittivät korjata vian joko kokonaan itse, itse ohjekirjan avulla, tai pyysivät tuttua korjaamaan tietokonetta. Muista kuin Teknillisen Korkeakoulun opiskelijoissa oli huomattavasti enemmän sellaisia, jotka eivät itse korjanneet tietokonevikoja. Heidän osuutensa otoksesta on kuitenkin liian pieni antamaan luotettavia tuloksia. Osalla vastaajista oli useita vuosia käyttökokemusta, mutta he ilmoittivat etteivät itse korjaa tietokonevikoja. Tietokoneen yleinen käyttötaito ei kuitenkaan välttämättä tarkoita, että käyttäjä osaisi korjata tietokoneita. Yksi mahdollinen syy on, että heillä on lähipiirissä joku, joka tietää tietokoneista enemmän, joten heidän ei ole täytynyt opetella itse samoja taitoja.

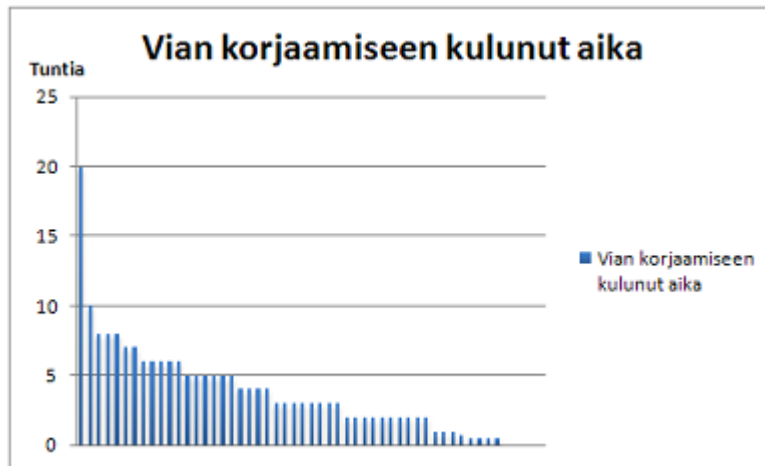
Vastanneilta pyydettiin kuvailemaan pahinta viimeisen vuoden sisällä ilmennytä tietokonevikaa. Tavoitteena oli selvittää millä tavalla ihmiset pystyvät muistamaan yksittäisiä vikatapauksia, jotta saadaan subjektiivinen arvio kokemuksesta vikatilanteen aikana. Kuinka kauan vian ilmenemisestä kesti siihen, kun vika oli kokonaisuudessaan korjattu, kuka vian lopulta korjasi, kuinka paljon omaa aikaa kului korjaamiseen ja kuinka paljon joku muu käytti aikaa korjaamiseen. Viimeisen vuoden aikana esiintyneistä pahoista vioista 62 % korjattiin itse. Kuvassa 4 on esitelty miten vian korjaaja on jakautunut vastauksissa.



Kuva 4: Vian korjaaja viimeisen vuoden aikana sattuneen pahimman vikatapauksen yhteydessä

Käyttäjiltä kului ian korjaamiseen vastaajalta itseltään keskimäärin 3,65 tuntia (standardipoikkeama 3,37 tuntia) ja toiselta henkilöltä 1,44 tuntia (standardipoik-

keama 2,41 tuntia). Vikatapauksiin kulunut aika on esitelty kuvassa 5.



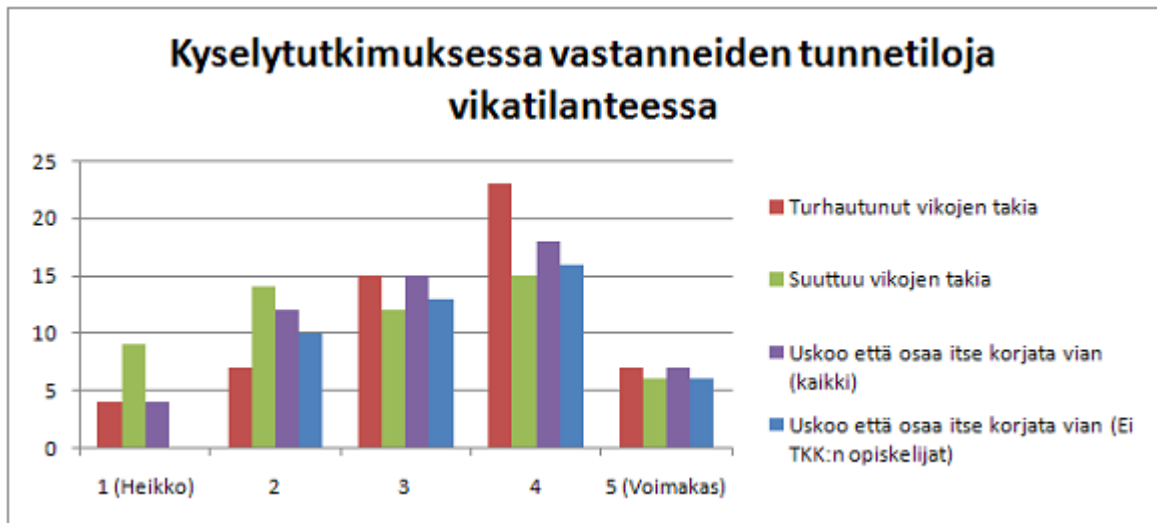
Kuva 5: Jakauma vastauksista vian korjaamiseen kuluneesta ajasta, viimeisen vuoden aikana sattuneen pahimman vikatapauksen yhteydessä

Lisäksi vastanneilta kysyttiin tunnetiloja vian ilmenemisen aikana. Tulokset on esitetty taulukossa 6 ja kuvassa 6. Vastausten perusteella voidaan sanoa, että tietokoneongelmat aiheuttivat voimakkaita tunnetiloja käyttäjissä. Ne, jotka eivät yleensä korjaa itse tietokoneitaan, ilmoittivat korkeampia lukuja suuttumisessa ja turhautumisessa. Tulos vastaa Tuomivaaran tutkimusta, jonka mukaan tietokoneisiin suhtautuminen riippuu kontrollin tunteesta [7]. Vastanneiden usko vian ilmenemishetkellä, että osaa itse korjata vian, oli 3,21 asteikolla yhdestä viiteen. Muilla kuin Aalto-yliopiston Teknillisen Korkeakoulun opiskelijoilla keskiarvo oli 3,4. Muita kuin Teknillisen Korkeakoulun opiskelijoita oli niin pieni otos, että tulos ei ole kovin luotettava.

Taulukko 6: Käyttäjien suhtautuminen vikoihin kyselytutkimuksessa, asteikolla yhdestä viiteen. Viisi tarkoittaa että tunne on voimakas ja yksi että se on heikko.

Vastaus	1	2	3	4	5	Keskiarvo
Turhautunut vikojen takia	4	7	15	23	7	3,36
Suuttuu vikojen takia	9	14	12	15	6	2,87
Uskoo että osaa itse korjata vian (Kaikki)	4	12	15	18	7	3,21
(Ei TKK:n opiskelijat)	0	10	13	16	6	3,4

Seuraavassa osassa kyselyyn osallistuneilta kysyttiin eripituisten vikatilanteiden määrä yleisesti, jotta voitaisiin saada subjektiivinen arvio vikojen määrästä. Taulukossa 7 on esitelty eripituisten vikojen keskimääräinen kesto tunteina vuodessa koko käyttöajasta, joka oli 43 tuntia viikossa. Vikojen pituuksien jakauma on esitelty kuvassa 7.



Kuva 6: Vikatilanteiden aiheuttama tunnetila vikatilanteissa asteikolla yhdestä viiteen



Kuva 7: Vikoihin kulunut keskimääräinen aika tunteina, kun kokonaiskäyttöaika on 2236 tuntia vuodessa

Taulukko 7: Vikojen osuus tunteina vuosikäytöstä, kun vuosikäyttö on 2236 tuntia

Vian pituus	Vikojen osuus vuosikäytöstä
Alle tunnin viat	19 tuntia
Tunnista muutamaan tuntiin	21 tuntia
Muutamasta tunnista vuorokauteen	13 tuntia
Yli vuorokausi	15,8 tuntia
Yhteensä	68,8 tuntia

Kyselyn mukaan keskimäärin tietokoneissa esiintyi alle tunnissa korjattavia vikoja 0,73 viikossa. Tunnista muutamaan tuntiin kestäviä vikoja on 0,59 kuukaudessa. Muutamasta tunnista vuorokauteen korjattavia on 1,11 vuodessa ja usean vuorokauden pituisia vikoja on 0,66 vuodessa. Kyselyyn vastanneen puolesta joku muu osapuoli korjaa n. 0,97 vikaa vuodessa. Tuloksista on karsittu selvästi keskiarvoja korkeammat tulokset poikkeamina, koska joissakin tapauksissa esiintyi yli 10 kertaa suurempia tuloksia kuin muilla. Muilla kuin Aalto-yliopiston Teknillisen Korkeakoulun opiskelijoilla oli huomattavasti enemmän sellaisia tapauksia, joissa joku muu kuin vastaaja itse korjasi vian. Vikojen esiintymismäärät eivät todennäköisesti eroa kohderyhmien välillä paljoakaan. Vähemmän taitavilla tietokoneen käyttäjillä väärät asetukset, puuttuvat tietoturvaohjelmat, tai käyttäjän virheet voivat kuitenkin lisätä vikojen määrää.

Tietokonevikojen määrästä ei ole juurikaan saatavilla tietoa, ja niiden selvittäminen luotettavasti edellyttäisi pitkäaikaista käytön valvontaa esimerkiksi käyttäjän tietokoneelle asennetun ohjelman avulla. Tietokoneen osien kuten kiintolevyjen vikaantumistodennäisyyksistä löytyy tietoa, mutta ohjelmistoon liittyvistä vioista on haastavaa löytää tietoa. Tavalliset käyttäjät eivät välttämättä ymmärrä vikojen syytä, joten vikoja ei ole luokiteltu erikseen. Laitteistoviat ovat huomattavasti harvinaisempia kuin käyttöjärjestelmän ja ohjelmistojen viat, mutta niiden seuraukset ovat yleensä pahemmat. Vikojen määrä ei kuitenkaan lisäännä merkittävästi käyttömäärän lisääntyessä. Kokeneemmat käyttäjät, joilla käyttötunteja on viikossa enemmän, osaavat ehkä välttää vikatilanteita esimerkiksi pitämällä virussuojan päivitettyinä. Toinen syy saattaa olla, että vikatilanteiden subjektiivinen arvio eroaa kokeneiden ja kokemattomien käyttäjien välillä.

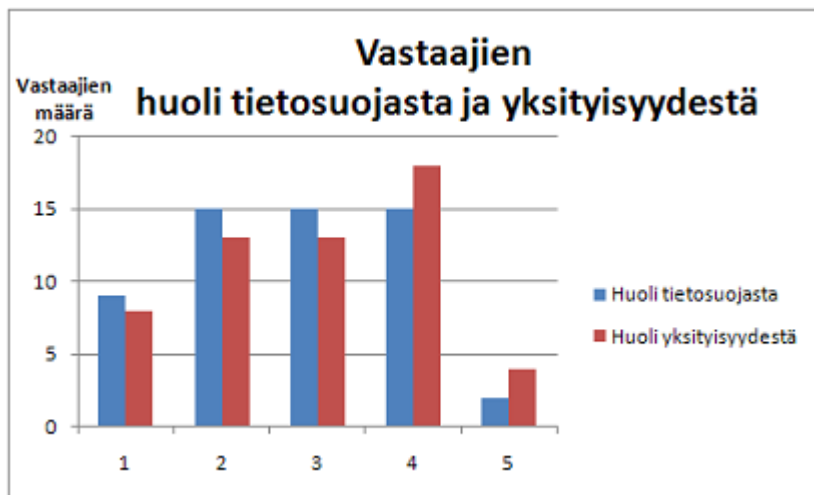
Subjektiivisesti arvioituna vikojen määrät olivat huomattavasti pienempiä kuin Ceaparu et al:n tutkimuksessa, jossa jopa 33-50 % ajasta kului vikatilanteisiin [20]. Ceaparu et al ovat käyttäneet objektiivisia arvioita viasta mittaamalla vikojen todellisen määrän. Tapahtumien ajallisen keston arvioiminen jälkikäteen on ihmisille yleensäkin vaikeata [45]. Standardipoikkeama on suhteellisen pieni kaikissa mitauksissa. Kyselytutkimuksissa vastataan usein niin että vastaukset ovat lähempänä subjektiivista normia kuin todellista arvoa [32]. Tässä kohtaa ei kuitenkaan oleteta olevan mitään subjektiivista normia, eli käyttäjät vastaavat todennäköisesti rehellisesti. Kyselytutkimuksessa kysymysten kehystys, eli millä tavalla kysymys esitetään, voi aiheuttaa puolueellisuutta tuloksissa.

Kyselytutkimuksessa huomattiin että mitä kokeneempi tietokoneen käyttäjä sekä käyttövuosissa, viikoittaisissa käyttötunneissa ja subjektiivisen arvioinnin mukaan, sitä vähemmän tietokoneviat aiheuttavat turhautumista ja suuttumista. Käyttäjän kokeneisuus ja osaaminen todennäköisesti tarkoittavat, että käyttäjän kontrollin tunne on vahva. Kyselytutkimukseen vastanneet ovat todennäköisesti keskimääräistä kokeneempia tietokoneen käyttäjiä ja teknologiamyönteisempiä. Kyselytutkimuksen mukaan pienistä vioista ei vaivauduttu läheskään yhtä paljon kuin suurista vioista. Tulokset ovat siis samankaltaisia kuin Lazar et al:n Yhdysvalloissa suoritetuissa

tutkimuksissa [18]. Yleensä pienissä vioissa ongelma ratkeaa esimerkiksi tietokoneen uudelleenkäynnistämällä, ja tiedostoja ei yleensä häviä. Pienet viat vievät kuitenkin merkittävän osan ajasta, koska niitä esiintyy useiten. Lisäksi ne saattavat vaikuttaa käyttökokemukseen negatiivisesti, koska on todisteita siitä että kokemuksen ajallisella kestolla ei ole merkitystä kokemusta arvioidessa jälkikäteen [45].

### 4.3 Tietoturva ja yksityisyys

Tietoturva-asenteiden selvittämiseksi vastaajilta kysyttiin kuinka huolestuneita he ovat yksityisyys- ja tietosuoja-asioista. Asteikolla 1-5, jossa 5 tarkoittaa että on erittäin huolestunut asiasta. Tulokset on esitelty kuvassa 8. Vastanneiden huolestuneisuus oli keskimäärin 2,75 tietojen säilyvyydestä, ja 2,94 yksityisyydestä. Käyttäjät ovat siis jonkin verran huolestuneita yksityisyydestä ja tietoturvasta.



Kuva 8: Vastaajien huolestuneisuus yksityisyydestä ja huolestuneisuudesta

Käyttäjien huolestuneisuus yksityisyydestä ja tietoturvasta ei kuitenkaan näkynyt palveluiden käytössä. Suuri osa vastaajista käytti Facebookia tai muita yhteisöpalveluja, webmailia, ja monet käyttivät Google Docsia, Picasaa, Flickrä tai muita tallennuspalveluja. Palveluja voi osittain verrata virtualisointipalveluun, koska tietoja tai tiedostoja tallennetaan palvelimille ja niihin liittyy samankaltaisia yksityisyys- ja tietosuojakysymyksiä. Tutkimuksessa oli myös vastaajia, jotka ilmoittivat etteivät olleet ollenkaan huolestuneita yksityisyydestä.

Alle puolet kyselyyn vastaajista oli päättänyt olla käyttämättä jotakin Web-pohjaista palvelua turvallisuus- tai yksityisyysyistä. Osa vastanneista oli ilmoittanut olevansa erittäin huolestuneita tietosuojasta ja yksityisyydestä, mutta käyttivät silti web-pohjaisia palveluja eivätkä olleet päättäneet olla käyttämättä web-palvelua tietoturvasyistä. Web-pohjaiset sovellukset ovat yleistyneet viime vuosina huomattavasti vaikka yksityisyydestä ollaan huolestuneita. Palveluiden edut, kuten helppo

pääsy tiedostoihin lähes mistä tahansa, saattavat olla riskejä suuremmat useimmille käyttäjille. Supermatrixin kohderyhmä ei välttämättä ole samalla tavalla vielä ottanut Google Docsin kaltaisia palveluja käyttöön.

Lisätutkimuksissa voisi käyttää enemmän käyttötilanteisiin liittyviä kysymyksiä, kuten "Oletko muuttanut Facebookin tietoturva-asetuksia?", jotta saadaan mahdollisimman todenmukaisia vastauksia. Kysymyksiä pitäisi suunnitella paremmin virtualisointisovellusta varten. Palvelun kannalta identiteetin suojaan liittyvät kysymykset eivät ole kovin relevantteja. Tekniikan alan opiskelijat saattavat olla enemmän tietoisia tietoturvakysymyksistä kuin keskivertokansalaiset, joten kohderyhmälle suunnattu kyselytutkimus saattaisi antaa hieman erilaisia tuloksia.



## 5 Ostopäätöksien ja käytön ennustaminen

Tässä luvussa esittelemme asiakkaiden ostopäätöksiä ja palvelun käyttöä ennustavan mallin. Malli on toteutettu Excel-taulukkona, jolla voi tutkia eri parametrien vaikutusta tuotteen myyntiin ja käyttöön. Aluksi esitellään mallin eri osat. Seuraavaksi esitellään tapa joilla käyttäjät on jaettu erilaisiin ryhmiin, jotka vaikuttavat käytön määrään ja käytettäviin sovelluksiin. Kolmantena on tarkempi katsaus asiakkaiden ostopäätöksiä kuvaavaan osioon. Neljäntenä on käsitelty yksityisyyden vaikutusta käyttäjiin. Lopuksi käsittelemme tutkimuksen kannalta tärkeimmän osan, eli hyötyn muodostuminen palvelussa ja palvelun nettohyötyn laskeminen ja ajan arvoon perustuvat laskelmat.

Perinteisesti innovaatioiden diffuusiota ja käyttöönottoa on mallinnettu niin, että diffuusion nopeus riippuu ainoastaan yksittäisistä asiakkaista riippumattomista ulkoisista tekijöistä. Asiakkaat tekevät todellisuudessa itsenäisesti päätöksiä, vaikka myös ulkoisilla tekijöillä on paljon vaikutusta. Asiakkaiden päätöksiä on vaikea ennustaa täydellisesti, mutta asiakkaiden voidaan olettaa käyttäytyvän samalla tavalla tietyissä tilanteissa. Esimerkiksi, jos tuotteen hintaa nostetaan, yhden asiakasryhmän jäsenet reagoivat samalla tavalla.

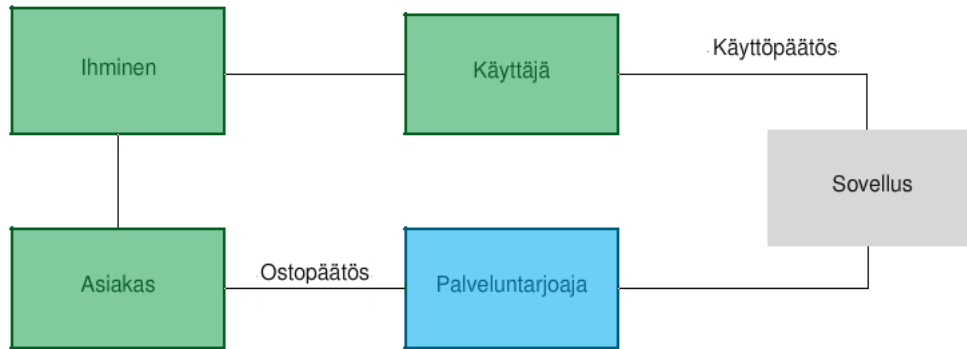
Asiakkaat pyrkivät maksimoimaan hyötynsä tehdessään ostopäätöksiä, ja heillä on tiettyjä mielikuvia ja uskomuksia, jotka vaikuttavat päätöksiin. Lisäksi heihin vaikuttavat ulkoiset tekijät, kuten subjektiivinen normi ja markkinointi. Mallien tavoitteena on kuvata monimutkaisia ilmiöitä kuten epälineaarisuutta yksinkertaisesti.

### 5.1 Mallin osat

Malli koostuu erillisistä, mutta toisistaan riippuvaisista osa-alueista, kuten teknologia, ihmiset ja liiketoiminta, jotka kaikki vaikuttavat kokonaisuuteen. Tarkoituksena on mallintaa millä tavalla esimerkiksi hinnan ja muiden parametrien muutokset vaikuttavat asiakkaisiin. Pelkästään tekniset ominaisuudet eivät selitä miksi toiset tuotteet menestyvät ja toiset eivät. Mallit eivät ole täydellisiä, koska on mahdotonta sisällyttää kaikkea malliin, jotta se pysyy vielä yksinkertaisena. Mallien tarkoituksena on auttaa ymmärtämään monimutkaisia kokonaisuuksia, ja liian monimutkainen malli ei välttämättä helpota ilmiöiden ymmärtämistä. Monimutkaisiin mallieihin liittyy usein paljon oletuksia parametreista eivätkä ne ole kovin yleispäteviä. Erilaisten mallien kehittämisessä joudutaan usein tekemään erilaisia oletuksia, ja ne vaativat yleensä jatkuvaa kehittämistä, jotta parametreja saadaan sovitettua vastaamaan paremmin todellisuutta.

Alla on eritelty kaikki mallin osa-alueet. Kaavio mallin eri osista on esitetty kuvassa 9.

Teknologia-alue sisältää tässä tutkimuksessa palveluntarjoajan sovellus-moduulin. Jos tutkimuksessa haluttaisiin tarkastella enemmän teknisiä asioita kuten suoritus-



Kuva 9: Työpöytävirtualisointiin liittyviä ostopäätöksiä ja käyttöä kuvaava malli.

kykyä, esimerkiksi palvelimille ja verkkoyhteyksille voitaisiin lisätä moduulit, joilla pystyttäisiin arvioimaan käyttäjämäärän vaikutusta laitteiston kuormitukseen ja laskea tarvittavia investointeja. Sovellus-osa sisältää tuotteen ominaisuuksia kuvaavat parametrit, kuten hyödyllisyyden ja käytettävyyden. Liiketoiminta-alue taas sisältää palveluntarjoaja-moduulin, joka kuvaa palvelun hinnoittelua ja eri sovellusten ominaisuuksia.

Ihmisten toimintaa kuvaava alue sisältää asiakas- ja käyttäjämoduulit. Ostopäätökset ja käyttöpäätökset tehdään eri perustein, joten yksi moduuli ei riitä kuvaamaan molempia. Mallissa henkilöt ovat aluksi asiakkaan roolissa, ja ostopäätöksen tehtyään he ovat käyttäjän roolissa. Asiakkaat ja käyttäjät kuuluvat asiakasryhmiin, joiden välillä on eroja ostopäätöksissä ja palvelun käytössä. Tuotteen käytön aikana palvelun nettohyöty perustuu sovelluksen tarjoamaan käyttökokemukseen. Käyttäjällä on tietty odotettu käyttökokemuksen taso, joka vaikuttaa siihen mikä on subjektiivinen arvio käyttökokemuksen laadusta.

Ostopäätöksien aikana henkilö toimii asiakkaana, joka vertailee omia mielikuviaan erilaisista tarjolla olevista tuotteista aiempiin kokemuksiin vastaavista tuotteista. Mielikuvat perustuvat esimerkiksi suullisesti leviävään tietoon tai palveluntarjoajan markkinointiviestintään. Asiakkaan mielikuvat eivät välttämättä vastaa tuotteen todellisia ominaisuuksia. Ostopäätökset eivät siis läheskään aina perustu rationaalsiin päätöksiin. Mielikuvien lisäksi asiakkaiden päätökset perustuvat usein erilaisiin heuristiikkoihin, eivätkä siten ole rationaalisia vaikka asiakkailla olisi käytössä täydellistä tietoa tuotteista.

## 5.2 Käyttäjien ryhmittely

Markkinasegmentointi on markkinoinnin menetelmä, jossa luokitellaan asiakkaita ryhmiksi. Samanlaisia tarpeita sisältävien ryhmien avulla markkinointi ja tuotekehitys voivat keskittyä paremmin vastaamaan asiakkaiden tarpeita. Tietokoneen käyttäjien ryhmittely on hankalaa erityisesti kuluttajamarkkinoilla, koska tietoko-

ne mahdollistaa hyvin paljon erilaisia käyttötapoja. Tietokoneen tarkoituksena on mahdollistaa erilaisten sovellusohjelmien toiminta mahdollisimman tehokkaasti ja vaivattomasti, ja sovellusohjelmat mahdollistavat käyttäjien varsinaisten tarpeiden täyttämisen. Yritysasiakkaat käyttäytyvät eri lailla kuin kuluttajat, koska päätökset perustuvat usein selvemmin hintaan ja hyötyihin. Yritysasiakkaat jäävät tämän tutkimuksen ulkopuolelle, koska mallintaminen täytyisi tehdä eri tavalla.

Tutkimuksen aikana ei ollut mahdollista tehdä laajaa selvitystä tietokoneen käyttäjästä, joten olemme päätyneet luokittelemaan käyttäjiä erilaisten oletamusten perusteella. Ryhmittely perustuu käyttäjien suhtautumiseen teknologiaa kohtaan, käytettyihin sovelluksiin ja käytön määrään. Palvelu on kohdistettu käyttäjille joiden tietokoneen käyttötaito on normaali tai vaatimaton, mutta työssä haluttiin selvittää palvelun soveltuvuutta myös vaativille käyttäjille. Palveluiden räätälöiminen pienille käyttäjäryhmille voi olla kallista, koska esimerkiksi harvinaisemmat käyttöjärjestelmät ja erikoissovellukset saattavat tarvita kalliita lisenssejä ja niiden ylläpito voi olla kallista.

Työpöytävirtualisoinnissa käyttäjille voidaan luoda erilaisia käyttäjäprofileita, joissa on erilaisia sovelluksia ja räätälöity käyttöympäristö. Asiakas ei välttämättä kuulu pelkästään yhteen ryhmään, ja usein kotitalouksissa on useita käyttäjiä, joilla on erilaisia tarpeita. Asiakas voi esimerkiksi olla tehokäyttäjä, mutta käyttää tietokonetta joskus myös pelien pelaamiseen. Käyttäjäprofilien avulla suorituskykyä voidaan optimoida erilaiseen käyttöön.

## **Peruskäyttäjät**

Peruskäyttäjät ovat palvelun varsinainen kohderyhmä ja siihen kuuluu selvästi suurin osa käyttäjistä. He käyttävät tietokonetta viestintään, tiedonhakuun ja asiointiin ja jonkin verran viihteeseen. Sovelluksia ovat Internet-selaus, tekstinkäsittelyohjelmat ja sähköposti. Tulevaisuudessa todennäköisesti tietokoneen viihdekäyttö, kuten elokuvien katsominen ja musiikin kuuntelu yleistyvät peruskäyttäjillä. Peruskäyttäjät käyttävät samanlaisia palveluja ja sovellusohjelmia, joten palvelujen tuottaminen on todennäköisesti heille kaikista kustannustehokkainta. Peruskäyttäjien ikäskaala on laaja ja käyttäjiä on kaikista sosioekonomisista luokista. Käyttömäärä on yksilökohtaista, ja sen uskotaan olevan useimmilla yhdestä kahteen tuntiin päivässä. Nuorempien ihmisten käyttömäärä on yleensä suurempi kuin vanhempien.

## **Viihdekäyttäjät**

Tietokonetta ei voi enää pitää vaan työvälineenä, vaan viime vuosina viihdekäyttö on kasvanut merkittäväksi varsinkin nuoremmilla käyttäjillä. Monille ihmisille Internet on jo osin syrjäyttänyt perinteisen tavan jakaa sisältöä. Internetin vertaisverkkopalveluissa on saatavilla helposti musiikkia, tv-sarjoja ja elokuvia, mutta peruskäyttäjille vertaisverkot ovat vielä liian monimutkaisia. Viihdekäyttäjät käyttävät

tietokonetta pelaamiseen muita asiakasryhmiä enemmän. Tavalliseen tietokoneeseen verrattuna viihdekäyttäjät hyötyvät erityisesti lisätehosta, koska viihdekäyttö vaatii paljon laskentatehoa ja erityisesti tietokonepelien laitteistovaatimukset kasvavat jatkuvasti.

Työpöytävirtualisoinnin viive saattaa olla liian suuri kaikkein nopeatahtisimpien pelien pyörittämiseen, koska niissä vaaditaan usein pientä viivettä. Tulevaisuuden pelit ja nykyistä korkealaatuisempien teräväpiirtovideoiden purkaminen saattaa tarvita paljon laskentakapasiteettia, koska palvelimet eivät välttämättä voi hyödyntää grafiikkaa ja videoiden purkamista varten optimoitua laitteistokiihdytystä. Palvelun tarjoaminen viihdekäyttäjille saattaa siis olla laitteistovaatimuksien takia kalliimpaa kuin peruskäyttäjille [5]. Tilanne saattaa kuitenkin muuttua lähivuosina koska teräväpiirtovideoiden yleistymisen todennäköisesti lisää työpöytävirtualisointia kehittävien yritysten panostusta multimediaominaisuuksiin.

Viihdekäyttäjät ovat tavallisia käyttäjiä nuorempia ja käyttömäärät ovat keskimääräistä korkeampia. Viihdekäyttäjillä osaamistaso on korkea, ja he ovat teknologiamyönteisiä. Osaamistaso saattaa kuitenkin johtaa siihen, että viihdekäyttäjät ylläpitävät tietokonettaan mieluummin itse. Lisäksi vertaisverkkopalvelujen käyttö saattaa aiheuttaa suurempaa yksityisyyden uhkaa viihdekäyttäjillä. Mahdollisten viiveongelmien lisäksi uusimpien pelien pelaamiseksi laitteistoa joudutaan mahdollisesti päivittämään usein, joten tämän tutkimuksen perusteella ei pystytä sanomaan onko palvelu kustannustehokas kaikkein vaativimpien pelien pelaamiseen.

## **Tehokäyttäjät**

Tehokäyttäjät käyttävät tietokonetta erilaisiin korkeaa laitteistokapasiteettia vaativiin palveluihin. Tehokäyttäjillä teknisen osaamisen taso on korkea ja käyttö on tehtäväkeskeisempää. Heidän käyttämiään sovelluksia ovat esimerkiksi ohjelmointi, kuvankäsittely ja videoeditointi. He saattavat olla esimerkiksi yksityisyrittäjiä tai harrastelijoita, jotka tarvitsevat tehokasta laitteistoa ja mahdollisesti varmuuskopiointia.

Esimerkiksi teräväpiirtovideoiden editointi ja pakkaus vaatii paljon tehoa, ja tavallisille ihmisille ohjelmistojen hinta voi olla liian korkea. Palvelu mahdollistaa heille ohjelmistojen käytön ja korkeatasoiset varmuuskopiointiratkaisut. Tehokäyttäjät edustavat vain pientä osaa käyttäjistä. Niin pienelle ryhmälle voi olla vaikeata toteuttaa palvelua kustannustehokkaasti, ja tehokäyttäjien vaatimukset ovat lisäksi muihin verrattuna korkeat. Tehokäyttäjien tarpeet ovat erilaiset tavallisiin käyttäjiin verrattuna, joten ohjelmistot ja käyttöjärjestelmät saattavat vaatia räätälöintiä. Esimerkiksi ammattilaistason kuvankäsittelyohjelmien lisenssit ovat usein satojen tai tuhansien eurojen arvoisia, jolloin palvelun toteuttaminen on hankalaa.

## Ikääntyneet käyttäjät

Ikääntyneiden käyttäjien tarpeet ovat pitkälti samanlaisia kuin peruskäyttäjien. Ikääntyneiden ostopäätöksiä ja käyttöä mallinnetaan kuitenkin eri tavalla, koska suurin osa heistä ei omista ennestään tietokonetta. He ovat keskimäärin muita vähemmän teknologiamyönteisiä, joten palveluiden markkinointi heille voi olla haastavaa. Supermatrixin idea on kuitenkin parantaa käyttökokemusta erityisesti käyttäjille joiden osaamistaso on matala, joten uudet tietokoneen käyttäjät ovat erityisesti palvelun kohderyhmänä.

Länsimaissa väestö ikääntyy nopeasti, joten ikääntyneiden osuus väestöstä on tulevaisuudessa entistä suurempi. Monet ikääntyneet eivät vielä nykyään käytä tietokonetta, vaikka yhteiskunta on yhä riippuvaisempi tietokoneista. Tietokoneita käyttämättömät saattavat olla vaarassa syrjäytyä tulevaisuudessa, jos yhä useammat palvelut siirtyvä verkkoon samalla tavalla kuin monille pankkipalveluille on jo käynyt. Monille ikääntyneille liikkuminen on hankalaa, ja syrjäisemmillä seuduilla julki-set palvelut eivät välttämättä ole lähellä asukkaita. Internetin avulla ikääntyneiden olisi mahdollista asioida vaivattomasti, ja Internetin viestintämahdollisuudet voisivat ehkäistä ikääntyneiden sosiaalista syrjäytymistä. Internet tarjoaisi ikääntyneille uusia keinoja asioiden oppimiseen ja omien kokemusten jakamiseen.

Jyväskylän yliopiston tutkimuksen mukaan ikääntyneistä 57 %:illa syy tietokoneen käyttämättömyyteen oli se, ettei vain ollut kiinnostunut tietokoneen käyttämisestä [39]. Lähes kolmannes katsoi, ettei tietokoneesta ole hyötyä itselle. Alle viidesosalla esteenä oli käytön mahdollisuus, koska ei omista tietokonetta. Vielä harvemmillä oli syynä tietokoneen hinta tai käyttötaidon puute [39]. Käyttöön liittyvät esteet johtuvat asenteista eivätkä tietokoneiden saatavuudesta tai käyttäjien käyttötaidosta. Ikääntyneiden on esimerkiksi vaikea ymmärtää miksi heidän pitäisi opetella vielä jotain uutta [39]. Teknologiaan suhtautuminen todennäköisesti muuttuu tulevaisuudessa positiivisemmaksi, koska yhä useampi ikääntynyt on joutunut käyttämään tietokonetta esimerkiksi työelämässä. Tietokonetta käyttämättömät ikääntyneet eivät koe tietokonetta osana omaa elämäänsä, eivätkä välttämättä tiedä mihin sitä voi käyttää. Teknologiapelkoa voidaan vähentää esimerkiksi kouluttamalla ihmisiä. Markkinoinnin kannalta olisi tärkeää auttaa ei-käyttäjiä ymmärtämään tietokoneen tarjoamia hyötyjä juuri heille ja panostaa helppokäyttöisyyteen [39].

## 5.3 Asiakkaiden ostopäätöksien mallintaminen

Asiakkaiden ostopäätöksien kuvaamiseen ei ole olemassa malleja, joita voitaisiin soveltaa suoraan tässä tutkimuksessa. Ylipääntensä ostopäätöksiä selittäviä malleja on vain vähän, koska ostopäätöksissä vaikuttavat monet psykologiset ilmiöt, joiden vaikutusten ennustaminen on hyvin vaikeaa. Lisäksi useimmat mallit vain esittelevät selittäviä tekijöitä, eivätkä sisällä matemaattisia malleja.

Teknologian leviämistä esittävät mallit ennustavat teknologiaperheen menestymistä, eivätkä sovellu yksittäisen markkinoilla olevan tuotteen myynnin ennustamiseen. Esimerkiksi Rogersin innovaatioiden diffuusiomalli ennustaa vain, millä tavalla tietoisuus innovaatiosta leviää, eikä ota huomioon mahdollisia ostopäätöksiä. Erilaiset diffuusiomallit kuvaavat tuotekategorian menestymistä riippuen siitä miten tieto innovaatioista leviää sosiaalisessa järjestelmässä, eivätkä sovellu ennustamaan myyntiä.

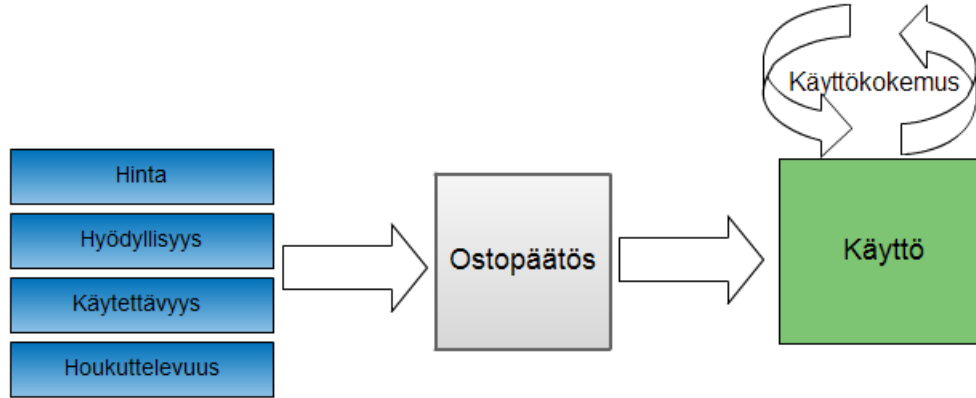
Teknologian hyväksymismallit taas ovat käyttöönottoa selittäviä malleja. Ne auttavat selittämään osan tekijöistä, jotka vaikuttavat kokonaisen teknologian käyttöönottoon, mutta ovat puutteellisia yksittäisen tuotteen ostopäätöksiä selittäjinä. Esimerkiksi UTAUT-mallia voi käyttää tietokoneiden käyttöönoton ennustamiseen kokonaisuudessaan, mutta ei yksittäisen valmistajan tietokoneiden myynnin arviointiin.

Kehitetty malli perustuu siihen, millä tavalla asiakkaiden havainnoimat ominaisuudet ja odotukset vaikuttavat ostopäätöksiin. Malli ottaa huomioon erilaisia ihmisille tyypillisiä psykologisia taipumuksia, joilla on huomattava vaikutus asiakkaiden ja käyttäjien päätöksentekoon. Mahdollisen ostopäätöksen tehdäkseen asiakkaan pitää olla tietoinen tuotteesta, ja tuotteen ominaisuuksien täytyy vastata asiakkaan tarpeita. Asiakas voi tulla tietoiseksi tuotteesta markkinointiviestinnän kautta tai esimerkiksi suullisesti leviävän tiedon avulla.

Ostopäätöksen aikana asiakkaat vertailevat tuotteiden ominaisuuksia keskenään, eikä pelkkä tekninen suorituskyky tai hinta riitä ennustamaan ostopäätöksiä. Tekninen suorituskyky merkitsee vain, jos se on odotettua alemmalla tasolla. Odotettua parempi suorituskyky ei siis tuo hyötyä suurimmalle osalle asiakkaista. Mallissa teknisen suorituskyvyn sijaan ostopäätöksiin vaikuttaa hyödyllisyys. Tavallisille ihmisille teknologian käytön opetteluun ja käyttöön vaadittava vaivannäkö on teknistä suorituskykyä merkittävämpi tekijä ostopäätöksessä. Tuotteen houkuttelevuus, eli kuinka tunnettu ja haluttu teknologia on, vaikuttaa myös ostopäätöksiin. Siihen vaikuttaa esimerkiksi brändi ja markkinointi. Teknologian yleistyessä suullinen tieto innovaatiosta leviää ja subjektiivinen normi muuttuu. Ne vaikuttavat ostopäätöksiin, koska ihmiset pyrkivät yhdenmukaisuuteen ja ostopäätökseen liittyvät riskit vähenevät.

Kuva 10 esittää kuinka ostopäätökset johtavat palvelun käyttöön, ja kuinka palvelun käyttäjäkokemus vaikuttaa palvelun käyttöön. Asiakkailla on odotuksia palvelun suhteen, ja saavutetusta käyttökokemuksesta riippuen käyttömäärä saattaa muuttua.

Ostopäätöksiä kuvaavat funktiot ovat epälineaarisia funktioita, joissa on tietty vertailupiste, joka perustuu asiakkaan odotuksiin. Odotettua huonompi laatu vaikuttaa negatiivisesti ostopäätöksiin, mutta vertailupistettä parempi laatu ei vaikuta yhtä voimakkaasti päätöksiin. Asiakkaat tekevät ostopäätöksensä laskemalla kaikkien kriteerien arvot yhteen painotuksilla, jotka riippuvat käyttäjäryhmästä. Lisäksi



Kuva 10: Käyttö- ja ostopäätöksiä kuvaavan mallin viitekehys

asiakkaat ovat taipuvaisia vaihtamaan tuotetta vain kun kannusteet ovat tarpeeksi suuret [40]. Ne, jotka eivät omista ennestään tietokonetta, vertailevat tietokoneen ja Supermatrixin lisäksi myös vaihtoehtoa etteivät osta mitään tuotetta. Kynnys Supermatrixin valitsemiseen on luultavasti pienempi tietokoneeseen verrattuna, mutta tietokonetta omistamattomat ovat vähemmän teknologiamyönteisiä.

Tuotteen myynnin määrä tuotteen elinkaaren aikana muistuttaa normaalijakaumaa. Aluksi tuote myy hitaasti koska vain harvat ovat tietoisia tuotteista, mutta sen jälkeen myynti lähtee voimakkaaseen kasvuun. Vähitellen markkinat alkavat saturaitua, koska suurin osa potentiaalisista käyttäjistä on jo asiakkaita, jolloin myynti hidastuu. Kumulatiivinen käyttäjämäärä noudattaa logistista jakaumaa kaavan 1 mukaisesti, jonka kuvaaja muistuttaa S-kirjainta. Logistista jakaumaa on käytetty esimerkiksi arvioimaan tietoliikennepalveluiden leviämistä [41]. Käyttäjämäärä kasvaa mallissa siihen asti kun saturaatiokohta  $\rho$  on saavutettu. Parametri  $t$  tarkoittaa ajankohtaa vuosina tuotteen lanseerauksesta. Kaavassa muuttuja  $M$  on populaation koko. Parametri  $t_0$  on se ajankohta vuosissa, missä saavutetaan puolet saturaatiosta. Parametri  $c$  vaikuttaa kuinka jyrkästi funktio nousee. Suurilla  $c$ :n arvoilla kuvaaja muistuttaa lineaarista funktiota, alle yhtä pienemmillä arvoilla se taas nousee hyvin jyrkästi.

$$A(t) = \frac{\rho * M}{1 + \exp\left(-\frac{(t-t_0)}{c}\right)} \quad (1)$$

$A(t)$  = Käyttäjiä hetkellä  $t$

$M$  = Markkinoiden koko

$\rho$  = Saturaatioprosentti

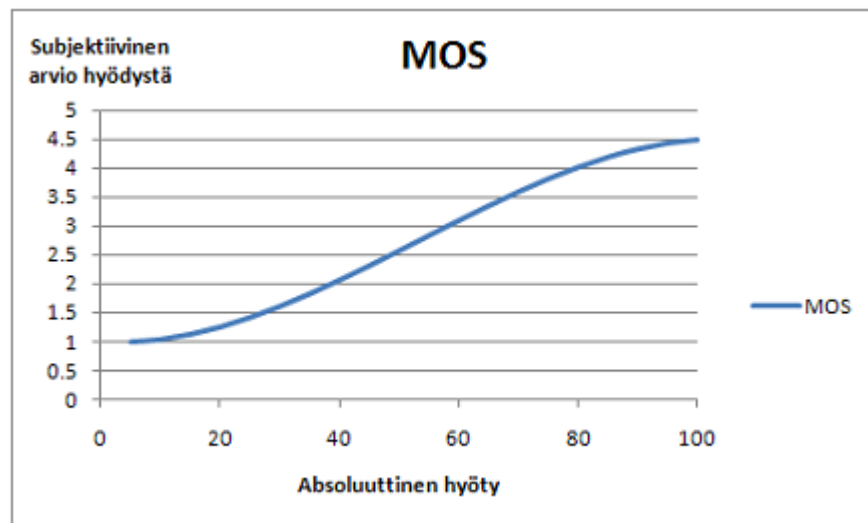
$t$  = Ajankohta vuosina tuotteen lanseerauksesta

$t_0$  = Alkamisajankohta

$c$  = Kuvaajan jyrkkyys

Mallissa asiakkaiden ostopäätöksissä erilaisten ominaisuuksien vertaileminen poh-

jautuu äänenlaadun subjektiiviseen arvioimiseen käytettävään MOS-funktioon (Mean Opinion Score), joka perustuu ITU-T:n suositukseen [42]. Subjektiivisia arvioita ei voida esimerkiksi laskea yhteen, mutta absoluuttinen asteikko on lineaarinen, joten arvojen laskeminen ja vertaileminen on mahdollista. MOS-funktiota on myös käytetty esimerkiksi videokuvan laadun ja verkkopelien viiveen subjektiiviseen arviointiin [43], [44]. MOS-funktio on esitetty kaavassa 2 ja kuvassa 11. Taulukossa 8 MOS-funktion arvoja on laskettu valmiiksi absoluuttiselle asteikolle. Käyttäjät arvioivat tuotteen laatua antamalla sille subjektiivisen arvion asteikolla yhdestä viiteen, ja MOS-funktion avulla arviot voidaan muuttaa absoluuttiselle asteikolle. Käyttäjien päätökset perustuvat käyttäjien odottamaan palvelutasoon. Funktion parametrit on sovitettu siten, että vertailutaso eli käyttäjien odottama palvelutaso on 3, jota ylempät tasot eivät lisää paljon hyötyä. Odotetun palvelutason alla käyttäjien saavuttama hyöty tippuu voimakkaasti saavutetun palvelutason laskiessa.



Kuva 11: Asiakkaiden subjektiivinen arvio hyödyistä muutettuna absoluuttiselle asteikolle

ITU-T:n kehittämällä kaavalla absoluuttiset arvot voidaan muuttaa MOS-asteikolle: [42]

$$MOS = 1 + 0.035R + R * (R - 60)(100 - R) * 7 * 10^{-6}, \quad (2)$$

MOS = Mean Opinion Score, eli asiakkaiden subjektiivinen arvio  
 R = Absoluuttinen asteikko

Eri tuotteilla on asiakkaiden havainnoimat ominaisuudet asteikolla yhdestä viiteen, joita vertaillaan ostopäätöksen aikana. Hintaa vertaillaan ostopäätöksen aikana tavalliseen tietokoneeseen. Koska hinta on yksi päätöksentekoon vaikuttavista tekijöistä muiden ohella, hinta ja muut tuotteen ominaisuudet pitää pystyä muuttamaan samalle asteikolle. Oletamme että hintaan liittyvät päätökset noudattavat prospektiteoriaa eli tunnettu vertailupiste vaikuttaa siihen, kuinka suurta hyötyä



Taulukko 8: MOS-funktion arvot muunnettuna suhteellisiksi arvoiksi kaavan 2 mukaan.

MOS-asteikko	Absoluuttinen arvo
1	6
1,5	27
2	38
2,5	49
3	58
3,5	68
4	78
4,5	100

kuluttajat odottavat [40]. Asiakkaat pyrkivät siis välttämään tappioita, eli jos tuotteen lisähinta verrattuna tavalliseen tietokoneen hintaan on liian korkea lisätujen kannalta, asiakkaat eivät ainakaan osta tuotetta. Vertailupisteenä käytetään tavallisen tietokoneen käyttökustannuksia.

Ostopäätöksen aikana kuluttajat ovat herkkiä hinnan muutoksille. Palvelun substituuksi on tavallinen tietokone, mutta siihen siirtyminen palvelusta aiheuttaa asiakkaille kustannuksia, mikä vähentää herkkyyttä hinnan muutoksille. Käyttäjän pitäisi mahdollisesti hankkia uusi tietokone ja siirtää kaikki tiedostot tietokoneelle. Hintojen vertailun perustana oleva kaava on ensimmäinen osa kaavassa 4. Kaava perustuu siihen, että tavallisen tietokoneen keskimääräisiä kuukausittaisia käyttökustannuksia verrataan Supermatrixin kuukausihintaan.

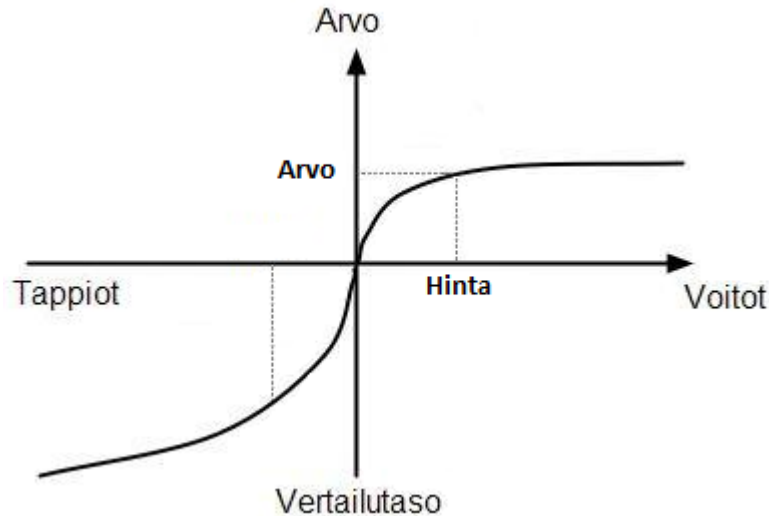
Asiakkaat antavat tuotteen ominaisuuksille jonkun arvon, jolloin voidaan vertailla eri tavalla hinnoiteltuja tuotteita. Ominaisuuksien arvo absoluuttisella asteikolla muutetaan euroiksi prospektiteorian avulla. Ominaisuuksien muuntamiseen käytetään kerrointa  $K$ , joka voidaan laskea hinnan ja arvon perusteella kaavalla 3. Prospektiteorian arvon ja hinnan suhde on esitelty kuvassa 12. Luvussa 5.4 on esitelty laskelmat esimerkkiparametreilla.

$$K = \frac{\text{Hinta}}{\text{Arvo}} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{Hinta} &= \text{Tuotteen hinta euroina} \\ \text{Arvo} &= \text{Tuotteen arvo absoluuttisella asteikolla} \end{aligned}$$

Eri asiakasryhmät painottavat erilaisia ominaisuuksia ostopäätöksissä. Kaavassa muuttujat  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ja  $\delta$  kuvaavat asiakasryhmäkohtaisia painotuksia ominaisuuksista. Korkeampi arvo tarkoittaa asteikolla nolasta yhteen että ominaisuus on tärkeämpi ostopäätöksen aikana. Asiakkaat vertailevat ostopäätöksessä tuotteita hinnan, hyödyllisyyden, käytettävyyden ja houkuttelevuuden perusteella.

Ensiksi asiakkaan havainnoimat ominaisuudet muutetaan absoluuttiselle asteikolle taulukon 8 avulla. Seuraavaksi absoluuttiset arvot kerrotaan asiakasryhmä-



Kuva 12: Tuotteen arvon ja todellisen hinnan suhde prospektiteorian mukaan

kohtaisilla painokertoimilla kaavan 4 mukaisesti ja lasketaan kaikkien painotettujen ominaisuuksien summa.

$$S = A * \alpha + B * \beta + C * \gamma \quad (4)$$

S = Asiakkaiden kriteereillä painotetut tuotteen ominaisuudet

A = Hyödyllisyys,  $\alpha$  = Hyödyllisyyden painotus

B = Käytettävyys,  $\beta$  = Käytettävyyden painotus

C = Houkuttelevuus,  $\gamma$  = Houkuttelevuuden painotus

Kaavan 5 avulla lasketaan edellisessä vaiheessa molemmista tuotteista saatujen lukujen välinen erotus, joka täytyy vielä muuntaa absoluuttiseksi arvoksi jakamalla se hinnan painokertoimella, ja kertomalla luku kertoimella K kaavan 5 avulla. Kaava kertoo, kuinka paljon asiakkaat ovat valmiita maksamaan lisäominaisuuksista euroina

$$P = K \frac{(S_{Supermatrix} - S_{PC})}{\delta} \quad (5)$$

S = Ominaisuuksien vaikutus asiakkaiden maksuhalukkuuteen

K = Tuotteen hinnan ja arvon suhde

$S_{Supermatrix}$  = Supermatrixin ominaisuuksien summa

$S_{PC}$  = Tavallisen tietokoneen ominaisuuksien summa

$\delta$  = Hinnan painotus ostopäätöksissä

## 5.4 Esimerkkilaskelma ostopäätöksestä

Esimerkkinä ostopäätöksen aikana tapahtuvasta vertailusta lasketaan peruskäyttäjille Supermatrixin ja tavallisen tietokoneen välinen vertailu. Asiakkaiden havain-

noimat tekniset ominaisuudet tavalliselle tietokoneelle ja Supermatrixille ovat taulukossa 9. Arvot voidaan muuttaa MOS-asteikolta absoluuttiselle asteikolle luvun 5.3 taulukon 8 avulla. Huomioitavaa on, että esimerkkilaskelman parametrit perustuvat oletuksiin. Laskelmia voi tehdä tarkemmin, kun esimerkiksi hinnoittelu on selvä, ja asiakkaista on tarkempaa tietoa.

Laskelmia voi suorittaa parametrien eri arvoilla, mutta oletuksena Supermatrixin käytettävyys ja hyödyllisyys ovat PC:tä korkeammalla tasolla. Esimerkkilaskelmassa eri tuotteiden havainnoidut ominaisuudet ovat samoja eri käyttäjäryhmille, mutta painotukset ovat erilaisia. Tässä oletetaan, että Supermatrixin hinta on kalliimpi kuin tavallisen tietokoneen kuukausittaiset käyttökustannukset. Palvelun hinnoittelua ei ole vielä päätetty, mutta parempi nettohyöty voi johtaa korkeampaan hinnoitteluun. Tuotteen houkuttelevuuden oletetaan olevan alkuvaiheessa asetetta alemmalla tasolla kuin PC:llä, koska kyse on uudesta tuotteesta jota asiakkaat eivät vielä tunne kovin hyvin. Koska Supermatrixin tarkoituksena on parempi käytettävyys, sen oletetaan olevan parempi kuin tavallisella tietokoneella.

Taulukko 9: Eri sovellusten tekniset ominaisuudet

Sovellus	Tietokone	Supermatrix
Hyödyllisyys	3	4
Käytettävyys	2	4
Houkuttelevuus	3	2

Seuraavaksi lasketaan ominaisuudet painotettuna asiakasryhmien kriteerien mukaisesti taulukon 10 avulla, ja lasketaan niiden summa kaavan 4 avulla.

Taulukko 10: Eri käyttäjäsegmenttien kriteerit ostopäätöksiensä yhteydessä

Käyttäjäryhmä	Normaalikäyttäjät	Viihdekäyttäjät	Tehokäyttäjät	Ikääntyneet
Osuus	70 %	20 %	5 %	5 %
Hinta $\delta$	25 %	25 %	15 %	20 %
Hyödyllisyys $\alpha$	25 %	35 %	30 %	30 %
Käytettävyys $\beta$	25 %	25 %	30 %	35 %
Houkuttelevuus $\gamma$	25 %	15 %	25 %	15 %

Taulukossa 11 on esitelty Supermatrixin ominaisuudet muutettuna absoluuttiselle asteikolle ja painotettuna. Lopuksi on laskettu kaikkien painotettujen lukujen summa. Taulukossa 12 on esitelty vastaavat laskelmat tavalliselle tietokoneelle.

Kun ominaisuudet on muutettu absoluuttiselle asteikolle ja painotettu asiakasryhmän mukaisesti, voidaan laskea varsinainen vertailu tuotteiden välillä kaavan 5 avulla. Molempien laskelmien painotettujen ominaisuuksien summaksi saatujen lukujen erotuksesta  $49-43,5 = 5,5$  voidaan muuntaa hinnaksi. Erotuksena saadussa luvussa on kertoimet, joten hinta pitää muuttaa takaisin absoluuttiselle asteikolle

Taulukko 11: Esimerkkilaskelma Supermatrixin ominaisuuksien muuntamisesta subjektiiviselta asteikolta absoluuttiseen asteikkoon

Ominaisuus	MOS	Absoluuttinen	Kerroin	Skaalattu
Hyödyllisyys	4	79	0,2	$0,2 \cdot 79 = 15,8$
Käytettävyys	4	79	0,3	$0,3 \cdot 79 = 23,7$
Houkuttelevuus	2	38	0,25	$0,25 \cdot 38 = 9,5$
Summa				49

Taulukko 12: Esimerkkilaskelma PC:n ominaisuuksien muuntamisesta subjektiiviselta asteikolta absoluuttiseen asteikkoon

Ominaisuus	MOS	Absoluuttinen	Kerroin	Skaalattu
Hyödyllisyys	3	58	0,2	$0,2 \cdot 58 = 11,6$
Käytettävyys	3	58	0,3	$0,3 \cdot 58 = 17,4$
Houkuttelevuus	3	58	0,25	$0,25 \cdot 58 = 14,5$
Summa				43,05

jakamalla se hinnan painokertoimella. Jakamalla  $5,5 / 0,25 = 22$  yksikköä absoluuttisesti, joka pitää vielä muuntaa euroiksi kertoimella K. Kertoimena K käytetään tässä yhteydessä arvoa  $2/3$ . Lopulta saadaan siis  $2/3 \cdot 22 = 14,7$  euroa.

Tavallisen PC:n käyttöäksi arvioidaan noin 3 vuotta. Jos tietokoneen hinta on esimerkiksi 600 euroa, kuukausittaiset kustannukset ovat noin 17 euroa kuukaudessa, ja tavallisen Internet-yhteyden hinta on noin 30 euroa kuukaudessa. Ei ole kuitenkaan varmaa arvioivatko tavalliset käyttäjät PC:n käyttökustannuksia ostopäätösten aikana, vai ajattelevatko kuluttajat tietokoneen ostamista kertapoistona. Jos tavallisen tietokoneen käyttökustannukset ovat 17 euroa kuukaudessa, ja laajakaistayhteys maksaa 30 euroa kuukaudessa, summa on 47 euroa kuukaudessa. Supermatrixin ominaisuudet voivat kompensoida 15 euroa, joten kuukausihinta voi olla korkeintaan 62 euroa esimerkkilaskelman mukaan.

## 5.5 Yksityisyyden vaikutus asiakkaisiin

Työpöytävirtualisoinnissa kaikki käyttäjän tiedostot sijaitsevat fyysisesti palvelimella jonka ylläpidosta vastaa palveluntarjoaja. Asiakkaan on siis luotettava palveluntarjoajaan vahvasti, jotta palvelun käyttö olisi mahdollista. Virtualisointitekniikassa pääsy toisten käyttäjien tiedostoihin on estetty, mutta esimerkiksi järjestelmän ylläpitäjä voisi teoriassa päästä käsiksi käyttäjän tiedostoihin. Lisäksi poistettuja tiedostoja saattaa säästyä esimerkiksi varmuuskopioina vanhoista tiedostoista. Tiedostot ovat aina salattuja toisilta käyttäjiltä, mutta ohjelmistot saattavat sisältää haavoittuvuuksia. Käyttäjien on mahdollista salata tiedostot myös niin, että edes palveluntarjoaja ei pysty niitä lukemaan, mikä voi kuitenkin olla hankalaa useimmille käyttäjille. Toinen vaihtoehto on käyttää ulkoisia kovalevyjä tai muistitikkuja,

joissa käyttäjä voi säilyttää yksityisiä tiedostoja. Palvelussa oleva automaattinen varmuuskopiointi ei kuitenkaan toimi samalla tavalla omien muistitikkujen kanssa. On epätodennäköistä että käyttäjien varmuuskopiointitottumukset muuttuvat siitä mitä ne ovat tavallisissa tietokoneissa.

Käyttäjät saattavat ajatella tietoturvaa kokonaisuutena eivätkä välttämättä osaa erottaa tietoturvan osia toisistaan. On mahdollista, että asiakkaat uskovat, että tiedostojen fyysinen sijainti verkkopalvelimilla vähentää tietoturvaa, ja tiedostot ovat helpommin muiden luettavissa. Käyttäjien tietoturvataidot eivät ole tutkimusten mukaan kovin korkealla tasolla, joten todellisuudessa käyttäjät ovat itse suuri riski tietoturvalle. Esimerkiksi Dourish et al:n tutkimuksen mukaan monet käyttäjät eivät ymmärrä roskapostisuodattimien, virustorjunnan ja palomuurien eroa [37]. Saman tutkimuksen mukaan monilla käyttäjillä tietoturva-asioita hoitaa joku muu henkilö, organisaatio tai instituutio. Käyttäjällä ei siis välttämättä ole minkäänlaisia käsityksiä mitä tietoturvamekanismeja on käytössä. Viime vuosina tapahtuneissa laajoissa tietomurroissa on paljastunut, että käyttäjien salasanat ovat usein heikkolaatuisia [27]. On tavallista lähettää salaamattomassa sähköpostissa tärkeitä ja henkilökohtaisia tietoja. Asiasta voi päätellä, että käyttäjät ovat joko välinpitämättömiä tietoturva-asioista, tai tietoturvamekanismit ovat liian monimutkaisia käyttäjille. Kyselytutkimuksen tulosten perusteella käyttäjät ovat kuitenkin huolissaan tietoturvasta ja voisi päätellä että he kaipaavat parempaa tietoturvaa.

Suoritetun kyselytutkimuksen mukaan käyttäjät olivat huolestuneita yksityisyydestä, mutta tämä ei kuitenkaan käytännössä näkynyt käyttötavoissa. Keskivertokäyttäjät ovat todennäköisesti kyselytutkimuksen kohderyhmään verrattuna vähemmän huolestuneita yksityisyydestään. Kokeneemmat käyttäjät ovat todennäköisesti tietoisempia mahdollisista tietoturvariskeistä, ja heillä saattaa olla paremmat mahdollisuudet hallita tietoturvariskejä. Parempi kyky hallita riskejä voi johtaa siihen, että palvelua ei käytetä, koska käyttäjät keksivät muita tapoja hoitaa tehtävänsä. Jos taas käyttäjä ei usko voivansa vaikuttaa riskeihin mutta haluaa silti suorittaa tietyn tehtävän, hänellä ei ole muuta vaihtoehtoa kuin hyväksyä vaatimaansa tasoa alempi yksityisyyden taso. Jos käyttäjä joutuu hyväksymään haluamaansa huonomman yksityisyyden tason, se voi johtaa käytön välttelyyn tai huonoon käyttökokemukseen.

Käyttäjien yksityisyyden ja tietoturvan tarpeet liittyvät yleensä asiayhteyteen eivätkä teknologiaan [37]. Tietokoneen käyttö sisältää kuitenkin monenlaisia käyttötilanteita, ja palvelun pitäisi tarjota riittävä tietosuojan taso kaikenlaiseen käyttöön. Luottamuksen taso täytyy olla korkea, koska käyttäjien pitäisi pystyä säilyttämään palvelussa myös kaikkein yksityisimmät tiedostonsa, esimerkiksi laittomasti ladattuja elokuvia tai musiikkia. Palvelu saattaa sisältää lainsäädännöllisiä ongelmia. Jos käyttäjä säilyttää laittomia tiedostoja palvelussa, asiakas on tietenkin itse vastuussa siitä. Palveluntarjoaja ei voi ilman lupaa tarkastaa käyttäjätiliä laittomien tiedostojen varalta, mutta on todennäköisesti velvollinen ilmoittamaan viranomaisille väärinkäyttötilanteissa.

Luultavasti käyttäjien tiedoista suurin osa on sellaista, jonka tallentaminen palvelimelle ei haittaa käyttäjiä. Käyttäjän on mahdollista salata omat tiedostot tai säilyttää tärkeimpiä tiedostoja esimerkiksi muistitikulla, mutta salaus voi olla monille käyttäjille liian monimutkaista. Esimerkiksi Ruotsissa Internet-liikenteen määrä laski 30 %, kun tuli voimaan laki, jonka mukaan Internet-operaattori on velvollinen luovuttamaan tekijänoikeudella suojattua materiaalia levittävien IP-osoitteet [38]. Artikkelin mukaan liikennemäärä palasi ennalleen, koska käyttäjät oppivat jakamaan tiedostoja anonymisti. Tiedostojen salaaminen riittänee siis jopa kaikkein eniten yksityisyydestään huolestuneille käyttäjille toteuttamaan tarvittava yksityisyyden taso.

Käyttäjien luottamuksen taso palveluun saattaa aluksi olla matala, mutta hyvä käyttökokemus parantaa sitä. Palvelun kokeileminen on hankalaa järjestää ja edut saattavat toteutua vasta pitkällä aikavälillä. On todennäköistä, että yksityisyyden uhka ei ole kriittinen tekijä useimmille asiakkaille ostopäätöksessä, koska palvelun hyödyt käyttäjälle ovat suuret verrattuna riskeihin. Jos palveluntarjoaja on asiakkaalle tuttu muussa yhteydessä, luottamuksen taso on huomattavasti korkeampi kuin ennestään tuntemattomalla palveluntarjoajalla. Luottamusta palveluntarjoajaan todennäköisesti lisää myös se, että yrityksen toiminta ja palvelimen maantieteellinen sijainti ovat Suomessa, jolloin palvelussa noudatetaan Suomen tietosuojaja kuluttajansuojalakeja. Ulkomaisen tai tuntemattoman palveluntarjoajan yhteydessä asiakas ei välttämättä tiedä miten toimia ongelmatapauksissa. Lisäksi Supermatrixissa palvelu on yhden palveluntarjoajan toimittama, joten vastuu on selkeämmin rajattu, toisin kuin useimmissa pilvipalveluissa.

## 5.6 Palvelun hyödyn muodostuminen

Minkä tahansa tuotteen tai palvelun tavoitteena on tuottaa asiakkaalle hyötyä. Palvelun hyöty muodostuu siitä kuinka tehokkaasti palvelu mahdollistaa tehtävien suorittamisen, siitä kuinka miellyttäväksi käyttö koetaan ja kuinka helppoa käytön opettelu on [46]. Supermatrixin hyöty muodostuu erityisesti käytön aikaisen turhautumisen vähentämisestä eli paremmasta käyttökokemuksesta, ja ajan säästöstä eli tehokkuuden parantumisesta. Palvelun bruttohyöty ei siis muutu, koska käytössä on samat sovellusohjelmat ja käyttöjärjestelmä kuin tavallisesti, joten itse käyttötilanteet ovat samanlaisia. Käytön aikana käyttäjälle aiheutuu kustannuksia käyttökokemuksesta, tehokkuutta ja käytön opetteluun häiritsevistä tekijöistä. Niitä ovat esimerkiksi yksityisyyden uhkaan liittyvä epämiellyttävä tunne, mahdolliset käyttökatkokset ja käytön opetteluun kuluva aika. Kun palvelun tarjoamasta bruttohyödystä vähennetään kustannukset, saadaan laskettua palvelun asiakkaalle tarjoama nettohyöty.

Daniel Kahnemanin teorian mukaan tulevan käyttäytymisen ennustajana toimii subjektiivinen arvio aikaisemmista kokemuksista eikä todellisuudessa koettu kokemus [45]. Teoriaa on myös testattu käytännössä erilaisissa tilanteissa. Wirtz et al. tutkivat Kahnemanin tutkimukseen perustuen subjektiivisia arvioita lomamatkoista

ennen matkaa, matkan aikana ja matkan jälkeen. Jälkikäteen muisteltuna lomakokemus arvioitiin paremmaksi kuin lomamatkan aikana [47]. Jälkikäteen muistettu kokemus myös ennusti parhaiten, olivatko vastaajat kiinnostuneita uusimaan kokemuksensa [47]. Käytettävyyteen liittyen Hassenzahl et al. ovat tutkineet subjektiivisia arvioita käytettävyydestä [46]. Tutkimuksen mukaan tuotteen havaittu käytettävyys riippuu voimakkaasti edellisen käyttötilanteen loppuosasta [46].

Arvio kokemuksista tapahtumahetkellä (koettu hyöty) ja jälkikäteen (muistettu hyöty) muodostetaan eri tavalla [45]. Kokemuksien tapahtumahetkellä arviointiin vaikuttaa valenssi (hyvä tai huono kokemus) ja kokemuksen voimakkuus. Kokonaisyöty muodostetaan integroimalla kokemus kaikissa hetkellisissä pisteissä tapahtuman keston ajalta. Palvelun nettohyöty voidaan siten laskea integroimalla käyttökokemus koko käyttöajalta. Tapahtumahetkellä kokemus arvioidaan kaavan 6 mukaan.

$$U_{kokonais} = \int_0^t U(t) dt \quad (6)$$

$$U_{kokonais} = \text{kokemuksen arvo tilanteen aikana}$$

$$t = \text{aika}$$

$$U(t) = \text{kokemus ajanhetkellä } t$$

Jälkikäteen kokemukset kuitenkin arvioidaan yksittäisinä kokonaisuuksina [45]. Lyhytkestoinen, mutta voimakas kokemus voi siis jälkikäteen arvioituna olla merkittävämpi kuin pitkäkestoinen, mutta voimakkuudeltaan heikko kokemus. Kahnemanin mukaan kokemus arvioidaan jälkikäteen huippu- ja loppuarvon keskiarvoksi eikä ajallisella kestolla ole merkitystä [45]. Vikatilanteissa huippukohdan oletetaan olevan vian esiintymishetkellä, mutta vian ratketessa kokemus muuttuu positiivisemmaksi. Käyttäjän arvio kokemuksesta jälkikäteen arvioidaan kaavan 7 mukaan.

$$U_{muistettu} = \frac{U_{huippu} + U_{loppu}}{2} \quad (7)$$

$$U_{muistettu} = \text{muistettu kokemuksen taso}$$

$$U_{huippu} = \text{kokemuksen huippuarvo}$$

$$U_{loppu} = \text{kokemuksen loppuarvo}$$

Sekä koettu että muistettu kokemus ovat tärkeitä palvelun markkinoinnin ja kehittämisen kannalta. Ostopäätöksen aikana asiakkaat arvioivat aiempia kokemuksiaan tietokoneen käytöstä. Omia käyttökokemuksia arvioidaan suullisesti leviävän tiedon ja markkinointiviestinnän perusteella saatuun tietoon uudesta tuotteesta. Turhauttavien kokemusten ajallisella kestolla ei ole merkitystä ostopäätösten aikana, vaan se tehdään keskiarvoistamalla aikaisempia kokemuksia. Vaikka kokemus ei ole ajallisesti välttämättä pitkäkestoinen, sillä saattaa olla suuri vaikutus käyttökokemukseen.

## 5.7 Nettohyödyn laskeminen

Palvelun nettohyöty voidaan laskea, kun tiedetään käyttäjän arvio kokemuksesta tapahtumahetkellä. Tavallisessa tietokoneessa vikoja on satunnaisesti, joten kustannukset eivät ole vakio ajan suhteen. Supermatrixissa taas vikojen määrä vähenee ja tasaantuu, mutta käytön aikana käyttäjillä on silti tietty kustannus, jota on tämän palvelun puitteissa hyvin vaikea arvioida. Tässä tutkimuksessa keskitytään siihen miten Supermatrixin vikojen vähennys tavalliseen tietokoneeseen verrattuna vaikuttaa nettohyötyyn.

Mikrotalousteorian mukaan kuluttajien tavoitteena markkinoilla on maksimoida hyötynsä [34]. Ihmisen toiminta noudattaa samaa periaatetta, koska aika on hyödyke siinä missä tavarat eli ihmiset tekevät sitä mikä tuottaa eniten hyötyä [35]. Toimintaan liittyy usein palkkioita jotka toteutuvat vasta tulevaisuudessa, joten ihmiset eivät automaattisesti valitse sillä hetkellä eniten hyötyä tuottavaa toimintaa. Esimerkiksi työtä ei yleensä pidetä miellyttävänä, mutta siitä maksetaan palkkaa. Supermatrix mahdollistaa tietokoneen ylläpidon ulkoistamisen. Asiakkaan pitäisi siis päättää onko palvelun tarjoama hyöty tarpeeksi suuri hintaan verrattuna. Päätöksiä ei välttämättä tehdä rationaalisin perustein, koska ihmiset eivät laske käytännössä vapaa-ajalle ja toiminnalle arvoa [36]. Ajan säästön pitää olla tarpeeksi suuri ja selvästi arvioitavissa hintaan verrattuna, jotta kuluttajat ovat valmiita ottamaan palvelun käyttöönsä.

Vähenevän rajahyödyn lain mukaan kuluttaessa jotakin tuotetta yhden lisäyksikön tarjoama hyöty vähenee mitä enemmän tuotetta kulutetaan. Samalla tavalla minkä tahansa toiminnan aikana suurin hyöty toiminnasta muodostuu aluksi ja ajan kuluessa toiminnan tarjoama hyöty vähenee. Jossain vaiheessa toiminta ei ole enää kannattavaa ja tekemällä jotain muuta saavutetaan enemmän hyötyä. Esimerkiksi tietokoneen käytön aikana käyttäjät suorittavat aluksi kaikkein eniten hyötyä tuottavat tai miellyttävimmät tehtävät. Kun kaikki tärkeät tehtävät on suoritettu, tietokoneen käytön rajahyöty tippuu. Jossain vaiheessa henkilö lopettaa tietokoneen käyttämisen, koska tietokoneen käyttö ei tuota enää merkittävästi hyötyä. Tilannetta voidaan verrata siihen että tietokoneen käyttö perustuisi minuuttihinnoitteluun ja hinta olisi hyvin kallis.

Tietokoneen käytön oletetaan noudattavan pitkähäntäistä jakaumaa, koska käyttäjät suorittavat aluksi kaikkein tärkeimmät tai miellyttävimmät tehtävät. Käytön rajahyöty vähenee merkittävästi käyttömäärän lisääntyessä. Tietokoneen käytön bruttohyöty ei siis kasva merkittävästi vaikka vikatilanteet vähenevät. Suurin osa palvelun hyödystä tulee kasvaneesta nettohyödystä, kun kustannukset eli turhauttavat käyttökokemukset vähenevät. Pitkähäntäistä jakaumaa kuvataan tässä Kilkin esittämällä kaavalla 8 [48].

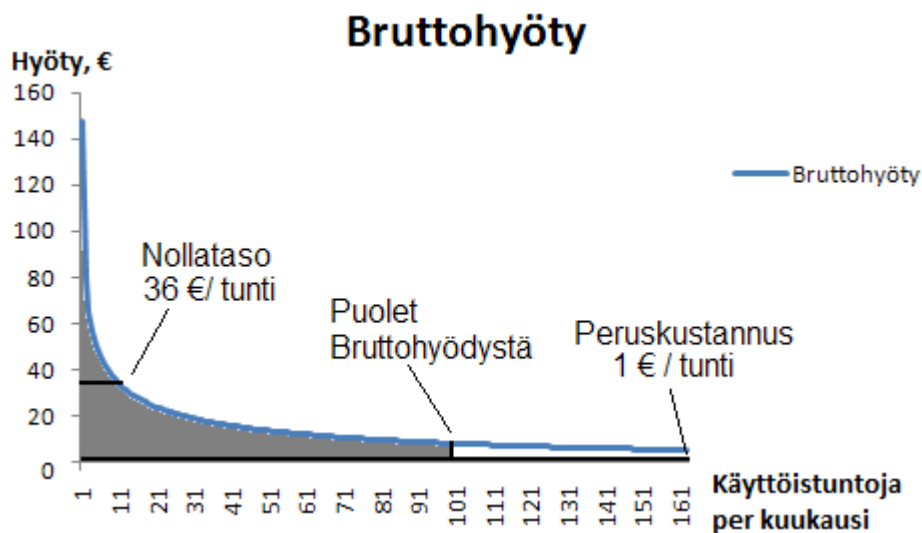
$$F(x) = \frac{\beta}{\left(\frac{N_{50}}{x}\right)^\alpha + 1} \quad (8)$$



$F(x)$  tarkoittaa määrää, mikä on saavutettu kohdassa  $x$ .  
 $\beta$  tarkoittaa kokonaismäärää,  
 $N_{50}$  tarkoittaa kohtaa, jossa 50 % määrästä on saavutettu  
 $\alpha$  on jakauman jyrkkyyttä kuvaava parametri.

Hyöty yksittäisenä ajanhetkenä saadaan kertymäfunktioista kaavalla  $F(x) - F(x-1)$ . Laskennan helpottamista jakauman häntää kannattaa rajoittaa, koska tavallisesti se jatkuisi äärettömään. Parametri  $\alpha$  kuvaa jakauman jyrkkyyttä. Suurilla arvoilla jakauma on tasaisempi, mutta pienillä arvoilla suuri osa hyödystä saavutetaan istunnon alussa. Jos  $\alpha$  on suuri, esimerkiksi 0.9, jakauma on tasainen ja lisäkäyttö tuottaa käyttäjälle lähes yhtä paljon hyötyä kuin ensimmäiset istunnot. Jos arvo on pieni, kaikki hyöty saavutetaan ensimmäisillä minuuteilla eikä lisäkäyttö tuota juurikaan hyötyä käyttäjälle.

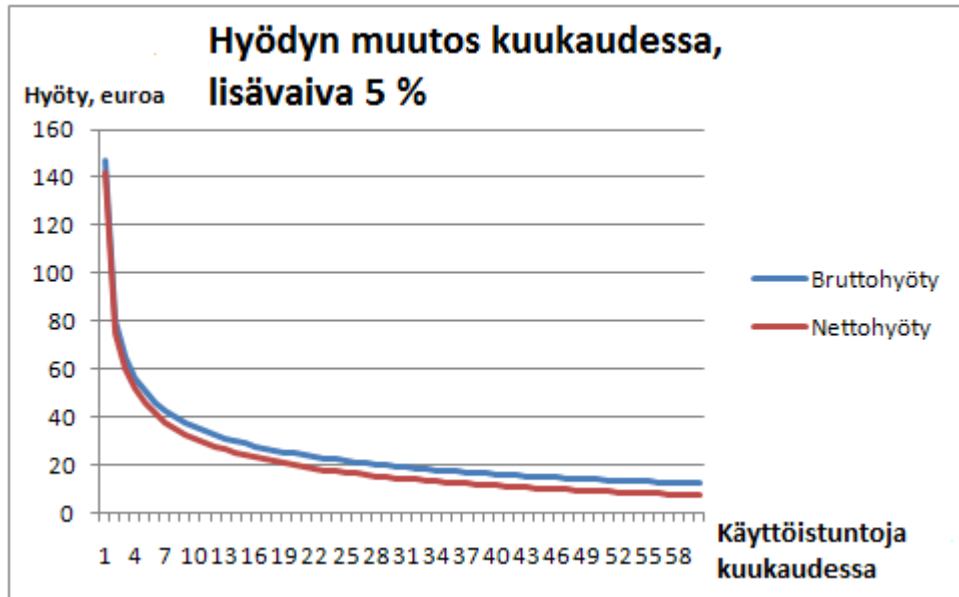
Nettohyötyä laskiessa  $\beta$  tarkoittaa kokonaisbruttohyötyä, ja  $N_{50}$  ajankohtaa jossa saavutetaan 50 % bruttohyödystä. Parametrit  $\beta$  ja  $N_{50}$  ovat mallinnuksessa käytettäviä parametreja, joilla ei ole suoraa vastinetta reaali maailmassa. Palvelun nettohyödyn voi laskea laskemalla hyödyn jokaisella käyttöistunnon hetkellä yhteen. Parametrit on esitelty kuvassa 13. Parametrin arvoina on käytetty samoja oletusarvoja kuin luvun 5.9 esimerkkilaskelmissa.



Kuva 13: Kuva oletusparametreista pitkähäntäisellä jakaumalla

Tietokoneen ja Supermatrixin välistä hyödyn muutosta kuvaava käyrä on esitelty kuvassa 14. Kuvaaajassa on e, jossa sininen käyrä kuvaa brutto- ja punainen nettohyötyä. Tavallisen tietokoneen käytettävyydestä aiheutuu 5 % lisävaiva Supermatrixiin verrattuna. Vaaka-asteikko kuvaa käyttöaika minuutteina ja pystyasteikko tietokoneen käytöstä saavutettua hyötyä euroina.

Työpöytävirtualisointi ei ratkaise sovellusohjelmien tai käyttöliittymän suunnittelusta johtuvia ongelmia. Vikatilanteista palautumista voidaan helpottaa ja tiedon



Kuva 14: Hyödyn muutos kuukauden aikana, kun tavallisen tietokoneen lisävaiva on 5 %.

häviämistä voidaan joko estää tai vähentää useimmissa tilanteissa. Esimerkiksi jos käyttäjän päätelaite hajoaa tai varastetaan, tietoja ei yleensä häviä, koska ohjelmien suoritus tapahtuu palvelimella. Jos taas palvelin hajoaa, ohjelmiston suorittamisen pitäisi siirtyä toiselle palvelimelle ja tiedostot ovat yleensä automaattisesti varmuuskopioituja. Myös tiedon häviämistä käyttäjän virheiden takia voidaan vähentää. Ohjelmistovikoja ja muita vikatilanteita voidaan vähentää myös keskitettyjen hallintajärjestelmien takia, koska järjestelmänvalvojat asentavat ohjelmistot ja säätävät asetukset. Tavalliset käyttäjät eivät välttämättä ymmärrä esimerkiksi tietoturva-asetuksia, jolloin tietokone saattaa altistua turvallisuusriskeille. Lisäksi tietokoneen vaihtamisen ja ohjelmiston asentamisen vaivaa voidaan vähentää, koska päätelaitetta vaihtaessa tiedostot ja ohjelmistot ovat valmiiksi palvelimella. Tavallisesti tietokoneen vaihtamisen yhteydessä käyttäjien saattaa olla hankalaa saada kaikkia tiedostoja ja ohjelmien asetuksia siirrettyä uudelle tietokoneelle.

Käyttöjärjestelmästä johtuvia vikatilanteita ja turhauttavia kokemuksia on todellisuudessa 5-10 % tietokoneen käyttöajasta [20], mutta kyselytutkimuksen tulosten mukaan käyttäjien subjektiivisen arvion mukaan kaikenlaiset viat vievät 3 % käyttöajasta. Todellisia arvoja käytetään nettohyötyä laskiessa, mutta subjektiivinen arvio vaikuttaa ostopäätökseen.

Vikatilanteet ja turhauttavat kokemukset esiintyvät käytön aikana satunnaisesti. Käyttäjän suhteellinen arvio käyttökokemuksesta voi siis riippua merkittävästi edellisestä käyttökokemuksesta. Kokonaiskuva palvelun käytettävyydestä muodostuu vähitellen eivätkä muutaman käyttökerran perusteella. Viat, joiden seuraukset ovat merkittäviä, eli esimerkiksi laitteistoviat joissa häviää tiedostoja, ovat hyvin

epätodennäköisiä ja harvinaisia. Suuri osa turhauttavista tilanteista puolestaan on jatkuvasti toistuvia ja lyhyitä. Vikatilanteiden vaikutuksen ja todennäköisyyden voidaan siis olettaa noudattavan pitkähäntäistä jakaumaa. Tutkimuksessa vikoja mallinnetaan prosenttina käyttöajasta, koska vikojen todennäköisyyksien ja vaikutusten arvioiminen olisi liian monimutkaista mallinnuksen kannalta.

## 5.8 Ajan ja toiminnan arvon laskeminen

Palvelun hyödyn laskeminen perustuu siihen, että ihmisen ajalle voidaan laskea rahallinen arvo. Kaikki toiminta sisältää vaihtoehtoiskustannuksen, koska tietyn toiminnan aikana vaihtoehtoista toimintaa ei voida suorittaa. Vikoihin kuluva aika on pois vapaa-ajasta, jolloin vaihtoehtoiskustannus on koko ajan arvo. Laskelmiin tarvitaan tietoa siitä millä tavalla ihmiset arvostavat eri toimintaa, jotta saadaan vertailutasoja nettohyödyn laskemista varten. Onnellisuustutkimuksen alalla esimerkiksi Kahneman et al. ovat tutkineet millä tavalla erilainen toiminta aiheuttaa positiivisia ja negatiivisia tunteita, jota voidaan käyttää hyödyksi myös tässä tutkimuksessa [33].

Kahnemanin tutkimuksen mukaan ihmissuhteet ja rentoutuminen ovat miellyttävimmäksi arvioitua toimintaa [33]. Tietokoneen käyttö taas lasketaan epämiellyttävämmäksi kuin esimerkiksi television katsominen, mutta miellyttävämmäksi kuin työn teko tai kotitaloustyöt [33]. Käyttäjät eivät tutkimuksen mukaan koe käyttöä kovin miellyttäväksi verrattuna muuhun toimintaan, joten käytettävyydessä on parantamisen varaa. Ajallisesti tietokonetta käytettiin kuitenkin keskimäärin 1,9 tuntia päivässä, kun taas kotitöitä tehtiin vain 1,1 tuntia päivässä [33]. Tietokoneen käyttöön kuluu niin paljon aikaa päivittäin että käytettävyydellä saattaa olla vaikutusta ihmisten koko päivän onnellisuustasoon.

Tietokoneen käyttöä haittaavat vikatilanteet ja muut turhauttavat kokemukset huonontavat käyttökokemusta. Ne ovat pois käyttäjien vapaa-ajasta, joten niille voidaan laskea rahallinen arvo käyttäjälle aiheutuvan vaivan ja vaihtoehtoiskustannusten perusteella. Turhautumisen tunteen vähennyksellä on ajan säästöä suurempi vaikutus, koska se nostaa nettohyötyä koko käytön ajalta. Vikatilanteiden aiheuttamalle turhautumiselle ja epävarmuudelle voidaan laskea arvo käyttämällä vertailutasoja. Vertailutasot perustuvat subjektiiviseen arvioon siitä mikä on hyödyllisintä toimintaa henkilön kannalta. Supermatrixin nettohyöty saadaan laskettua integroimalla suhteellinen käyttökokemus käytön ajalta. Bruttohyöty muodostuu pitkähäntäisestä jakaumasta, josta vähennetään kustannukset. Turhautumisen arvo saadaan, kun ajan arvosta vähennetään turhauttavan kokemuksen rahallinen arvo. Myös palvelun tarjoama nettohyöty voidaan laskea, kun turhautumisen arvo tiedetään.

Ajan arvon laskemiseen tarvitaan kahta vertailutasoa, joilla ei ole varsinaista reaaliaikaisen vastinetta. Vapaa-valintainen toiminta vastaa ajan arvoa koska laskevaa rajahyötyä ei tarvitse ottaa huomioon. Käytännössä vapaa-valintaiseen toimintaan liittyy aina rajoituksia, jotka laskevat arvoa. Esimerkiksi toiminnasta toiseen

siirtyminen vie aikaa. Ihmisellä ei välttämättä ole täyttä valtaa kaikesta toiminnasta, esimerkiksi työaikaa ei voi yleensä päättää itse.

Lisäksi kuvitellaan että on olemassa neutraali vertailutaso, jossa ihminen valvoo ja on tekemättä mitään. Useimmille ihmisille mitään tekemättömyys on pitemmän päälle tylsää, ja he tekisivät mieluummin vaikka jotakin normaaliolosuhteissa tylsältä tuntuvaa toimintaa kuin olisivat täysin toimeettomana. Jos kuluttajan vaihtoehtona on olla toimeettomana pitkään tai käyttää tietokonetta, tietokoneen käytöstä oltaisiin teoriassa valmiita maksamaan hyvinkin paljon. Kun tietokonetta on käytetty jo tunnin ajan, 5 minuuttia lisää ei tuota yhtä paljoa arvoa käyttäjälle. Laskettuna nollassoon verrattuna bruttohyöty on siis korkea.

Tietokoneongelmien aikana esiintyvää turhautumisen tunnetta voidaan arvioida subjektiivisesti seuraavan kuvitteellisen tilanteen avulla. Henkilö on tekemättä mitään  $x$  tuntia, ja saa sen jälkeen tehdä vapaasti mitä haluaa  $8-x$  tuntia. Vaihtoehtona henkilö käyttää tietokonetta. Molemmista maksettaisiin saman verran koehenkilölle. Koehenkilöiltä kysytään kuinka monta tuntia  $x$  on, jotta vaihtoehdot olisivat samanarvoisia. Mitä suurempi  $x$  on, sitä huonommaksi kokemus siis arvioidaan. Saman kyselyn yhteydessä opiskelijoilta kysytään myös kuinka paljon palkkaa heille pitäisi maksaa tietokoneen ylläpitämisestä.

Samanlainen testi suoritettiin opiskelijoilla, jossa heidän piti kuvitella työskentelevänsä hampurilaisbaarissa. Kyselyssä koehenkilöt olivat valmiit olemaan tekemättä mitään keskimäärin 2,6 tuntia kahdeksasta tunnista. Opiskelijat arvioivat pyytävänsä työstä hampurilaisbaarissa keskimäärin 11,7 euroa tunnissa palkkaa. Mainoksien katsomisesta opiskelijoiden palkkavaatimus oli keskimäärin noin 20 euroa tunnissa. Kun tiedetään missä suhteessa työtä arvostetaan vapaa-aikaan verrattuna ja koehenkilöiden palkkavaatimus työstä, voidaan laskea mikä on vapaa-ajan arvo. Laskutavan mukaan ajan arvoksi saatiin  $8/2.6 * 11,7$  euroa = 36 euroa tunnissa.

Tietokonevikoja sisältävän käyttökokemuksen arvoa on vaikea laskea, koska käyttökokemuksen arvo riippuu yksilöstä. Kyselytutkimuksen mukaan useimmat koehenkilöt kokivat vikatilanteet turhauttaviksi. Kahnemanin tutkimuksen mukaan tietokoneen käyttö oli arvioitu vain hiukan työntekoa korkeammalle arvo-asteikolla [33]. Bruttohyödystä vähennetään vielä kustannukset. Oletetaan, että turhautumista vähentämällä saavutetaan 5% parempi käytettävyyttä. Mallissa nettohyötyä voidaan laskea eri käyttömäärällä ja käytettävyyttä verrattuna tietokoneeseen voidaan vertailla eri arvoilla. Pienikin käytettävyyden parantuminen vaikuttaa merkittävästi kokonaisuuteen, koska kuukaudessa käyttötunteja on useita kymmeniä.

Mallissa oletetaan että käyttäjät käyttävät tietokonetta koska heillä ei välttämättä juuri sillä hetkellä ole muuta tekemistä. Vaihtoehdot tuottavat siinä tilanteessa vähemmän arvoa, joten vaihtoehtojen arvoa skaalataan parametrilla Context Factor. Mallissa Context Factor on oletuksena 75 %, eli saavutettava ajan arvo on 75 % maksimista käyttöhetkellä, mutta arvoa voi myös muuttaa. Oletuksena käyttöti-

lanteessa saavutettava ajan arvo on siis 27 euroa tunnissa.

## 5.9 Esimerkkilaskelma nettohyödyn laskemisesta

Nettohyödyn laskemiseksi esitellään esimerkkilaskelma, joka on laskettu luvussa 5.7 esitettyyn kaavaan 8 avulla. Nettohyötylaskelmien laskemiseen käytettävät oletusparametrit on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 13: Nettohyötylaskelmissa käytetyt oletusparametrit

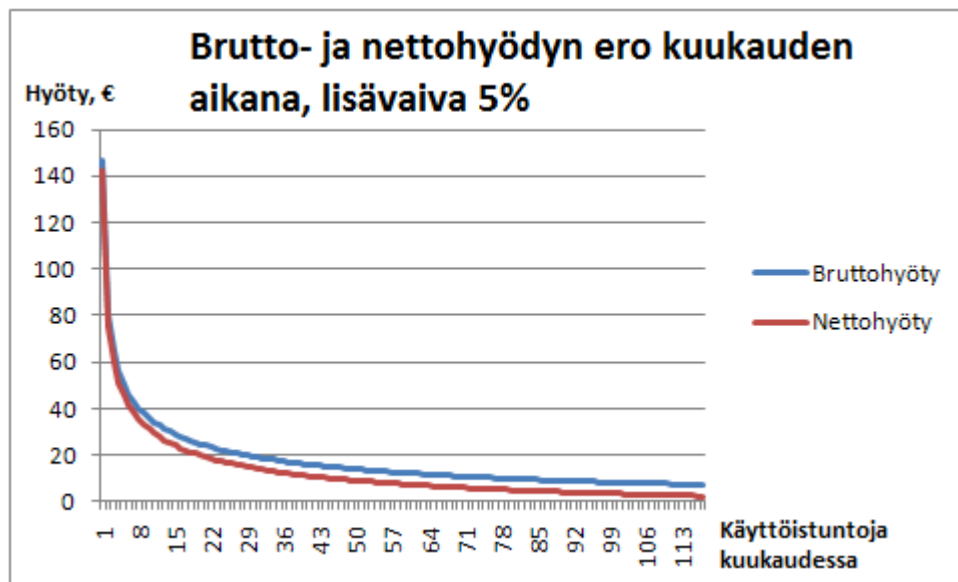
Alkuarvot	
Ajan arvo (Eur/tunti)	36
Alfa	0,65
Bruttokäyttö	12 tuntia
Istunnon pituus	15 minuuttia
Peruskustannus (Eur/tunti)	1
Puolet hyödystä	5 %
Lisävaiva	5 %
Context factor	75 %

Bruttokäyttö on oletuksena 12 tuntia. Parametri  $N_{50}$ , eli kohta jossa puolet hyödystä saavutetaan on 5 % bruttokäytöstä. Käyttäjille on peruskustannus nollassa tasolla, mikä on 1 euro tunnissa. Pitkähäntäisessä jakaumassa häntä jatkuu tavallisesti äärettömään asti, mutta laskujen helpottamiseksi arvo on rajoitettu tässä kohtaa 12 tuntiin, joka on kuitenkin selvästi enemmän kuin normaali käyttöaika. Käyttöistuntojen pituus on aina 15 minuuttia. Jakauman jyrkkyyttä kuvaava parametri  $\alpha$  on oletuksena 0.65.

Tavallisen tietokoneen tuottama lisävaiva käyttäjälle on oletuksena 5 prosenttia bruttohyödystä. Muuttamalla lisävaivaa voidaan muuttaa nettohyödyn muutosta, mikä johtuu palvelun asiakkaiden vaivaa vähentävästä ominaisuudesta. Ajan arvo on 36 euroa tunnissa, ja siitä voidaan saavuttaa Context Factorin arvon mukaan 75 %. Saavutettava ajan arvo on siis 27 euroa tunnissa. Käytön määrän muutos vaivan säästön takia riippuu vain funktion kulmakertoimesta.

Taulukossa 14 on esitelty laskettu nettohyöty kuukauden aikana kaikille käyttäjäryhmille. Kaikille ryhmille on käytetty samaa ajan arvoa ja taulukossa 13 esitellyt oletusparametreja, mutta käyttömäärät ovat erilaisia. Jokaiselle käyttäjäryhmälle on laskettu nettohyöty ilman vaivaa, ja 5 %:n lisävaivan kanssa. Nettohyödyn muodostuminen kuukauden aikana peruskäyttäjille on esitetty kuvassa 15. Vaaka-asteikko kuvaa istuntojen määrää kuukaudessa ja pystyasteikko hyötyä euroina.

Suuri nettohyöty johtuu esimerkiksi siitä, että käyttömäärä on suuri verrattuna muihin palveluihin. Yksittäisen käyttötunnin hinta palvelussa ei kuitenkaan ole



Kuva 15: Mallin avulla laskettu nettohyöty käyttötilanteessa käyttäessä oletusparametreja.

Taulukko 14: Laskettu brutto- ja nettohyöty eri käyttäjäryhmille

Käyttäjäryhmä	Normaalikäyttäjät	Viihdekäyttäjät	Tehokäyttäjät	Ikääntyneet
Ajan arvo (Eur/tunti)	36	36	36	36
Käyttömäärä (tuntia/kk)	45	60	55	25
Käyttömäärä vaivan kanssa (min/päivä)	90	120	110	50
Käyttömäärä ilman vaivaa (min/päivä)	95	126	114	53
Nettohyöty (Eur/kk)	2905,15	4580,75	1978,80	1203,35
Bruttohyöty (Eur/kk)	2821,88	4469,95	1913,92	1156,90
Hyödyn muutos (Eur)	83,27	110,8	64,88	46,45

kovin merkittävä. Lisäksi palvelun käyttöön liittyy myös muitakin kustannuksia. Nettohyötyä ei tule käyttää suoraan palveluiden hinnoitteluun, koska nettohyödyn pitäisi olla moninkertainen palvelun hintaan verrattuna. Lisäksi kaikki kilpailevat tuotteet on hinnoiteltu muutamiin kymmeneen euroihin kuukaudessa. Palvelun hinnoittelussa nettohyödyn muutos on siis tärkeämpää kuin todellinen nettohyöty.

Palvelun käyttömäärä muuttuu vain muutaman prosentin luokkaa, koska lisäkäyttö ei tuo merkittävästi lisähyötyä. Käytön määrän muutos riippuu vain funk-

tion kulmakertoimesta. Esimerkkilaskelmat on tehty parametreilla jotka perustuvat oletuksiin. Tarkempia laskelmia voi tehdä kun saadaan käyttötilastoja kohderyhmän käytön määrästä, sekä kuinka paljon käytettävyys todellisuudessa muuttuu.

## 6 Tulokset

Palvelun käyttökokemus voidaan laskea integroimalla hetkellistä kokemusta käyttöajan aikana. Samaa menetelmää voidaan käyttää myös bruttohyödyn laskemiseen, kun annetaan ajalle ja käyttökokemukselle arvo. Jälkikäteen arvioituna käyttökokemus kuitenkin arvioidaan yksittäisenä kokonaisuutena. Kokemus arvioidaan huippu- ja loppuarvojen keskiarvon perusteella, jolloin kokemuksen ajallisella kestolla ei ole merkitystä. Ostopäätöksen aikana on siis merkitystä aiemmilla käyttökokemuksilla ja mielikuvilla, joita ostopäätöksen kohteena olevasta tuotteesta asiakkaalla on. Asiakkaiden ostopäätöksiin vaikuttaa esimerkiksi tuotteen hyödyllisyys, käytettävyys, hinta ja houkuttelevuus. Palvelun nettohyöty taas lasketaan käyttämällä todellista käyttökokemusta, mikä vaikuttaa esimerkiksi palvelun hinnoitteluun. Nettohyöty on kuitenkin selvästi hinnoittelua korkeampi, koska palvelun hinnoittelun täytyy olla kilpailukykyinen vaihtoehtoihin tuotteisiin nähden.

Käytön aikainen bruttohyöty muodostuu pitkähäntäisestä jakaumasta. Suurin osa hyödystä muodostuu siis käytön alussa ja vähitellen käytön tuottama hyöty laskee. Käyttöön liittyy lisäksi tiettyjä kustannuksia, jotka vähentävät nettohyötyä. Palvelun idea perustuu näiden kustannuksien vähentämiseen, jolloin voidaan saavuttaa korkeampi nettohyöty. Bruttohyöty on palvelussa sama kuin tavallisessa tietokoneessa, koska käyttäjät käyttävät samanlaisia palveluja ja ohjelmistoja kuin tavallisella tietokoneellakin käyttäisivät.

Yksityisyydellä ei liene suurta vaikutusta palvelun käyttöönottoon. Yksityisyys on todellisuudessa tavallista tietokonetta korkeammalla tasolla. Se voi vaikuttaa negatiivisesti käyttökokemukseen, mutta yksityisyys ei ole merkittävä kriteeri ostopäätöksessä. Yksityisyyteen liittyvät päätökset eivät ole rationaalisia. On todennäköistä, että käyttäjät arvioivat riskit todellisuutta pienemmiksi, koska he ovat todennäköisesti jo tottuneet siihen, että tiedostoja säilytetään verkkopalvelimilla. Myöskään palvelun luotettavuus tuskin on ongelma käyttäjille. Markkinoinnissa kannattaa kuitenkin painottaa myös korkeatasoista luotettavuutta ja tietoturva.

Nettohyöty muodostuu palvelun paremmasta käyttökokemuksesta, mikä johtuu käytön aikaisten kustannuksien vähenemisestä. Palvelun bruttohyöty ei kasva, joten ajan säästö ja parempi käyttökokemus eivät lisää käyttömäärää kuin muutamia prosentteja. Käyttäjien tyytyväisyys kuitenkin kasvaa merkittävästi jos laskelmat pitävät paikkaansa, koska käytönaikaiset kustannukset vähenevät. Koska turhautumisen vaikutus käyttäjiin on yksilöllistä, on vaikea arvioida tarkkaa rahallista arvoa. Nettohyöty on kuitenkin yli tuhat euroa kuukaudessa riippuen käyttömäärästä ja henkilöstä. Nettohyöty on laskettu niin että ajan arvosta 75 % voidaan saavuttaa, eikä käyttäjillä ole muuta toimintaa kuin tietokoneen käyttö toimeentulon olemisen vaihtoehtona.

Hinnoittelussa pitäisi keskittyä nettohyödyn sijaan siihen, miten hyöty muuttuu palvelun ansiosta. Hyödyn muutos on korkeintaan sadan euron luokkaa. Realistinen



hinnoittelu olisi korkeintaan 10-20 euroa kalliimpi kuin tavallinen tietokone ja laajakaistayhteyden kuukausittaiset kustannukset, koska hyödyn pitää aina olla selvästi hintaa suurempi. Jo 15 euroa kalliimpi kuukausihinta kuitenkin voi vaikuttaa negatiivisesti käyttäjiin, koska se on prosentuaalisesti iso korotus hintaan.

Tutkimuksessa palvelun hyötyä on arvioitu uudennlaisella menetelmällä mikä perustuu ajan arvoon, jota ei ole juuri käytetty tietoliikennepalveluiden yhteydessä. Menetelmää ei ole kokeellisesti testattu ja erityisesti vertailussa käytettävän nollatason arviointi olisi hankalaa toteuttaa eettisesti. Vaikka ihmiset käytännössä arvostaisivat eri toimintaa samalla tavalla kuin kyselytutkimusten mukaan ilmoittaisivat, ei ole varmaa tapahtuvatko päätökset samalla tavalla. Esimerkiksi jokin toiminta voi tuottaa ei-rahallisia palkkioita pitkällä aikavälillä, vaikka se ei toiminnan arvostuksen perusteella olisi kannattavaa. Ei ole myöskään täysin varma noudattaako tietokoneen käytön tuottama bruttohyöty pitkähäntäistä jakaumaa. Kansantalousteorian mukaan hyöty on kuitenkin ajan kuluessa laskeva, ja nettohyödyn mittaaminen käytön aikana olisi haastavaa.

Joissakin kohdissa on jouduttu käyttämään perusteltuja olettamuksia koska luotettavaa tietoa asioista ei ole löytynyt. Tutkimuksessa on pyritty kertomaan olettamuksista ja niiden perusteista aina kun niitä on jouduttu käyttämään. Esimerkiksi mallin parametreja on jouduttu valitsemaan kokeilemalla erilaisia arvoja. Mallin tarkoituksena onkin kuvata ilmiöitä eikä ennustaa asioita tarkasti. Mallinnuksessa pyritään yleensä sovittamaan parametreja sitä mukaan, kun saadaan asioista lisää tietoa. Tutkimukseen käytettävissä oleva aika oli rajoitettu ja tuotetta ei ole vielä lanseerattu, joten mallin sovitus ei ollut vielä mahdollista.

Kyselytutkimuksessa useimmat koehenkilöt olivat tekniikan alan opiskelijoita, jotka eivät vastaa palvelun tärkeintä kohderyhmää. Tietokoneen käyttöajan ja vikatilanteiden laadun ja määrän selvittämiseksi tarkasti pitäisi suorittaa kokeellisia tutkimuksia. Myös käyttäjäryhmien selvittäminen olisi mahdollista valvomalla erilaisten sovellusohjelmien käyttöä ja esimerkiksi luokittelemalla käyttäjiä tiedonlauhintamenetelmillä. Ainoa luotettava tapa mittauksiin on kuitenkin pitkäaikainen käytön valvonta, mikä saattaa loukata käyttäjien yksityisyyttä. Yksityisyyden loukkaamisen lisäksi käyttäjät saattavat muuttaa käyttötapoja valvonnan alaisuudessa. Käyttäjäryhmien tarkoituksena oli kuitenkin kokeilla mallia erilaisilla parametreilla.

Jatkotutkimuksena yksityisyyden vaikutusta käyttäjiin voisi selvittää paremmin. Suurin osa yksityisyyttä koskevista artikkeleista koskee identiteetin suojaan liittyviä kysymyksiä ja tiedostojen säilyttäminen palvelimella on ongelmana erilainen. Tarvittaisiin laajempaa kokeellista tutkimusta, jolla voisi selvittää ihmisten suhtautumista erityisesti siihen, miten ihmiset kokevat tiedostojen tallentamisen palvelimille, ja miten ihmiset arvioivat tietoturvariskejä. Lähivuosina asia saattaa tulla entistäkin keskeisemmäksi, koska pilvilaskentapalveluissa on ollut joitakin tietomurtoja ja palveluiden käyttö yleistyneet tulevaisuudessa. Lisäksi mallin jatkokehittämisessä ja parametrien sovittamisessa on osa-alueita joita voisi kehittää edelleen. Erityisesti

mallin ostopäätöksen vaikutusta pitäisi selvittää tarkemmin, ja siihen voisi lisätä osan markkinoinnin vaikutuksesta asiakkaisiin.

## 6.1 Keskustelua

Palvelun onnistunut toteutus tarjoaisi käyttäjille paremman käyttökokemuksen ja vaivattoman ratkaisun käyttäen tietokonetta. Toteutus vaatii kuitenkin suuria investointeja valokuituyhteyksiin ja palvelinkeskuksiin, ja asiakkaiden määrä pitää olla tarpeeksi suuri jotta palvelu olisi kannattava. Suunnitteluvaiheessa luotettavuus, asiakkaan yksityisyys ja helppokäyttöisyys pitäisi asettaa keskeisiksi tavoitteiksi. Lisäksi palvelun markkinoinnin pitää olla tehokasta, jotta asiakkaat ovat tietoisia palvelusta ja sen eduista. Tavallisten käyttäjien voi olla hyvin vaikea ymmärtää mistä palvelussa on kyse ja miten se eroaa tavallisesta tietokoneesta.

Palvelu sisältää myös ominaisuuksia mitä ei voi laskea rahallisesti käyttämällemme menetelmällä. Esimerkiksi käyttäjätilien liikkuvuus ja varmuuskopiot ovat hyödyllisiä ominaisuuksia. Koska kevyet asiakaspäätteet eivät tarvitse tehokkaita suorittimia, ne kuluttavat vain vähän virtaa eivätkä tarvitse tehokasta jäähdytystä. Jatkuvasti päällä ollessaan tietokoneet saattavaat kuluttaa satoja watteja tehoa, joten vuodessa voi sähköä säästyä jo merkittävästi ja kevyet asiakaspäätteet ovat myös tavallista tietokonetta hiljaisempia. Työpöytävirtualisoinnissa tarvitaan vastaavasti tehokkaampia palvelimia, joten työpöytävirtualisointi ei välttämättä laske kokonaisenergiankulutuksen tai hiilidioksidipäästöjä. Kokonaisenergiankulutus riippuu paljon hetkellisestä käyttäjämäärästä, jos lasketaan käyttäjää kohden käytettyä energiaa.

Yksi haaste palvelun toteutuksessa voi olla saada asiakkaat vaihtamaan tavallinen tietokone Supermatrixiin, jos he eivät ole vielä uusimassa tietokonetta muuten. Tavalliset käyttäjät uusivat tietokoneensa yleensä siinä vaiheessa, kun tietokone alkaa olla liian hidaskäyttöinen sovellusohjelmien käyttöön, siinä on jokin vika, tai se alkaa olla epäluotettava. Asiakkaat, jotka muutenkin tarvitsivat uuden tietokoneen ovat helpompia asiakkaita, koska ostopäätös on heillä edessä joka tapauksessa. Markkinointi saattaa olla helppoa erityisesti asiakkaille jotka ovat uusimassa tietokonettaan epäluotettavuuden tai vikojen takia. Asiakkaat ovat valmiita maksamaan palvelusta joka parantaa käyttökokemusta, mutta hinnan täytyy olla kohtuullinen tavalliseen tietokoneeseen verrattuna. Yksi vaihtoehto on asettaa hinta alemmaksi kuin tavallisen tietokoneen käyttökustannukset. Hinnoittelu voisi muodostua erilaisista paketeista joissa tarjotaan erilaisia ominaisuuksia tai suorituskykyä asiakkaille heidän tarpeensa mukaan.

Palvelun toteutuksessa on myös muita haasteita. Asiakkaat eivät arvioi teorian mukaan tietokonevikoja niihin kuluvaan ajan perusteella, joten he saattavat nähdä hyödyn pienempänä kuin se todellisuudessa on. Toinen ongelma on palvelun kokeilavuus, koska palvelun edut eivät välttämättä ole ilmeisiä kuin vasta pitkän kokeilu-

jakson perusteella. Palvelun kokeilemisen toteuttaminen kotioloissa on vaikeaa, jos valokuituyhteyttä ei ole vielä saatavilla. Esimerkiksi word-of-mouth -markkinointi voisi auttaa levittämään tietoa palvelun käyttökokemuksesta tehokkaasti, mutta sitä varten tarvitaan valmiiksi suhteellisen laaja käyttäjäkunta.

Toinen uhka palvelulle saattaa olla langattomuuden ja päätelaitteiden liikkuvuuden edistyminen tietotekniikassa. Kannettavat tietokoneet ja matkapuhelimet mahdollistavat pääsyn Internet-palveluihin lähes mistä tahansa. Langattomat laitteet tuskin ovat kokonaan korvaamassa työpöytä-tietokoneita pitkään aikaan, koska kaikkia palveluja ei ole tehokasta käyttää pieneltä näytöltä ja ilman kokonaista näppäimistöä. Supermatrixia voi käyttää myös kodin ulkopuolelta, mutta tarpeeksi nopeita ja luotettavia yhteyksiä ei välttämättä ole saatavilla joka paikassa. Erityisesti langattomien yhteyksien kanssa voi tulla ongelmia, jos viive on liian pitkä työpöytävirtualisointia varten. Omiin tiedostoihin pitäisi kuitenkin päästä käsiksi myös hitaammalla yhteydellä, esimerkiksi verkkolevyjen avulla.

Kannettavien tietokoneiden myynti on yleistynyt huomattavasti viime vuosina. Kannettavien tietokoneiden ostajat saattavat ajatella ostavansa kannettavan siltä varalta, että jossain tilanteissa tietokonetta täytyy kantaa mukana, vaikka suurin osa käytöstä tapahtuu todennäköisesti kotona. Se voi johtaa siihen, että Supermatrix ei vaikuta kovin houkuttelevalta vaihtoehdolta. Jos tietokonetta pitää pystyä käyttämään ilman verkkoyhteyttä, asiakkaan pitäisi käyttää tavallista kannettavaa tietokonetta jota käytetään asiakaspäätteenä Supermatrixissa. Kannettavan tietokoneen käyttäjille yksi mahdollisuus olisi helppokäyttöinen synkronointiohjelma, jolla kannettavan tietokoneen ja Supermatrixissa olevat käyttäjän tiedostot saataisiin pidettyä ajan tasalla molemmissa käyttöympäristöissä. Sovellusohjelmien pitäisi silti olla asennettuna molemmissa järjestelmissä. Tulevaisuudessa ongelmaan saattaa löytyä ratkaisu, sillä esimerkiksi VMWare Offline Desktop mahdollistaa virtualisoinnin ilman jatkuvaa yhteyttä palvelimeen [49]. Asetukset ja ohjelmistot synkronoidaan seuraavan kerran, kun tietokone on yhteydessä palvelimeen, mutta toiminto on tällä hetkellä vasta kokeiluasteella [49].

Monilla tehokäyttäjillä saattaa esiintyä epäilyksiä palvelun keskitettyä hallintaa kohtaan. Tavallisilla käyttäjillä vikoja esiintyy todennäköisesti käyttäjän tietokoneella useammin kuin keskitetyllä palvelimella esiintyisi. Verkon ja palvelinkeskuksen luotettavuuteen voidaan panostaa jo palvelun suunnitteluvaiheessa, ja virtualisoinnin ansiosta tiedostojen katoaminen ongelmatapauksissa voidaan välttää. Palvelu on suunnattu tavallisille käyttäjille, jotka eivät itse ylläpidä nykyistä tietokonetta ja haluavat siihen vaivattoman ratkaisun. Heitä tuskin kiinnostaa millä tavalla palvelu on toteutettu. Tehokäyttäjille laitteistovaatimukset ovat kovemmat, joten he voivat olla vähemmän kannattavia liiketaloudellisesti. Toinen ongelma palvelun markkinoinnin kannalta on yksityisyyden uhan tunne. Käyttäjät kuitenkin lähettävät päivittäin salaamattomia sähköposteja ja luottavat, että operaattorit kunnioittavat yksityisyyttä puheluiden aikaan. Voi olla että käyttäjien huolestuneisuus kohdistuu vain uusiin sovelluksiin koska vanhat sovellukset ovat toimineet luotetta-

vasti. Siinä tapauksessa käyttäjien luottamus voidaan saavuttaa ajan mittaan, jos palvelu toimii luotettavasti ja käyttäjien odottamalla tavalla.

## 7 Yhteenveto

Työpöytävirtualisointi mahdollistaa tietokoneiden keskitetyn hallinnan, millä voidaan vähentää tietokoneongelmia ja ylläpitoon kuluva vaivaa. Tekniikka vähentää ylläpitotarvetta, tiedon katoamista ja epävarmuutta mikä parantaa käytettävyyttä ja kasvattaa tietokoneen käyttäjälle tarjoamaa nettohyötyä merkittävästi. Esimerkiksi käyttöliittymän ja sovellusohjelmien puutteet kuitenkin aiheuttavat vielä ongelmia käyttäjille. Vaikka tekniikka ei pysty välttämään kaikkia mahdollisia tietokoneongelmia, se voi kuitenkin vähentää esimerkiksi tiedon katoamista useimmissa tilanteissa.

Tekniikan riippuvaisuus keskitetyistä palvelimista voi aiheuttaa epämukavuutta osalle käyttäjistä. Jos palvelun toteutus osoittautuu käyttäjien mielestä toimivaksi, ei ole todennäköistä että luotettavuus häiritsisi useimpia käyttäjiä. Todennäköisesti tavallisille käyttäjille luotettavuuskysymykset ovat pienempi ongelma kuin tehokäyttäjille. Tekniikan luotettavuus voi käytännössä olla parempi kuin tavallisissa tietokoneissa ja laajakaistayhteyksissä. Useat sovellukset ja suuri osa käyttöajasta riippuvat jo nykyään Internet-yhteyksien toimivuudesta, joten palvelinten ja yhteyksien luotettavuus on nykyäänkin kriittinen toimivuuden kannalta. Tavallinen tietokone on virhealttiimpi kuin palvelimet, joten kokonaisuudessa luotettavuus paranee jos työpöytävirtualisointi pystyy minimoimaan esimerkiksi vääristä asetuksista tai käyttäjän virheistä johtuvat ongelmat.

Toinen tekniikan keskeinen ongelma käyttäjän kannalta on mahdollinen tietosuojan ja yksityisyyden uhka. Yksityisyyden vaikutusta käyttäjien päätöksiin on vaikea ennustaa. Käyttäjien on hyvin vaikea arvioida päätöksen seurauksia ja päätökset perustuvat heuristiikkaan eivätkä täysin rationaalsiin päätöksiin. Viime vuosina erilaiset Internet-pohjaiset sovellukset ovat kuitenkin yleistyneet räjähdysmäisesti eivätkä tietojen tallennus verkkoon tai epäselvät käyttöjäehdot ole estäneet palveluiden suosiota. Taustalla saattaa kuitenkin vallita epäluottamus palveluita kohtaan mikä luonnollisesti heikentää käyttökokemusta ja voi rajoittaa käytön määrää.

Uutisissa on ollut myös merkkejä siitä, että tietoturva- ja yksityisyysasioiden merkitys käyttäjille on kasvamassa. Palveluntarjoajan toiminnan pitäisi olla reilua ja läpinäkyvää asiakkaita kohtaan. Asiakkaille pitäisi esimerkiksi kertoa minkälaisia riskejä käyttöön liittyy, ja miten käyttäjien tietoja mahdollisesti käytetään. Useimmat käyttäjät eivät lue käyttöoikeussopimuksia tarkkaan, joten niissä olevat ehdot eivät välttämättä päde lain mukaan. Palvelun kannalta on tärkeää selvittää lainsäädäntöä eri tapauksissa, esimerkiksi kuka on vastuussa tiedon katoamisesta palvelussa ja kuka on vastuussa käyttäjien mahdollisista tekijänoikeusrikkomuksista. Elokuvien tai musiikin lataaminen Internetistä on hyvin yleistä, joten mahdolliset tekijänoikeusrikkomukset koskevat suurta osaa kohderyhmästä.

Tutkimuksessa on esitetty teoria käyttökokemuksen muodostumisesta ja laskelma palvelun hyödyn muodostumisesta. Ostopäätöksen aikana käyttökokemus perustuu

Kahnemanin teorian mukaan edellisten kokemusten huippu- ja loppuarvoon. Käytön aikana kokemus taas muodostuu todellisesti koetusta palvelusta, eli käyttökokemus on hetkellisten kokemusten summa. Asiakkaiden päätöksiä aikana nettohyöty lasketaan siis eri tavalla kuin palvelun hinnoittelun perusteena oleva todellinen nettohyöty lasketaan siis eri tavalla. Asiakkaiden ostopäätökset eivät perustu pelkästään rationaalisiin päätöksiin, mikä pitää ottaa huomioon markkinoinnissa ja tuotekehityksessä. Esimerkiksi vikatilanteiden ja turhauttavien kokemusten ajallista kestoaa saatetaan jälkikäteen aliarvioida, mikä voi aiheuttaa haasteita markkinoinnille.

Tutkimuksien mukaan tietokoneen käytön aikana käyttöajasta jopa 33-50 % voi sisältää turhauttavia kokemuksia, mikä sisältää varsinaisten vikojen lisäksi muut turhautumista aiheuttavat tekijät. Käyttöjärjestelmästä aiheutuvia vikoja oli tutkimuksen mukaan noin 10 % käyttöajasta. Kyselytutkimuksen mukaan käyttäjien subjektiivisen arvion mukaan varsinaisia vikoja oli kuitenkin vain 3 % käyttöajasta, mikä tukee teoriaa, että ajallisella kestolla ei ole merkitystä, kun kokemuksia arvioidaan jälkikäteen. Turhautuminen aiheutuu siitä, että käyttäjät eivät usko pystyvänsä kontrolloimaan tietokoneen toimintaa tehokkaasti. Turhautuminen vaikuttaa selvästi kyselytutkimuksen perusteella käyttäjiin, joten sen vähentämisellä on merkittävä vaikutus käyttökokemukseen.

Tutkimuksessa kehitettiin matemaattinen malli ostopäätösten kuvaamiseen ja palvelun tarjoaman nettohyödyn laskemiseen. Käyttäjät on jaettu neljään erilaiseen käyttäjäryhmään: Normaalikäyttäjät, Viihdekäyttäjät, Tehokäyttäjät ja Ikääntyneet käyttäjät. Käyttäjäryhmät eroavat käytettyjen sovellusten, käyttömäärän ja ostopäätöksissä käytettävissä kriteereissä. Käyttäjäryhmien tarkoituksena oli tutkia mallin käyttäytymistä erilaisilla parametreilla, eikä ennustaa tarkasti esimerkiksi myyntiä. Ostopäätökset perustuvat erilaisten ominaisuuksien vertailemiseen, jossa ominaisuudet voidaan muuntaa vastaamaan hinnan muutosta. Hinnan lisäksi mallin mukaan ostopäätöksiin vaikuttaa tuotteen hyödyllisyys, joka sisältää teknisen suorituskyvyn ja muut ominaisuudet, tuotteen käytettävyyden eli käyttöön ja käytönottoon vaadittavan vaivannäön ja tuotteen houkuttelevuuden.

Ominaisuuksien vertailu perustuu epälineaariseen MOS-funktioon jota on käytetty esimerkiksi VoIP-puhelujen laadun subjektiivisessa arvioinnissa. Asiakkaiden subjektiivisia arvioita ei voida laskea suoraan yhteen, joten kaavalla voidaan muuntaa subjektiiviset arviot absoluuttiselle asteikolle. Asiakkailta on ominaisuuksista odotettu taso, johon he ovat tottuneet. Totuttua alempi taso vaikuttaa ostopäätöksiin voimakkaammin kuin odotettua parempi taso. Tuotekehityksen kannalta on siis tärkeää, että palvelun suorituskyky ja käytettävyyden ovat vähintään tavallista tietokonetta vastaavalla tasolla. Odotettua parempi suorituskyky ei välttämättä ole järkevää, koska se ei tuota samassa suhteessa hyötyä käyttäjille.

Palvelun tarjoaman nettohyödyn laskeminen perustuu käyttäjien ajan arvoon. Mallissa ajan arvoksi lasketaan 36 euroa tunnissa niin, että palvelun lisäksi käyttäjällä ei ole sillä hetkellä muuta tekemistä kuin toimettomana oleminen. Hyöty on

laskettu nollatasosta, joten todelliseen käyttöön liittyy laskelmien lisäksi muitakin kustannuksia. Palvelun hyödyn muodostumisen mallintamiseen käytetään pitkähän-täistä jakaumaa, jossa ensimmäiset käyttöistunnot tuottavat eniten hyötyä, mutta hyödyn tuotto putoaa nopeasti mitä enemmän käyttöistuntoja kuukaudessa on.

Vikoja ja muita turhauttavia kokemuksia oletetaan esiintyvän satunnaisesti käytön aikana niin, että ne lisäävät tavallisen tietokoneen käyttäjälle aiheuttamaa vai-vaa 5 % Supermatrixiin verrattuna. Vain muutamia prosentteja parempi käytettä-vyys tuottaa merkittävästi hyötyä käyttäjille, koska kuukaudessa käyttötunteja on useita kymmeniä. Laskettu nettohyöty vaihtelee huomattavasti käyttäjäryhmien vä-lillä. Esimerkiksi ikääntyneillä käyttäjillä se on 1200 euroa kuukaudessa, ja hyödyn muutos on noin 46 euroa kuukaudessa. Viihdekäyttäjillä, joilla käyttöaika on noin 2 tuntia päivässä, nettohyöty on noin 4600 euroa kuukaudessa ja hyödyn muutos 110 euroa kuukaudessa. Nettohyötylaskelmissa on käytetty ryhmien välillä vain erilaisia käyttöaikoja, mutta esimerkiksi ajan arvoa pystyy myös muuttamaan.

Palvelua ei kuitenkaan kannata hinnoitella paljoa tavallista tietokonetta kalliim-maksi, koska yksityisyyden uhan tunne ja käyttökatkoksien mahdollisuus saattavat aiheuttaa epävarmuuden muodossa lisäkustannuksia käyttäjille. Lisäksi käyttäjät eivät välttämättä tiedä kuinka paljon aikaa turhauttaviin tilanteisiin ja vikoihin ku-luu, joten maksuhalukkuus voi olla laskettua nettohyödyn muutosta pienempi.

## Viitteet

- [1] PC vs Thin Client: Economic Evaluation [verkkodokumentti]. Fraunhofer Institute for Environmental, Safety and Energy Technology. 2008. [Viitattu 4.5.2010]. Saatavissa: <http://cc-asp.fraunhofer.de/docs/PCvsTC-en.pdf>
- [2] Doyle, P. & Deegan, M. & Markey, D. & Tinabo, R. & Masamila, B. & Tracey, D. Case Studies In Thin Client Acceptance. Ubiquitous Computing and Communication Journal [verkkodokumentti]. Special Issue on ICIT 2009 conference - Applied Computing, 2009.[Viitattu 14.5.2010]. Saatavissa: [http://ubicc.org/files/pdf/6\\_377.pdf](http://ubicc.org/files/pdf/6_377.pdf). ISSN 1992-8424.
- [3] Armbrust, M. & Fox, A. & Griffith, R. & Joseph, A.D. & Katz, R. & Konwinski, A. & Lee, G. & Patterson, D. & Rabcin, A. & Stoica, I. & Zaharia, M. Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing. University of California at Berkeley, Electrical Engineering and Computer Sciences, 2009. [Viitattu 4.5.2010]. Saatavissa: <http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2009/EECS-2009-28.pdf>.
- [4] Beaty, K. & Kochut, A. & Shaikh, H. Desktop to Cloud Transformation Planning. IBM Thomas J. Watson Research Center, Hawthorne, NY, USA. IEEE International Symposium on Parallel & Distributed Processing, 2009. IPDPS 2009. S. 1 - 8. DOI: 10.1109/IPDPS.2009.5161236. ISSN: 1530-2075.
- [5] Petrovic, T & Fertalj, K. Demystifying desktop virtualization. Proceedings of the 9th WSEAS International Conference on Applied Computer Science. [Viitattu 5.8.2010]. Saatavissa: <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2009/genova/ACS/ACS-40.pdf>. ISBN: 978-960-474-127-4. ISSN: 1790-5109.
- [6] Bessière, K. & Newhagen J. E. & Robinson J. P. & Shneiderman, B. A model for computer frustration: the role of instrumental and dispositional factors on incident, session and post-session frustration and mood. Computers in Human Behavior. Volume 22, Issue 6, November 2006. S. 941-961. [Viitattu 14.5.2010]. Saatavissa: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.63.6344&rep=rep1&type=pdf>.
- [7] Tuomivaara, S. Vapaa-ajan ja työn tietokonesuhteet ja käyttöhalukkuusmallit. Väitöskirja. Tampereen yliopisto, Tampere 2000. ISBN 951-44-4800-6, ISSN 1455-1616. [Viitattu 10.4.2010]. Saatavissa: <http://acta.uta.fi/pdf/951-44-4801-4.pdf>.
- [8] Davis, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, Vol. 13(3), S. 319-340, 1989. ISSN: 0276-7783.
- [9] Fishbein, M. & Ajzen, I. Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research. Reading, USA: Addison-Wesley, 1975. 480 s. ISBN: 0201020890



- [10] Lee, Y. Technology Acceptance Model: Past, Present and Future. ISSN: .[Viitattu 4.5.2010]. Saatavissa: <http://infosys.coba.usf.edu/bs/Lee03-TAMcritique.pdf>.
- [11] Venkatesh, V. & Morris, M. G. & Davis, G. B. & Davis, F. D. User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, Vol. 27(3), S. 425-478, 2003. ISSN: 0276-7783. Saatavissa:
- [12] Engström, T. Käytettävyyden vaikutus mobiilipalveluiden käyttäjähyväksyntään. Kandidaattityö. TKK, Informaatio- ja luonnontieteiden tiedekunta, 2009. [Viitattu 10.4.2010]. Saatavissa: [http://www.soberit.hut.fi/t-121/shared/thesis/kandityot/kandi\\_tom\\_engstrom.pdf](http://www.soberit.hut.fi/t-121/shared/thesis/kandityot/kandi_tom_engstrom.pdf).
- [13] Rogers, E. M. *Diffusion of Innovations*. New York, USA: Free Press, 1983. ISBN: 0029266505.
- [14] Moore, G. A. *Crossing the chasm : marketing and selling disruptive products to mainstream customers*. New York, USA: Harper Paperbacks, 2002. 256 s. ISBN 978-0060517120.
- [15] ISO 9244-11. Standardi. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)?Part 11: Guidance on usability (ISO No. 9241). Geneva, Switzerland, 1998.
- [16] . Hassenzahl, M. & Tractinsky, N. User Experience: A Research Agenda. *Behaviour and Information Technology*, 25(2), 91-97. 2006. [Viitattu 1.9.2010]. Saatavissa: [http://pdfserve.informaworld.com/789695\\_788162812\\_727740367.pdf](http://pdfserve.informaworld.com/789695_788162812_727740367.pdf).
- [17] Nielsen, J. *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann, San Francisco, USA, 1993. 362 s. ISBN 0-12-518406-9.
- [18] Lazar, J. & Jones, A. & Hackley, M. & Shneiderman, B. Severity and impact of computer user frustration: A comparison of student and workplace users. [Viitattu 10.4.2010]. Saatavissa: [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=MIImg&\\_imagekey=B6V0D-4H0B08K-2-1&\\_cdi=5644&\\_user=8758044&\\_pii=S0953543805000561&\\_orig=article&\\_coverDate=03%2F31%2F2006&\\_sk=999819997&view=c&wchp=dGLbVlW-zSkWA&md5=954131a625caa11a857f203fec59f202&ie=/sdarticle.pdf](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImg&_imagekey=B6V0D-4H0B08K-2-1&_cdi=5644&_user=8758044&_pii=S0953543805000561&_orig=article&_coverDate=03%2F31%2F2006&_sk=999819997&view=c&wchp=dGLbVlW-zSkWA&md5=954131a625caa11a857f203fec59f202&ie=/sdarticle.pdf).
- [19] Baumeister, R. & Bratslavsky, E. & Finkenauer, C. & Vohs, K. Bad Is Stronger Than Good. *Review of General Psychology* 2001, vol.5(4) S. 323-370. ISSN: 1089-2680 (painettu). ISSN: 1939-1552 (sähköinen).
- [20] Ceaparu, I. & Lazar, J. & Bessiere, K. & Robinson, J. & Shneiderman, B. Determining Causes and Severity of End-User Frustration. *International Journal Of Human-Computer Interaction*, Vol. 17(3), 2004. S. 333-356. [Viitattu 4.3.2010]. Saatavissa: <http://hcil.cs.umd.edu/trs/2002-11/2002-11.pdf>

- [21] Pinheiro, E. & Weber, W-D. & and Barroso, L.A. Failure Trends in a Large Disk Drive Population. Proceedings of the 5th USENIX Conference on File and Storage Technologies (FAST '07), 2007. [Viitattu 1.7.2010]. Saatavissa: [http://static.googleusercontent.com/external\\_content/untrusted\\_dlcp/labs.google.com/fi//papers/disk\\_failures.pdf](http://static.googleusercontent.com/external_content/untrusted_dlcp/labs.google.com/fi//papers/disk_failures.pdf).
- [22] Pettey, C. Gartner Says Annual Failure Rates of PCs Are Improving, but Manufacturers Can Do Better [verkkodokumentti]. [Viitattu 2.7.2010]. Saatavissa: <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=493841>
- [23] Höyland, A. & Rausand., M. System Reliability Theory. Models and statistical methods. Wiley-Interscience, USA, 1994. 536 S. ISBN: 978-0471593973.
- [24] Internetin käytön yleistymisen pysähtyi [verkkodokumentti]. Tilastokeskus, 2009. [Viitattu 6.5.2010]. Saatavissa: [http://www.stat.fi/til/sutivi/2009/sutivi\\_2009\\_2009-09-08\\_tie\\_001.html](http://www.stat.fi/til/sutivi/2009/sutivi_2009_2009-09-08_tie_001.html).
- [25] Internetin käytön useus iän mukaan, osuus internetiä viimeisten kolmen kuukauden aikana käyttäneistä [verkkodokumentti]. Tilastokeskus, 2009.[Viitattu 6.5.2010]. Saatavissa: [http://www.stat.fi/til/sutivi/2009/sutivi\\_2009\\_2009-09-08\\_kuv\\_002.html](http://www.stat.fi/til/sutivi/2009/sutivi_2009_2009-09-08_kuv_002.html).
- [26] Internetin käyttötarkoitukset 2009, prosenttia internetin käyttäjistä [verkkodokumentti]. Tilastokeskus, 2009.[Viitattu 6.5.2010]. Saatavissa: [http://www.stat.fi/til/sutivi/2009/sutivi\\_2009\\_2009-09-08\\_tau\\_001.html](http://www.stat.fi/til/sutivi/2009/sutivi_2009_2009-09-08_tau_001.html).
- [27] Tietoturvakatsaus 1/2010 [Verkkodokumentti]. Computer Emergency Response Team Ficora, 2010. [Viitattu 3.9.2010]. Saatavissa: [http://www.cert.fi/katsaukset/2010/tietoturvakatsaus\\_1\\_2010.html](http://www.cert.fi/katsaukset/2010/tietoturvakatsaus_1_2010.html).
- [28] Acquisti, A. & Grossklags, J. What Can Behavioral Economics Teach Us About Privacy?. Teoksessa: Digital Privacy: Theory, Technologies And Practices. Kapale 18. S. 363-380. Florida, USA: Taylor & Francis Group, 2008. 496 s. ISBN: 978-1-4200-5217-6.
- [29] Spiekermann, S. & Grossklags, J. & Berendt, B. E-privacy in 2nd generation ecommerce: Privacy preferences versus actual behavior. Teoksessa: Proceedings of the ACM Conference on Electronic Commerce (EC 2001). S. 38-47. 2001. ISBN 1-58113-387-1
- [30] Boyd, D. & Hargittai, E. Facebook Privacy Settings: Who Cares?. First Monday [verkkolehti]. Volume 15, Number 8 - 2 August 2010. [Viitattu 31.8.2010]. Saatavissa: <http://www.uic.edu/htbin/cgiwrap/bin/ojs/index.php/fm/article/view/3086/2589>.
- [31] Jaeger., P. & Lin, J. & Grimes, J. & Simmons, S. Where is the Cloud? Geography, Economics, Environment and Jurisdiction In Cloud Computing. First Monday [verkkolehti]. Vol. 14(5). [Viitattu 4.3.2010]. Saa-

- tavissa: <http://firstmonday.org/htbin/cgiwrap/bin/ojs/index.php/fm/article/view/2456/2171>.
- [32] Paulhus, D. L. & Reid, D. B. Enhancement and Denial in Socially Desirable Responding. *Journal of Personality and Social Psychology*. Vol 60, Issue 2, 1991. S. 307 - 317. [Viitattu 4.5.2010]. Saatavissa: <http://neuron4.psych.ubc.ca/~dpaulhus/research/SDR/downloads/ARTICLES/JPSP.1991withReid.pdf>.
- [33] Kahneman, D. & Krueger, A.B. & Schkade, D.A. & Schwarz, N. & Stone, A.A. A Survey Method for Characterizing Daily Life Experience: The Day Reconstruction Method. *Science* [verkkolehti]. Vol. 306. no. 5702, 2004. S. 1776 - 1780. [Viitattu 2.8.2010]. Saatavissa: <http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/306/5702/1776>.
- [34] Lancaster, K. J. A New Approach to Consumer Theory. *The Journal of Political Economy*, Vol. 74, No. 2 (Apr., 1966), S. 132-157. [Viitattu 31.8.2010]. Saatavissa: <http://www.jstor.org/stable/1828835?origin=JSTOR-pdf>.
- [35] Becker, G. S. A Theory of the Allocation of Time. *The Economic Journal*, Vol. 75, No. 299, 1965. S. 493-517. [Viitattu 31.8.2010]. Saatavissa: <http://www.jstor.org/stable/2228949>.
- [36] Avrahami, R. Consumer Time Economics of Commercial Television. Paper presented at the annual meeting of the International Communication Association, Sheraton New York, New York City, NY. 2009-05-25. [Viitattu 2.8.2010]. Saatavissa: [http://www.allacademic.com/meta/p14635\\_index.html](http://www.allacademic.com/meta/p14635_index.html).
- [37] Dourish, P. & Grinter, R.E. & Delgado, J. & Joseph, M. Security In The Wild: User Strategies for Managing Everyday Privacy. *Personal and Ubiquitous Computing* [verkkodokumentti]. Volume 8, Issue 6, 2004. S. 391 - 401. ISSN:1617-4909 [Viitattu 20.4.2010]. Saatavissa: <http://www.springerlink.com/index/6FBEE5M8V241MLRY.pdf>.
- [38] Piracy law cuts internet traffic [verkkodokumentti]. BBC News, 2009. [Viitattu 4.5.2010]. Saatavissa: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/7978853.stm>.
- [39] Jokisuu, E. & Kankaanranta, M. & Neittaanmäki, L. & Neittaanmäki, P. & Tuukkanen, T. Ikääntyneet teknologisten laitteiden ja palvelujen käyttäjinä. Esiselvitysraportti. Jyväskylän Yliopisto, 2007. [Viitattu 5.4.2010]. Saatavissa: [http://www.viisaankivi.fi/filebank/5104-AC-selvitys\\_Ikaantyneet-teknologian-kayttajina.pdf](http://www.viisaankivi.fi/filebank/5104-AC-selvitys_Ikaantyneet-teknologian-kayttajina.pdf).
- [40] Kahneman, D. & Tversky, A. Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk. 1979. *Econometrica: Journal of The Economic Society*, Vol. 47(2), 1979. S. 263-292.

- [41] Gruber, H. & Verboven, F. The diffusion of mobile telecommunications services in the European Union. *European Economic Review* Volume 45, Issue 3, 2001, S. 577-588. [Viitattu 9.9.2010]. Saatavissa: <http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=3815>
- [42] ITU-T P.800 Methods for Subjective Determination of Transmission Quality. International Telecommunication Union, 1996.
- [43] Schaefer, C. & Enderes, T. & Ritter, H. & Zitterbart, M. Subjective quality assessment for multiplayer real-time games. *Teoksessa: Proceedings of the 1st workshop on Network and system support for games*. S. 74 - 78. ACM, New York, 2002. ISBN:1-58113-493-2. [Viitattu 9.9.2010]. Saatavissa:<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=566500.566511>.
- [44] Wolf, S. & Pinson, M. Video Quality Measurement Techniques. U.S. Department of Commerce. National Telecommunication and Information Administration, 2002. Tekninen raportti. [Viitattu 9.9.2010]. Saatavissa: [http://www.its.bldrdoc.gov/pub/ntia-rpt/02-392/vqm\\_techniques\\_v2.pdf](http://www.its.bldrdoc.gov/pub/ntia-rpt/02-392/vqm_techniques_v2.pdf)
- [45] Kahneman, D. Experienced Utility and Objective Happiness: A Moment-Based Approach. *Choices, Values and Frames*. Kappale 37. S. 673-692. New York, USA: Cambridge University Press, 2000. ISBN: 0-521-62172-0.
- [46] Hassenzahl, M., Sandweg, N. From mental effort to perceived usability: transforming experiences into summary assessments. *Teoksessa: Dykstra-Erickson, E. & Tscheligi, M. Proceedings of ACM CHI 2004 Conference on Human Factors in Computing Systems. Extended Abstracts*. New York, USA: ACM Press, 2004. S. 1283-1286. [Viitattu 8.6.2010]. Saatavissa: [http://portal.acm.org/ft\\_gateway.cfm?id=986044&type=pdf&coll=GUIDE&dl=GUIDE&CFID=94520175&CFTOKEN=66112846](http://portal.acm.org/ft_gateway.cfm?id=986044&type=pdf&coll=GUIDE&dl=GUIDE&CFID=94520175&CFTOKEN=66112846).
- [47] Wirtz, D. & Kruger, J. & Napa, C. & Diener, E. What to do on spring break? The role of predicted, on-line, and remembered experience in future choice. *Psychological Science*, Vol. 14 (5), 2003. S. 520 - 524. ISSN: 0956-7976. [Viitattu 22.6.2010]. Saatavissa: <http://www.mysmu.edu/faculty/cscollon/springbreak.pdf>.
- [48] Kilkki, K. A practical model for analyzing long tails. *First Monday* [verkko-lehti]. Vol 12, Number 5 - 7 May 2007. [Viitattu 24.8.2010]. Saatavissa: <http://firstmonday.org/htbin/cgiwrap/bin/ojs/index.php/fm/article/view/1832/1716>.
- [49] Laverick, M. Using a virtual desktop offline with VMware View. *SearchVirtualDesktop.com* [verkkodokumentti]. Julkaistu 14.1.2010. [Viitattu 5.8.2010]. Saatavissa: [http://searchvirtualdesktop.techtarget.com/generic/0,295582,sid194\\_gci1378788,00.html](http://searchvirtualdesktop.techtarget.com/generic/0,295582,sid194_gci1378788,00.html).

# Liite A

## Computer usage survey

### Section I: Demographic information

1. Age: \_\_\_\_\_
2. Gender: \_\_\_ Male \_\_\_ Female
3. Occupation:  
 \_\_\_ Student (TKK) \_\_\_ Student (Other than TKK)  
 \_\_\_ Working \_\_\_ Unemployed

### Section II: Computer Experience and Attitudes

1. How many years have you been using a desktop or a laptop computer for home or work use? \_\_\_\_\_
2. How many hours per week do you use a computer?  
 \_\_\_\_\_
3. What type of Operating Systems do you frequently use?  
 \_\_\_ Windows (any version) \_\_\_ Mac OS X \_\_\_ Linux  
 \_\_\_ Unix \_\_\_ Other (specify) \_\_\_\_\_
4. What kind of applications do you typically use?  
 \_\_\_ Web browsing \_\_\_ E-mail/Instant messaging/Facebook/Skype  
 \_\_\_ Office applications \_\_\_ Listening to music \_\_\_ Watching movies/TV  
 \_\_\_ P2P-applications \_\_\_ Programming \_\_\_ Graphic design
5. How many hours per week do you use Internet? \_\_\_\_\_
6. Which of the following do you usually do when encountering a problem on the computer or application that you are using?  
 \_\_\_ Try to fix it on my own \_\_\_ consult a manual/help tutorial  
 \_\_\_ ask help desk for help \_\_\_ Ask a friend/relative to help  
 \_\_\_ give it up or leave it unsolved

### Section III: Choose the number that best corresponds to your feelings

1. Computers make me feel:  
 Very uncomfortable 1 2 3 4 5 Very comfortable
2. When you run into problems with a computer, you feel:  
 Anxious 1 2 3 4 5 Relaxed/Indifferent
3. When you experience a problem with computer, how confident you feel you can fix it?  
 Helpless 1 2 3 4 5 Confident I can fix it
4. How experienced with computers would you describe yourself?

Very Inexperienced 1 2 3 4 5 Very experienced

**5. When there is a problem with the computer that I can't immediately solve, I would stick with it until I have the answer:**

Strongly Disagree 1 2 3 4 5 Strongly Agree

**6. If a problem with the computer is left unresolved, I would think about it afterward:**

Strongly Disagree 1 2 3 4 5 Strongly Agree

**7. Right now, how satisfied are you with your life?**

Very Unsatisfied 1 2 3 4 5 Very satisfied

**8. How often do you get upset about things in general?**

Not very often 1 2 3 4 5 Very often

**9. Right now my mood is:**

Very unhappy 1 2 3 4 5 Very happy

## Section IV: Frustrating Experiences

Describe your most frustrating computer experience on your own computer (not work/school etc.) that has happened during the last 1 year.

**1. How much time did it take from the point the problem occurred, until it was solved?**

\_\_ Fixed in less than an hour    \_\_ Fixed in few hours  
 \_\_\_ Fixed in less than 24 hours    \_\_\_ Fixed in more than 24 hours

**2. Were you able to fix the problem by yourself?**

\_\_\_\_\_ Was able to fix myself    \_\_\_\_\_ Fixed by someone else for free  
 \_\_\_\_\_ Fixed by someone else for money

**3. How much time did you spend to fix the problem? \_\_\_\_\_ hours**

**4. How much time did somebody else use to fix the problem? \_\_\_\_\_ hours**

**5. Describe your feelings with the aforementioned problem, in scale 1 to 5.**

I felt slightly frustrated    1   2   3   4   5   I felt very frustrated

I didn't feel angry    1   2   3   4   5   I felt very angry

I felt helpless    1   2   3   4   5   I felt determined to fix it

**6. How did you solve the problem?**

\_\_ I knew how to solve it because it happened before    \_\_ I ignored it/ found another solution

\_\_ I figured out a way to solve it by myself    \_\_ I was unable to solve it

\_\_ I asked someone for help. Number of people asked \_\_\_\_\_    \_\_ I tried again

\_\_ I consulted online help/Program tutorial    \_\_ I restarted the program

\_\_ I consulted a manual or a book    \_\_ I rebooted

## Section V: Frequency of computer issues

### 1. How often do you have the following kind of computer problems?

Takes less than an hour to fix? \_\_\_\_\_ per day/week/month/year

Takes an hour to few hours to fix? \_\_\_\_\_ per day/week/month/year

Takes more than few hours to a day at most to fix? \_\_\_\_\_ per  
day/week/month/year

Takes few days to fix? \_\_\_\_\_ per day/week/month/year

Someone else is needed to fix them? \_\_\_\_\_ per day/week/month/year

## Section VI: Privacy and information security

### 1. Are you using one or more of the following services?

\_\_ Facebook/Myspace/Other social networking    \_\_ Google Docs/Other file  
storage    \_\_ Gmail/other web-based e-mail

\_\_ Picasa/Flickr /Other online photo sharing    \_\_ VPN    \_\_ SSH

### 2. Have you decided not to use some web-based service, simply because of privacy or security concerns?

\_\_ Yes    \_\_ No

3. In general, are you worried about the safety of photos or other information that is stored in remote servers? (For example, do you think there is a big risk that your photos/e-mail will be lost?) Not worried at all    1    2    3    4    5    Extremely worried

4. Are you worried that someone (for example administrators) might be able to access your private information (e-mails, photos etc.) in web-based services?

Not worried at all    1    2    3    4    5    Extremely worried