

Severi Vihavainen

**SUORATOISTOPALVELUIDEN KÄYTETTÄVYYDEN
JA KÄYTTÄJÄKOKEMUKSEN TEKIJÄT JA
MITTAAMINEN**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
TIETOJENKÄSITTELYTIETEIDEN LAITOS
2016

TIIVISTELMÄ

Vihavainen, Severi

Suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen tekijät ja mittaaminen

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2016, 31 s.

Tietojärjestelmätiede, Kandidaatin tutkielma

Ohjaaja: Rousi, Rebekah

Suoratoistopalvelut ovat tämän hetken yksiä tärkeimpiä internetpalveluita. Käyttäjämäärien ja kilpailun lisääntyessä suoratoistopalveluiden täytyy kiinnittää yhä enemmän huomiota palvelun laatuun ja toimivuuteen. Tämä tarkoittaa keskittymistä käyttäjiin, sekä heidän tarpeisiinsa ja haluihinsa. Käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen tutkiminen ja mittaaminen ovatkin keinoja, joiden avulla palvelua voidaan parantaa käyttäjän näkökulmasta. Tämän vuoksi suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen tutkiminen ja mittaaminen on erittäin tärkeää. Tämän kandidaatin tutkielman tarkoitus on esitellä suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen tekijöitä, sekä mittaamista. Tutkimuskysymykset ovat: 1. Mitkä ovat suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen tärkeimmät tekijät? 2. Miten suoratoistopalveluiden käytettävyyttä ja käyttäjäkokemusta mitataan? Tämä tutkielma toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Lähdekirjallisuudessa käytettiin suoratoistopalveluiden käytettävyydestä ja käyttäjäkokemuksesta puhuttaessa termejä QoE ja QoS. Nämä termit olivat oleellisessa osassa tutkimuskysymyksiä käsitellessä. Tutkielman tulokset osoittivat, että suoratoistopalveluiden käytettävyyteen ja käyttäjäkokemukseen vaikuttavat monet erilaiset tekijät. Nämä tekijät voitiin jakaa subjektiivisiin ja objektiivisiin tekijöihin. Tärkein yksittäinen tekijä oli videon ja audion pätkiminen ja siitä johtuva odotusaika. Suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen mittaaminen voitiin jakaa subjektiivisiin, objektiivisiin ja näitä yhdisteleviin mittaustapoihin. Subjektiivinen mittaustapa oli käytetyin ja täsmällisin mittaustapa. Siinä käytettiin pääsääntöisesti testikäyttäjiä, jotka käyttivät palvelua ja arvioivat sitä omasta näkökulmastaan. Objektiivisissa mittauksissa puolestaan mitattiin palvelun erilaisia teknisiä parametreja, kuten bittinopeutta. Näitä molempia mittaustapoja yhdistämällä oli mahdollista suorittaa moniulotteisia mittauksia. Standardinomaisia tekijöitä tai mittaustapoja ei kuitenkaan tässä tutkielmassa aiheesta löytynyt. Tämän vuoksi aihe kaipaa lisätutkimusta.

Asiasanat: suoratoisto, käytettävyys, käyttäjäkokemus

ABSTRACT

Vihavainen, Severi

Factors and measurement of usability and user experience in streaming services

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2016, 31 p.

Information systems science, Bachelor's Thesis

Supervisor: Rousi, Rebekah

Streaming services are one of the most important internet-based services in the world. As competition and the number of users increases streaming services have to pay more and more attention to the quality and the functionality of the service. This means that services have to focus on users and their wants and needs. By studying the usability and user experience it is possible to improve the quality and functionality of the services from a user point of view. This is why studying and measuring usability and user experience of streaming services is important. This bachelor's thesis' purpose is to present factors and measuring of usability and user experience of streaming services. The research questions of this thesis are: 1. What are the factors of usability and user experience in streaming services? 2. How are usability and user experience in streaming services measured? This thesis was executed as a literature review. QoE and QoS are terms that were used in the resource literature when speaking about usability and user experience of streaming services. These terms were much used when dealing with the research questions. The results of this thesis indicated that many factors have an impact on usability and user experience in streaming services. These factors could be divided into subjective and objective factors. The most essential factor was stalling of video or audio and the waiting time that results from it. The measurement of usability and user experience in streaming services could be divided into ways of measurement that were subjective, objective and the combination of both. Subjective way of measurement was the most used and accurate way. It was primarily executed with test users who used the service and evaluated it from their own perspective. In objective way of measurement different kinds of technical parameters like bitrate were measured. By combining these ways of measurement it was possible to execute multidimensional measurements. Standardized factors or measures were not found in this thesis. Because of that more research is needed.

Keywords: streaming, usability, user experience

KUVIOT

KUVIO 1 Esimerkki suoratoistopalvelun rakenteesta (Althun & Zimmerman, 2003, 248).....	9
KUVIO 2 Bittinopeuden vaihtelusta aiheutuva käyttäjien turhautuminen (Balachandran ym., 2012, 31).	20
KUVIO 3 Katselukokemukseen vaikuttavat tekijät asteikolla 1-5.....	21
KUVIO 4 Videon laadun arviointiin tarkoitettu kysely. (Li ym., 2014, 525).....	26

TAULUKOT

TAULUKKO 1 Suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen tekijät edellä esiteltyjen tutkimusten mukaan.....	22
TAULUKKO 2 Tutkimuksissa käytetyt mittaustavat.	26

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT

TAULUKOT

1	JOHDANTO.....	6
2	SUORATOISTOPALVELUT.....	8
	2.1 Mitä ovat suoratoistopalvelut?	8
	2.2 Suosituimpia suoratoistopalveluita	10
3	KÄYTETTÄVYYS JA KÄYTTÄJÄKOKEMUS.....	11
	3.1 Mitä käytettävyys tarkoittaa?.....	11
	3.2 Mitä käyttäjäkokemus tarkoittaa?	14
	3.3 Käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen mittaaminen.....	15
4	SUORATOISTOPALVELUIDEN KÄYTETTÄVYYS JA KÄYTTÄJÄKOKEMUS.....	18
	4.1 Mitkä ovat suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen tärkeimmät tekijät?	18
	4.2 Käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen mittaaminen suoratoistopalveluissa.....	22
	4.2.1 Suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen mittaamisen eri tavat	23
	4.2.2 Miten suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen eri mittaustapoja on sovellettu tutkimuksissa?	24
5	YHTEENVETO	27
	LÄHTEET	29

1 JOHDANTO

Internetin nopea kasvu ja kehitys ovat vauhdittaneet monien erilaisten internetpohjaisten palveluiden suosiota ja kehitystä (Haryadi & Pramudita, 2012). Näistä palveluista yksiä käytetyimpiä ja tärkeimpiä ovat suoratoistopalvelut (Kreitz & Niemelä, 2010). Suoratoistopalvelut ovat internetpohjaisia palveluita, joiden avulla käyttäjä voi katsoa videoita tai kuunnella audiota valitsemallaan laitteella suoraan internetin välityksellä (Britt, 2001). Kilpailun ja käyttäjämäärien kasvaessa suoratoistopalveluiden täytyy kiinnittää erityisesti huomiota käyttäjiin ja heidän tarpeisiinsa (Balachandran ym., 2012). Tämä tarkoittaa käytettävyyteen ja käyttäjäkokemukseen panostamista. Käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen tutkiminen ja mittaaminen ovatkin keinoja, joiden avulla palvelua voidaan parantaa käyttäjän näkökulmasta. Tämän vuoksi suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen tutkiminen ja mittaaminen on erittäin tärkeää. Käytettävyys yksinkertaisesti ilmaistuna tarkoittaa sitä, kuinka tyydyttävästi käyttäjät voivat käyttää tiettyä tuotetta tai palvelua tietyssä ympäristössä (Abran, Khelifi, Suryan, & Seffah, 2003). Käyttäjäkokemus puolestaan käsittelee itse käyttötilannetta ja siihen kuuluvia käyttäjien tunteita ja kokemuksia. Käyttäjäkokemus on kokonaisuudessaan moniulotteinen käsite, johon kuuluu erilaisia näkökulmia. (Hassenzahl & Tractinsky 2006.) Tutkittaessa suoratoistopalveluiden käytettävyyttä ja käyttäjäkokemusta esiin nousevat selvästi termit QoE, eli quality of experience (suom. kokemuksen laatu), sekä QoS, eli quality of service (suom. palvelun laatu). QoE kuvaa palvelun ja sen suorituskyvyn laatua käyttäjän näkökulmasta, kun taas QoS kuvaa sitä, kuinka vakuuttava ja toimiva palvelu on teknisesti. (Soldani, Li, & Cuny, 2007.)

Tässä tutkielmassa pyritään kirjallisuuskatsauksen avulla vastaamaan mahdollisimman kattavasti seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Mitkä ovat suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen tärkeimmät tekijät?
- Miten suoratoistopalveluiden käytettävyyttä ja käyttäjäkokemusta mitataan?

Tämän tutkielman tarkoitus on näihin tutkimuskysymyksiin vastaamalla tiivistää suoratoistopalveluiden käytettävyyteen ja käyttäjäkokemukseen liittyvät tärkeimmät asiat. Tarkoitus on esitellä lähdekirjallisuuden pohjalta suoratoistopalveluiden käytettävyyteen ja käyttäjäkokemukseen liittyvät tärkeimmät tekijät. Lisäksi esitellään erilaisia mittaustapoja, joilla suoratoistopalveluiden käytettävyyttä ja käyttäjäkokemusta voidaan mitata.

Tämän tutkielman lähdekirjallisuuden haku toteutettiin käyttämällä alan yleisiä tietokantoja. Nämä tietokannat olivat Google Scholar, IEEE Xplore Digital Library, AIS Electronic Library sekä ACM Digital Library. Näistä tietokannoista lähteitä haettiin muutamilla aiheeseen liittyvillä hakusanoilla sekä niiden yhdistelmillä. Tärkeimmät yksittäiset hakusanat tässä tutkielmassa olivat: streaming, streaming service, usability, user experience, QoE, QoS, Netflix, Spotify, Youtube. Lisäksi lähteitä etsittiin manuaalisesti alan lehdistä ja löydetyn lähdekirjallisuuden käyttämistä lähteistä. Tutkimuskysymyksiin vastaavan lähdekirjallisuuden valintakriteereinä olivat seuraavat kriteerit: tutkimukset käsittelivät suoratoistopalveluita, tutkimuksissa käsiteltiin ja/tai mitattiin suoratoistopalveluiden käytettävyyttä, käyttäjäkokemusta, QoE:ta tai QoS:ää, sekä se, että tutkimukset olivat mahdollisimman tuoreita.

Tutkielma etenee seuraavasti: johdannon jälkeisessä luvussa 2 aloitetaan tämän tutkielman taustatietojen käsittely. Aluksi esitellään suoratoistopalveluita yleisellä tasolla sekä käydään hieman läpi niiden teknistä rakennetta ja itse suoratoistoa. Lisäksi esitellään suosituimpia ja tunnetuimpia suoratoistopalveluita niin USA:ssa, kuin myös Suomessa. Luvussa 3 käydään ensin yleisesti läpi käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen taustaa, ja sen jälkeen käsitellään tarkemmin niin käytettävyys-, kuin myös käyttäjäkokemus -termejä. Lisäksi esitellään erilaisia tapoja ja käytäntöjä käytettävyyden sekä käyttäjäkokemuksen mittaamiseen yleisellä tasolla. Luvussa 4 siirrytään itse tutkimuskysymysten käsittelyyn. Aluksi esitellään taustatietoa suoratoistopalveluiden käytettävyydestä ja käyttäjäkokemuksesta. Tämän jälkeen siirrytään suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen erilaisten tekijöiden käsittelyyn. Tässä kyseisessä osassa esitellään lähdekirjallisuuden perusteella löydetyt tärkeimmät tekijät, jotka tulee ottaa huomioon suoratoistopalveluiden käytettävyyttä ja käyttäjäkokemusta mitattaessa. Seuraavaksi käsitellään suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen mittaamista. Tässä osassa käydään läpi erilaiset tavat, sekä käytännöt, joita sovelletaan suoratoistopalveluiden käytettävyyttä ja käyttäjäkokemusta mitattaessa. Lopuksi yhteenvedossa summataan tämän tutkielman avulla löydetyt tulokset tutkimuskysymyksiin ja pohditaan näiden merkitystä, luotettavuutta sekä tulevaisuuden jatkotutkimusaiheita.

2 SUORATOISTOPALVELUT

Internetistä on tullut multimedian levittämisen ja jakamisen oletusalusta koko maailmalle (Krasic & Walpole, 1999). Internetin käytön nopea kasvu 1990-luvulta aloitti internet-yhteyden avulla toimivan videon sekä audion etälähettyksen, jota nykyään kutsutaan suoratoistoksi (engl. streaming). Palveluita, jotka mahdollistavat videon tai audion suoratoiston kutsutaan suoratoistopalveluiksi. (Haryadi & Pramudita, 2012.)

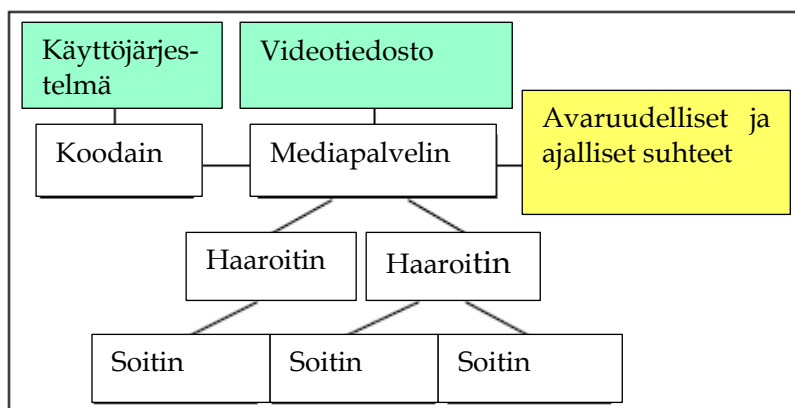
Lin ja Cain (2009) mukaan suoratoistopalvelut tulevat lähivuosina olemaan internetin tärkeimpiä palveluita. Esimerkiksi videoiden suoratoistamisesta aiheutuvan internetliikenteen on ennustettu kasvavan merkittävästi seuraavien vuosien aikana, mahdollisesti jopa ohittaen perinteisen television suosion (Balachandran ym., 2012). Sitä mukaa kun uusia suoratoistopalveluita julkaistaan ja vanhat palvelut vakiinnuttavat asemaansa, suoratoistopalveluiden voidaan todellakin sanoa olevan yksiä internetin tärkeimmistä palveluista. (Kreitz & Niemelä, 2010.) Seuraavaksi esitellään suoratoistopalveluita yleisellä tasolla, hieman niiden teknistä rakennetta, sekä suosituimpia suoratoistopalveluita.

2.1 Mitä ovat suoratoistopalvelut?

Suoratoistopalvelut ovat internetpalveluita, joiden avulla käyttäjä voi katsoa videota tai kuunnella audiotiedostoa ilman, että itse tiedosto latautuu käyttäjän toistolaitteelle. Video- tai audiotiedostoa voi käyttää sitä mukaa, kun se latautuu internetistä, eikä näin ennen käyttöä tarvitse odottaa, että koko tiedosto olisi latautunut. (Britt, 2001.) Suoratoistopalveluiden rakenteeseen kuuluu monia yhdessä ja erikseen toimivia osia ja komponentteja, jotka yhdistyvät yhdeksi suureksi kokonaisuudeksi. Suoratoistopalveluiden toimintaan perustuvia tyypillisiä piirteitä puolestaan ovat muun muassa erilaiset verkon siirtonopeuden vaatimukset riippuen palvelun toiminnasta, sekä tekniikka, jota palvelu käyttää datan, eli videon tai audion siirtämiseen. Näitä datansiirtotekniikoita ovat

push- ja/tai pull-tekniikka. Push-tekniikassa palvelin aloittaa ja hallitsee datan siirtoa, kun taas pull-tekniikassa datan siirto alkaa ja sitä hallitaan käyttäjän puolelta. (Althun & Zimmerman, 2003.)

Althun ja Zimmerman (2003) esittelevät suoratoistopalveluiden teknistä rakennetta. Kuviosta 1 voidaan nähdä, että videotiedosto toimitetaan hierarkkisen mediapalvelimien kokonaisuuden kautta käyttäjien mediasoittimeen. Kuvan ajalliset ja avaruudelliset suhteet tarkoittavat sitä, että video ja audio toimitetaan käyttäjälle rinnakkaisesti. Tällaisen suoratoistopalvelun toiminta on erittäin monimutkainen prosessi, johon kuuluu muun muassa komponenttien valikointia, luomista ja konfigurointia, sekä jakelukäytäntöjen suunnittelua ja toimeenpanoa. (Althun & Zimmerman, 2003.)



KUVIO 1 Esimerkki suoratoistopalvelun rakenteesta (Althun & Zimmerman, 2003, 248).

Suoratoistopalveluiden video- tai audiotiedostojen lähetystä käyttäjän toistettavaksi kutsutaan suoratoistamiseksi. Haryadin ja Pramyditan (2012) mukaan videoiden suoratoistaminen voidaan jakaa neljään eri päävaiheeseen. Nämä päävaiheet ovat:

- sieppaus ja koodaus, eli tavallisten televisioon tarkoitettujen videosaalien luonti ja niiden muuttaminen datatiedostoiksi
- tarjoilu, eli koodattujen videotiedostojen varastointi palvelimelle, jolta ne voidaan jakaa verkostoon
- jakelu, eli suoratoistettavan videon jakaminen. Palvelimen ja asiakkaan välillä on oltava IP-yhteys (Internet Protocol), jotta asiakas tai mediasoitin voi vastaanottaa datapaketit, jotka sisältävät itse suoratoistettavan videon
- mediasoitin, eli asiakkaalla täytyy olla oikeanlainen mediasoitin videon toistamiseen. Videon toistaminen voi olla myös mahdollista selaimessa siihen ladattavien lisäosien avulla. (Haryadi & Pramydita, 2012.)

Suoratoistopalvelut ovat siis monimutkaisia kokonaisuuksia, jotka muodostuvat erilaisten osien ja komponenttien yhteistyöstä. Lisäksi suoratoistopalveluiden rakenne vaihtelee paljon palveluiden välillä. Suoratoistopalveluihin lukeutuvatkin niin maksulliset kuin maksuttomat audion sekä videon toistopalvelut, kuin myös erilaiset internetsivut, joiden avulla voidaan suoratoistaa videota tai audiota. Tämän takia suoratoistopalvelu onkin käsitteenä melko häilyvä.

2.2 Suosituimpia suoratoistopalveluita

Videoiden suoratoistamisesta johtuva internetliikenne on viime vuosien aikana kasvanut suurimmaksi internetliikenteen tuottajaksi koko maailmassa. Videoiden suoratoisto kattoi jo vuonna 2012 57 % koko internetliikenteestä ja tuon luvun ennustetaan kasvavan 69 % vuoden 2017 aikana. Suurin osa tästä internetliikenteestä johtuu lähes pelkästään muutamasta suurimmasta suoratoistopalvelusta. Nämä suurimmat videosuoratoistopalvelut ovat Netflix, Youtube ja Hulu. Netflix on näistä käytetyin ja se yksin tuottaa jopa 32 % koko internetliikenteestä Pohjois-Amerikassa. (Mansy, Ammar, Chandrashekar & Sheth, 2014.) Netflixillä on tällä hetkellä myös noin 86 miljoonaa tilaajaa ympäri maailmaa (Netflix, 2016). Seuraavaksi suurin näistä suoratoistopalveluista on Youtube kattaen noin 19 % koko internetliikenteestä Pohjois-Amerikassa. Muita suosittuja videosuoratoistopalveluita ovat muun muassa Amazon ja Vudu. (Mansy ym., 2014.)

Musiikin suoratoistopalveluista suosituimpia ovat tällä hetkellä muun muassa Spotify ja Apple Music (Digital Trends Staff, 2016). Spotify toimii tällä hetkellä 66 eri maassa (Spotify, 2016) ja sillä on yhteensä noin 40 miljoonaa tilaajaa, sekä 55 miljoonaa käyttäjää, jotka käyttävät Spotifyn ilmaista mainoksia sisältävää versiota. Apple Musicilla on puolestaan tällä hetkellä noin 17 miljoonaa tilaajaa (Digital Trends Staff, 2016) ja se toimii yli 100 eri maassa (Apple, 2016).

Suomessa puolestaan suosituimpia suoratoistopalveluita ovat Yle Areena, MTV Katsomo, Ruutu, Netflix, Viaplay ja HBO Nordic. Näistä palveluista Yle Areena oli selvästi suosituin suomalaisten keskuudessa. Suomalaiset suosivatkin juuri suomalaisia palveluita, koska seuraavaksi suosituimmat palvelut olivat MTV Katsomo ja Ruutu, jotka myös ovat suomalaisia. Kansainvälisistä palveluista Netflix on selvästi suosituin Suomessa, jonka jälkeen tulevat pohjoismaalainen Viaplay ja HBO Nordic. (Karkimo, 2015.)

3 KÄYTETTÄVYYS JA KÄYTTÄJÄKOKEMUS

Käytettävyys ja käyttäjäkokemus ovat toisiaan sivuavia kognitiotieteen käsitteitä (Hassenzahl & Tractinsky 2006). Ne liittyvät ihmisen henkilökohtaiseen kokemukseen jonkin tuotteen tai palvelun käytöstä (Saariluoma, Kamppinen & Hautamäki 2012). Ennen käytettävyys- ja käyttäjäkokemus - termien yleistymistä ilmiöistä käytettiin termiä ”käyttäjäystävällinen” järjestelmä. Tämä termi on kuitenkin nykyään hieman vanhentunut uusien termien yleistyessä. (Nielsen, 1994.) Se ei esimerkiksi ota huomioon tehokkuuden, mielihyvän sekä helppokäyttöisyyden tärkeyttä järjestelmää käytettäessä, jotka ovat oleellisia käytettävyyden tekijöitä kaikissa ohjelmistoissa ja järjestelmissä. (Holzinger, 2005). Käyttäjäystävällinen -termi ei myöskään ota huomioon ihmisten tarpeiden ja halujen monimuotoisuuksia ja eroja. Joku voi kokea tietyn järjestelmän ”ystävällisenä”, kun taas joku toinen voi kokea sen olevan hankala ja raskas. Kyseisen termin ongelmien vuoksi vuosien varrella on käytetty monia eri termejä kuvaamaan käyttäjän tarpeiden huomioimista tietotekniikassa. Nykyisin käytettävyys ja käyttäjäkokemus ovat vakiintuneita termejä tuotteiden ja palveluiden käytössä ja suunnittelussa käyttäjän näkökulmasta. (Nielsen, 1994.) Seuraavaksi kerrotaan tarkemmin mitä käytettävyys ja käyttäjäkokemus tarkoittavat, sekä miten niitä mitataan.

3.1 Mitä käytettävyys tarkoittaa?

Käytettävyys -termi on ollut olemassa jo yli 20 vuotta. Yksinkertaisimmillaan käytettävyys tarkoittaa sitä, että ihmisen ja tietokoneen välinen vuorovaikutus (engl. human-computer interaction, HCI) on tuotteessa tai palvelussa sujuvaa ja toimivaa. ISO 9241-11 standardin mukaan käytettävyys tarkoittaa sitä, kuinka tehokkaasti, vaikuttavasti ja tyydyttävästi tietyt käyttäjät voivat käyttää tiettyä tuotetta tietyssä kontekstissa (Abran ym., 2003). Yleisimpiä käytettävyyttä kuvaavia termejä ovatkin juuri tehokkuus, vaikuttavuus ja mielihyvä, mutta aiheesta kuitenkin löytyy myös hieman eriäviä tulkintoja. (Wechsung, Naumann

& Schleicher, 2014.) Seuraavaksi esitellään käytettävyyden määritelmiä ja tekijöitä Nielsenin (1994), Dumas ja Redishin (1999), Hyysalon (2006) sekä Saari luoman ym. (2012) mukaan. Nämä määritelmät ja tekijät on myös kerätty yhteen taulukossa 1.

Nielsen (1994) painottaa, että käytettävyys ei ole vain yksi käyttöliittymän ominaisuus, vaan sillä on monia eri ulottuvuuksia ja se voidaan jakaa viiteen eri tekijään:

- Opittavuus: käytettävän järjestelmän tulisi olla helposti opittava, jotta sen avulla saadaan tuloksia aikaan mahdollisimman nopeasti.
- Tehokkuus: järjestelmän käytön tulisi olla tehokasta, jotta käyttö olisi mahdollisimman tuotteliasta sen jälkeen, kun järjestelmää on opittu käyttämään.
- Muistettavuus: järjestelmän käytön tulisi olla helposti muistettavaa, jotta käyttäjän ei tarvitsisi opetella järjestelmän käyttöä uudelleen pienen tauonkaan jälkeen.
- Virheet: järjestelmän käytön aikana pitäisi tapahtua mahdollisimman vähän virheitä, ja jos niitä tapahtuu, tulisi virheiden korjauksen olla mahdollisimman helppoa. Todella suuria virheitä ei saisi tapahtua ollenkaan.
- Tyytyväisyys: järjestelmän käytön tulisi olla mahdollisimman miellyttävää, jotta käyttäjät ovat tyytyväisiä kun he käyttävät sitä. (Nielsen, 1994.)

Dumas ja Redish (1999) puolestaan määrittelevät käytettävyyden niin, että käyttäjä pystyy saavuttamaan omat päämääränsä tuotteen käytössä helposti ja nopeasti. Heidän mukaansa käytettävyyden määritelmän voi jakaa neljään osatekijään:

- Käytettävyys tarkoittaa keskittymistä käyttäjiin.
- Ihmiset käyttävät tuotteita ollakseen tuotteliaita.
- Käyttäjät ovat kiireisiä ihmisiä, jotka yrittävät suorittaa tehtäviä.
- Käyttäjät päättävät milloin tuote on helppokäyttöinen. (Dumas ja Redish, 1999.)

Hyysalo (2009) on jakanut käytettävyyden kuuteen eri osa-alueeseen. Hänen mukaansa käytettävyyden kokonaiskuva pystytään ymmärtämään paremmin tarkastelemalla näitä kuutta osa-aluetta:

- Toimintojen vastaavuus käyttäjän tarpeisiin, eli kuinka hyvin tuotteen tai palvelun ominaisuudet vastaavat sitä, mitä käyttäjä haluaa sillä tehdä.
- Eri osioiden ja toimintojen ryhmittely, eli kuinka selkeästi ja asianmukaisesti palvelun tai tuotteen eri osiot ja toiminnot on ryhmitelty.

- Liikkuminen palvelun tai tuotteen osien sisällä ja osista toiseen, eli kuinka sujuvasti käyttäjä pystyy liikkumaan tuotteen tai palvelun sisällä, sekä kuinka hyvin hän tietää missä milloinkin on.
- Vastaavuus käyttäjien kokemuksiin ja tottumuksiin, eli kuinka hyvin käyttäjät pystyvät käyttämään tuotetta tai palvelua aikaisempien kokemusten perusteella.
- Graafinen ulkoasu, eli miltä tuote tai palvelu näyttää.
- Nimeäminen ja symbolien luominen, eli kuinka selkeästi ja toimivasti tuotteen tai palvelun toiminnot on nimetty ja merkitty. (Hyy-salo, 2009.)

Saariluoma ym. (2012) puolestaan toteavat, että tuote on käytettävä, jos tuote on käyttäjän mielestä hyödyllinen sekä sen käyttäminen on miellyttävää ja helppoa. He kuitenkin painottavat, että käytettävyys on käyttäjillä hyvin yksilöllistä, ja siihen vaikuttavat käyttäjän fysiologiset ja psyykkiset ominaisuudet, sekä hänen odotuksensa ja tavoitteensa. Käytettävyyden voi heidän mukaansa rajata kolmeen osatekijään:

- tuotteen käyttäjään sekä hänen tietoihinsa ja taitoihinsa
- käytettyyn tuotteeseen ja sen tarjoamiin toimintoihin ja ominaisuuksiin
- käyttötilanteeseen sekä käyttäjän tehtäviin, tarkoituksiin tai pyrkimykseen, joihin tuotteen käyttäminen liittyy. (Saariluoma, 2012.)

Kuten esimerkiksi yllä olevista määritelmistä voidaan päätellä, käytettävyys voidaan ymmärtää usealla eri tavalla, yleensä riippuen kontekstista. Se miten käytettävyys ymmärretään, riippuu usein siitä onko näkökulmana itse tuote, tuotteen suunnittelu, tuotteen käyttäminen, käyttäjäkokemus tai käyttäjän odotukset. Jotkut tutkijat ovat keskittyneet vain yhteen näistä näkökulmista, kun taas jotkut tarkastelevat käytettävyyttä monesta eri näkökulmasta samaan aikaan. (Keinonen, 1998.)

TAULUKKO 1 Käytettävyyden tekijät eri tutkijoiden mukaan (kirjoittajan tulkinta).

Tutkijat	Nielsen (1994)	Dumas ja Redish (1999)	Hyysalo (2009)	Saariluoma ym. (2012)
Opittavuus	X			
Tehokkuus	X	X		
Muistettavuus	X			
Virheet	X			
Tyytyväisyys	X			
Keskittyminen käyttäjiin	X	X	X	X
Tuotteliaisuus	X	X		
Helppokäyttöisyys	X	X	X	
Toiminnot			X	
Liikkuminen tuotteen tai palvelun sisällä			X	
Graafinen ulkoasu			X	
Selkeys			X	
Keskittyminen tuotteeseen tai palveluun	X		X	X
Käyttötilanne	X		X	X
Tehtävien suorittaminen		X		X

3.2 Mitä käyttäjäkokemus tarkoittaa?

Vaikka käytettävyys on laaja ja paljon tutkittu ala, ovat HCI tutkijat ja ammattilaiset kuitenkin huomanneet, että perinteinen näkökulma käytettävyydestä on melko rajallinen. Perinteinen käsitys käytettävyydestä keskittyy lähinnä käyttäjien kognitioon, sekä käyttäjien toimintaan ihmisen ja teknologian välisessä vuorovaikutuksessa. Käyttäjäkokemus puolestaan keskittyy enemmän käyttäjien tunnereaktioihin, tuntoaistimukseen, merkitykseen sekä saatuun arvoon, joita tapahtuu ihmisen ja teknologian välisessä vuorovaikutuksessa. (Law, Roto, Hassenzahl, Vermeeren & Kort, 2009.)

Käyttäjäkokemus onkin siis moniulotteinen käsite, johon kuuluu lisäksi erilaisia näkökulmia. Roton, Lawn, Vermeerenin ja Hoonhoutin (2011) mukaan käyttäjäkokemusta voidaan käsitellä ilmiönä (käyttäjäkokemuksen määrittely), tutkimusalana (konkreettisten tutkimusten suorittaminen) sekä ammatinharjoittamisena (hyödyntäminen työnteossa). Rousin (2013) mukaan käyttäjäkokemusta määritellään usein holistisesta näkökulmasta. Holistinen näkökulma tarkoittaa kokoavaa näkökulmaa, joka pyrkii ottamaan huomioon kaikki mahdolliset tekijät, jotka liittyvät käyttäjäkokemukseen. Käyttäjäkokemuksen holistiseen näkökulmaan kuuluvat muun muassa: ei-toiminnalliset piirteet (esim. hauskuus, ilo, yllätys, kauneus), psykologinen näkökulma (esim. aistit, tunteet,

kognitio) sekä sosiaalinen näkökulma (käyttäjäkokemuksen muodostuminen sosiaalisessa ympäristössä). (Rousi, 2013.)

Käyttäjäkokemuksessa olennaista on käyttäjän henkilökohtainen kokemus tuotteen tai palvelun käytön aikana. (Hassenzahl & Tractinsky 2006.) Wechsung ym. (2014) mukaan käyttäjäkokemuksessa tärkeitä tekijöitä ovat muun muassa käyttäytyvyys, kokemus, hauskuus/ilo, intuitiivisuus, kauneus/estetiikka sekä ohjattavuus. Käyttäjäkokemuksessa on siis kyse teknologiasista, joka ymmärtää käyttäjien ajatusten ja odotusten, sekä käyttötilanteiden eroavaisuudet. Sen voidaan myös määrittellä olevan käyttäjän olotilan ja odotusten, käytettävän järjestelmän ominaispiirteiden sekä käyttötilanteen yhdistelmä. (Hassenzahl & Tractinsky 2006.)

Käyttäjien henkilökohtaisen kokemuksen tärkeys käyttäjäkokemuksessa luo kuitenkin haasteita tuotteiden suunnittelussa, koska ihmiset kokevat asioita eri tavoin. Ei siis voida päätellä, että koska yksi ihminen kokee tuotteen tietyn ominaisuuden hyvänä, kaikki muutkin käyttäjät ajattelisivat näin. Tuotteiden ja palveluiden valmistajien täytyy siis osata tunnistaa ja ymmärtää suuria käyttäjäryhmiä, jotka luultavasti käyttävät tuotteita ja kokevat niiden käytön samalla tavalla. Tällainen stereotypioihin ja oletuksiin luottava suunnittelutyö ei kuitenkaan aina ole paras vaihtoehto, koska ihmisten mieltymyksiä ja asenteita ei voida tuntea pelkkien oletusten avulla. (Saariluoma ym., 2012.)

Kuten edellä esitellyistä määritelmistä voidaan huomata, käyttäjäkokemuksen määrittely ei ole aina täysin selvä asia. Vaikka käyttäjäkokemus on koko ajan kasvava ja enemmän tutkittu aihe, on sille silti ollut hankala löytää yhtä yleispätevää määritelmää. (Hassenzahl & Tractinsky 2006.) Käyttäjäkokemus vaikuttaa myös olevan nykyään läsnä kaikkialla teollisuudessa, mutta tarkemmat tutkimukset kuitenkin osoittavat, että käyttäjäkokemus -termiä saatetaan käyttää virheellisesti käytettävyyden ja käyttäjäkeskeisen suunnittelun synonyymeina. (Hassenzahl, 2008.) Käyttäjäkokemuksessa ongelmaksi nousee myös se, että alan tutkijoilla ja ammattilaisilla on usein erimielisyyksiä aiheesta. Vaikka tutkimuksen ja käytännön tulisi tukea toisiaan, näin ei kuitenkaan aina ole. Tutkijoilla ja ammattilaisilla on käyttäjäkokemuksen käytön suhteen usein niin erilaiset näkökulmat, että niiden yhdistäminen voi olla vaikeaa. Ammattilaiset usein odottavat tutkijoilta ytimekkäitä ja käytäntöön soveltuvia tuloksia, kun taas tutkijat keskittyvät tuottamaan teoreettisia ja yksityiskohtaisia tuloksia. (Law, 2011.)

3.3 Käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen mittaaminen

Monet eri teollisten alojen yritykset ovat tajunneet, että pelkkä tuotteiden ja palveluiden suunnittelu ei enää riitä, vaan nykyään täytyy osata suunnitella kokemuksia ja elämyksiä. Tänä päivänä on osattava suunnitella nautinnollisia tuotteita, joissa ymmärretään ihmisten perustavanlaatuisia tarpeita ja haluja. Suunnittelu ei siis saa olla vain toimintojen lisäämistä tuotteisiin ja niiden käytettävyyden testaamista. (Väänänen-Vainio-Mattila, Roto, Hassenzahl, 2008.)

Käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen mittaaminen on laaja ja moniulotteinen tutkimusala, mutta tässä taustaosuudessa keskitytään vain perusteiden esittämiseen aiheesta.

Perinteisesti käytettävyyden mittareina on käytetty jo aiemmin esiteltyjä tekijöitä, kuten esimerkiksi vaikuttavuutta, tehokkuutta, käyttäytyvyäisyyttä, opittavuutta, muistettavuutta, virheiden ehkäisyä ja mielihyvää. Käyttäjäkokemus -käsitteen yleistettyä mittarit kuitenkin laajenivat käytännönläheisistä kokemuseräisiksi. Esimerkiksi toimivuus, käytettävyys, nautinto ja ylpeys ovat usein juuri käyttäjäkokemukseen yhdistettyjä mittareita. (Ketola & Roto, 2008.)

Hornbaekin (2006) mukaan käytettävyyttä ja käyttäjäkokemusta ei voida kuitenkaan mitata suoraan, vaan niistä valitaan eri osia ja näkökulmia, joiden avulla mittaus toteutetaan. Käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen mittaamisessa voidaan käyttää subjektiivisia tai objektiivisia mittareita. Subjektiiviset mittarit liittyvät käyttäjän itse havaitsemiin ja kokemiin asioihin, kun taas objektiiviset mittarit mittaavat asioita, joita käyttäjät eivät suoranaisesti havaitse. (Hornbaek, 2006.) Tämän lisäksi Bevanin (2008) mukaan käytettävyyttä ja käyttäjäkokemusta voidaan mitata kahdesta eri näkökulmasta: koko järjestelmän käytön näkökulmasta tai pelkän käyttöliittymän näkökulmasta. Käytettävyyttä ja käyttäjäkokemusta mitattaessa koko järjestelmän käytön näkökulmasta mittareita voivat olla esimerkiksi

- vaikuttavuus (toteutuvatko suunnitellut tehtävät)
- tehokkuus (minkä verran resursseja on käytetty)
- käyttäytyvyäisyys.

Näiden mittareiden suhteellinen tärkeys riippuu tuotteen tai palvelun käyttö-tarkoituksesta. Joissakin tapauksissa ajankäyttö voi olla suuri tekijä käyttäjän tyytyväisyydessä, jolloin tehokkuus nousee tärkeäksi tekijäksi, kun taas vaikuttavuus voi olla ratkaiseva tekijä, kun työnjäljen halutaan olevan laadukasta. (Bevan, 2008.)

Käyttöliittymän näkökulmasta käytettävyyttä ja käyttäjäkokemusta Bevanin (2008) mukaan puolestaan mitataan yleensä asiantuntijoiden toimesta. Mittareita tällöin voivat olla esimerkiksi

- käyttöliittymän poikkeamien määrä ohjesäännöistä tai hyväksi koetuista menetelmistä
- virheiden määrä
- kuinka hyvin käyttöliittymän eri elementit noudattavat tiettyä ohjesääntöä
- käyttöliittymän mukautuminen yksityiskohtaisiin vaatimuksiin (esim. tietyn tehtävän suorittamiseen kuluvat hiiren klikkaukset). (Bevan, 2008.)

Käytettävyyttä ja käyttäjäkokemusta useimmiten mitataan tuotekehityksen aikana käyttäjän tarpeiden ja halujen kartoittamisen, sekä käyttäjäko-

muksen parantamisen takia. Myös käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen tavoitteiden varhainen määrittäminen tuotteen suunnittelussa on tärkeää, jotta voidaan seurata onko nämä tavoitteet saavutettu tuotekehityksessä. (Bevan, 2008.) Kuten yllä olevista esimerkeistä huomataan, käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen mittaamiseen on monia eri tapoja, jotka riippuvat mittauksen näkökulmasta.

4 SUORATOISTOPALVELUIDEN KÄYTETTÄVYYS JA KÄYTTÄJÄKOKEMUS

Suoratoistopalveluiden käytettävyydestä ja käyttäjäkokemuksesta puhuttaessa esiin nousevat termit QoE, eli quality of experience (suom. kokemuksen laatu), sekä QoS, eli quality of service (suom. palvelun laatu). QoE kuvaa palvelun ja sen suorituskyvyn laatua käyttäjän näkökulmasta, kun taas QoS kuvaa sitä, kuinka vakuuttava ja toimiva palvelu on teknisesti. (Soldani, Li, & Cuny, 2007.) Tutkijat ovat jo pitkään tutkineet QoS:ää, mutta kiinnostus alalla on vähitellen siirtynyt enemmän kohti QoE:ta (De Pessemier, Martens & Joseph, 2015). QoE ja QoS ovat yleisiä ja paljon käytettyjä termejä lähes kaikkien internet-palveluiden käytettävyydestä ja laadusta puhuttaessa. (Soldani, Li, & Cuny, 2007.)

QoE:n parantaminen on monille suoratoistopalvelu -yrityksille välttämättöntä, jotta ne voivat kasvaa ja ylläpitää nykyisen mainontaan ja tilausmaksuihin perustuvan tulomallinsa (Balachandran ym., 2012). QoE:n tärkeyden laiminlyönti taas voi tuottaa yritykselle muun muassa tarpeettomia kuluja tai luoda menetettyjä tuottoja. Jotta yrityksen QoE olisi paras mahdollinen, täytyy sen QoS olla myös hoidettu tehokkaasti. (Soldani, Li, & Cuny, 2007.) Suoratoistopalveluiden QoE:n mittaaminen voi kuitenkin olla hankalaa, koska siitä ei ole vielä kehitetty yhtä ja selkeää standardinomaista mittaustapaa. (Balachandran ym., 2012). Seuraavaksi esitellään suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen erilaisia tekijöitä ja mittareita. Lisäksi esitellään suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen erilaisia mittaustapoja.

4.1 Mitkä ovat suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen tärkeimmät tekijät?

Suoratoistopalveluiden käytettävyyttä ja käyttäjäkokemusta tutkittaessa mobiilipalveluiden tärkeys mainitaan useasti. Suoratoistopalveluiden käyttö mobiililaitteilla onkin nykyään erittäin yleistä. Mobiililaitteilla suoratoistopalveluiden avulla toistettavien videoiden tuottaman internetliikenteen onkin ennustettu

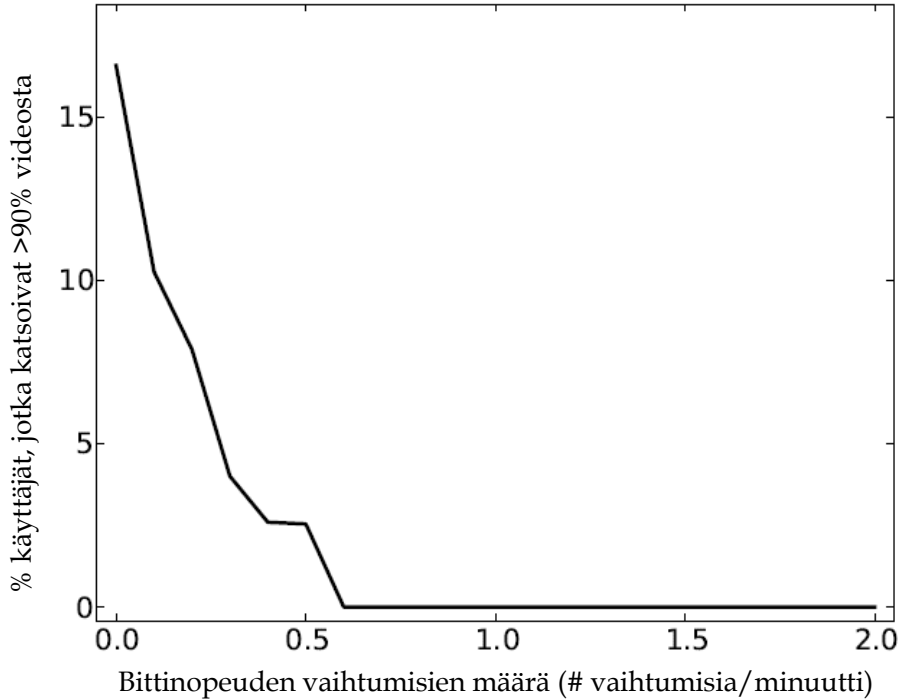
kattavan 72 % kokonaismobiili-internetliikenteestä vuoteen 2019 mennessä. Tämän takia palveluiden mobiliteetti, sekä mobiilipalvelut itsessään ovat oleellinen tekijä suoratoistopalveluiden QoE:ssä ja käyttäjäkokemuksessa. Suoratoistopalveluiden mobiiliversioiden täytyy toimia sujuvasti ilman katkoksia, sekä niiden käyttöliittymien täytyy mukautua mahdollisimman hyvin mobiililaitteille. (De Pessemier ym. 2015.)

Nykyään myös suoratoistopalveluiden käyttäjien lisääntyessä ja sen seurauksena tapahtuvan internetliikenteen kasvaessa videon tai audion siirtonopeudet eivät välttämättä pysy tämän kasvun perässä. Tämä voi helposti johtaa toistettavan videon tai audion pätkimiseen. Videon tai audion pätkiminen onkin iso tekijä käyttäjätyytyväisyydessä sekä QoE:ssä. (Xu, Altman, El-Azouzi, Elayoubi & Haddad, 2012.) Myös Egger, Hossfeld, Schatz ja Fiedler (2012) painottavat videoiden pätkimisen, sekä ennen videon katselua tapahtuvan, kuin myös videon aikana tapahtuvan odotusajan tärkeyttä QoE:ssä. Heidän mukaansa odotusaika kaikenlaisissa interaktiivisissa sovelluksissa on tärkeä tekijä käyttäjäkokemuksen kannalta. Yleisesti ottaen käyttäjäkokemus kärsii aina odotusajasta, joka tapahtuu sovellusta käytettäessä. Lisäksi Eggerin ym. (2012) tutkimus osoitti, että käyttäjäkokemuksen kannalta on merkittävää, missä kohtaa videota viive ilmenee. Heidän mukaansa videon keskellä tapahtuva puskuroinnista johtuva viive koetaan negatiivisemmaksi, kuin videon alussa tai lopussa tapahtuva viive. Käyttäjät myös kokivat, että yksi pitkä viive on parempi käyttäjäkokemuksen kannalta, kuin monta lyhyempää viivettä. (Egger, Hossfeld, Schatz ja Fiedler, 2012.) Mok, Chan & Chang (2011) tulivat puolestaan siihen lopputulokseen, että odotusaikojen kestolla ei pitäisi olla suurta merkitystä käyttäjäkokemuksen ja QoE:n kannalta. Heidän tutkimuksessaan käyttäjäkokemuksen mittareina käytettiin videon alussa tapahtuvaa odotusaikaa, odotusaikojen keston keskiarvoa sekä odotusaikojen esiintymisen tiheyttä. Tutkimuksen mukaan odotusaikojen esiintymisen tiheys oli näistä selvästi merkittävintä tekijä. (Mok, Chan & Chang, 2011.)

Eggerin ym. (2012) tutkiessa odotusajan merkitystä yhden videon aikana, Li ym. (2014) puolestaan tutkivat odotusaikoja palvelun kokonaiskäyttöistunnon näkökulmasta. Heidän mukaansa suoratoistopalveluita käytettäessä kokonaisistunnon lopussa tapahtuvilla väliaikaisilla katkoksilla on negatiivisempi vaikutus käyttäjäkokemukseen ja QoE:hen, kuin katkoksilla, jotka tapahtuvat aikaisemmassa vaiheessa istuntoa. He painottavatkin palvelun saatavuus- sekä säilyvyystekijöitä (engl. accessibility and retainability) käyttäjäkokemuksen ja QoE:n kannalta. Nämä tarkoittavat sitä, että palvelun täytyy olla saatavilla ja käytettävissä helposti ja vaivattomasti, sekä sitä, että palvelun täytyy toimia moitteettomasti ja samalla tavalla koko käyttöistunnon ajan. (Li ym., 2014.)

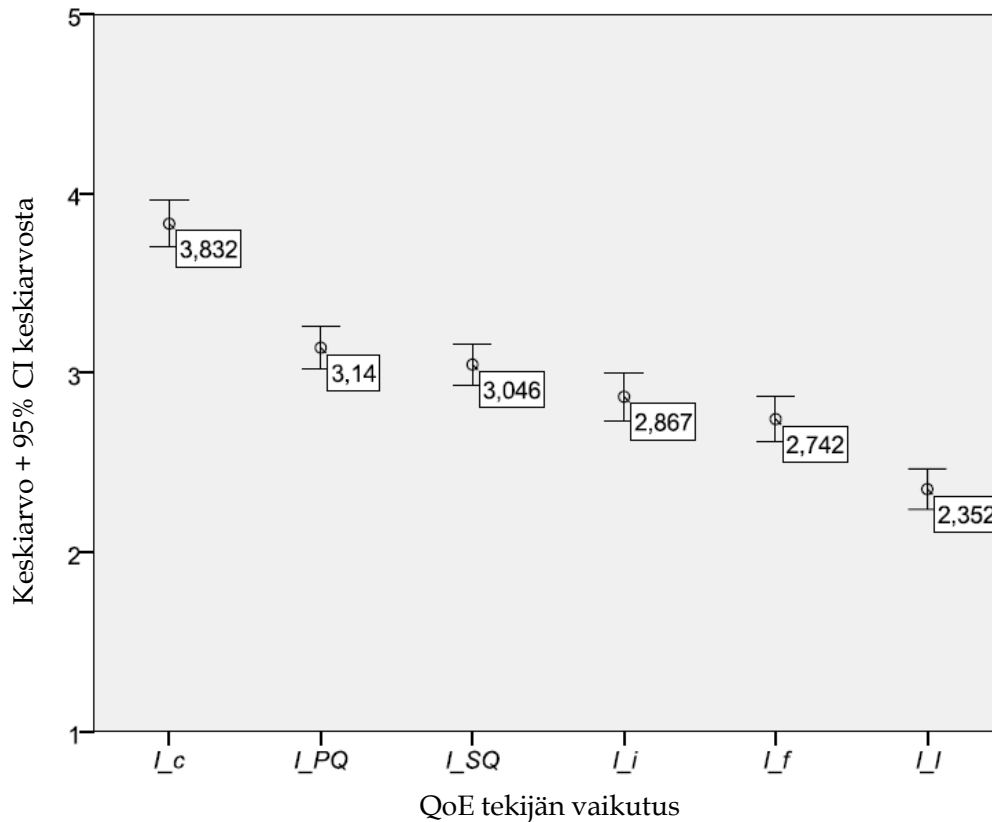
Balachandran ym. (2012) mukaan tärkeitä tekijöitä QoE:ta mitattaessa olivat muun muassa puskurointi, bittinopeus, kuvanlaatu, bittinopeuden vaihtelu sekä palvelun käynnistyksen yhteydessä tapahtuva viive. Kuvasta 2 voidaan esimerkiksi nähdä miten bittinopeuden vaihtelu ja siitä aiheutuva kuvanlaadun vaihtelu voivat vaikuttaa käyttäjien käyttäjäkokemukseen. Bittinopeuden vaih-

telua siedetään tiettyyn pisteeseen asti, mutta sen ylittyttyä käyttäjät turhautuvat nopeasti. (Balachandran ym., 2012.)



KUVIO 2 Bittinopeuden vaihtelusta aiheutuva käyttäjien turhautuminen (Balachandran ym., 2012, 31).

Ketyko ym. (2010) käsittelivät videoiden suoratoistamisen QoE:ta mobiililaitteilla. Heidän tutkimuksessaan käyttäjät saivat määritellä katselukokemukseen vaikuttavien tekijöiden tärkeyttä. Tutkimuksessa käytetyt tekijät olivat: sisältö, kuvanlaatu, äänenlaatu, yhteensopivuus omien mielenkiinnon kohteiden kanssa, sujuvuus ja latausnopeus. Kuvasta 3 ilmenee, että näistä tekijöistä videon sisältö sai selvästi korkeimman tuloksen. Seuraavaksi eniten katselukokemukseen vaikuttivat kuvanlaatu ja äänenlaatu, joiden jälkeen tulivat yhteensopivuus, sujuvuus ja latausnopeus. (Ketyko ym., 2010.)



KUVIO 3 Katselukokemukseen vaikuttavat tekijät asteikolla 1-5.

I_c = Influence of content (suom. sisällön vaikutus).

I_{PQ} = Influence of picture quality (suom. kuvanlaadun vaikutus).

I_{SQ} = Influence of sound quality (suom. äänenlaadun vaikutus).

I_i = Influence of matching to interest (suom. yhteensopivuuden vaikutus).

I_f = Influence of fluidness (suom. sujuvuuden vaikutus).

I_l = Influence of loading speed (suom. latausnopeuden vaikutus).

(Ketyko ym., 2010.)

Kaiken kaikkiaan suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen tekijöitä vaikuttaa olevan monia erilaisia (ks. taulukko 2), mutta tärkeimpinä tekijöinä voidaan nähdä olevan videoiden pätkiminen ja tästä johtuva odotusaika. Siitä, missä vaiheessa istuntoa odotusaika tapahtuu, ei ollut selvää yksimielisyyttä. Myös odotusaikojen keston merkityksestä vaikutti olevan eriäviä mielipiteitä. Muita tärkeitä tekijöitä olivat muun muassa palvelun mobiiliversi-
on toimivuus ja helppokäyttöisyys, itse videon sisältö, kuvanlaatu, äänenlaatu, puskurointi, bittinopeus sekä palvelun yleinen toimivuus ja helppokäyttöisyys.

Näistä tekijöistä voidaan huomata, että osa on käyttäjien itse kokemia ja havaitsemia tekijöitä, kuten odotusaika, videon sisältö sekä kuvan- ja äänenlaatu. Osa näistä tekijöistä on puolestaan teknisempiä tekijöitä, joita voidaan mitata ilman käyttäjiä, kuten bittinopeus ja puskurointi. Käyttäjien itse havaitsemia tekijöitä kutsutaan subjektiivisiksi tekijöiksi, kun taas palvelun tekniseen toi-

mintaan liittyviä tekijöitä kutsutaan objektiivisiksi tekijöiksi (Piamrat, Viho, Ksentini & Bonnin, 2009). Näiden tekijöiden eroista voidaan päätellä, että subjektiivisten tekijöiden hyvyys tai huonous usein johtuu objektiivisista tekijöistä. Esimerkiksi jos bittinopeus, joka on objektiivinen tekijä, on alhainen, siitä aiheutuu myös kuvanlaadun heikkeneminen, joka taas on subjektiivinen tekijä. Aina nämä syyseuraukset eivät kuitenkaan ole yhtä yksinkertaisia, koska esimerkiksi palvelun helpokäyttöisyys on lähes kaikkien muiden tekijöiden yhdistelmä.

TAULUKKO 2 Suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen tekijät edellä esiteltyjen tutkimusten mukaan.

Tutkijat	De Pesse- mier ym. (2015)	Xu ym. (2012)	Egger ym. (2012)	Mok ym. (2011)	Li ym. (2014)	Balachandran ym. (2012)	Ketyko ym. (2010)
Mobiliteetti	X						X
Pätkiminen ja odotusaika	X	X	X	X	X	X	
Saatavuustekijät					X		
Säilyvyystekijät					X		
Kuvanlaatu						X	X
Äänenlaatu							X
Yhteensopivuus omien mieltymysten kanssa							X
Sujuvuus							X
Latausnopeus							X
Bittinopeus						X	
Puskurointi						X	
Videon sisältö							X

4.2 Käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen mittaaminen suoratoistopalveluissa

Ennen monimutkaisten ja interaktiivisten internet-palveluiden, kuten suoratoistopalveluiden syntyä niiden laadun arvioimiseen käytettiin lähes pelkästään verkostoon liittyviä mittareita, kuten viivettä, siirtonopeutta ja hävikkiä. Nykyään kuitenkin palveluiden monimutkaisuuden, interaktiivisuuden sekä käyttäjien lisääntyessä juurikin käyttäjien omaa kokemusta on alettu arvostaa koko ajan enemmän palveluiden laadun mittaamisessa. Näin ollen palveluntarjoajien tulee keskittyä QoE:hen ja QoS:ään laadun arvioimisessa. (Piamrat ym., 2009.)

Seuraavaksi esitellään eri tapoja suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen mittaamiseen, ja sen jälkeen käydään läpi millaisia mittauksia edellä esitellyissä tutkimuksissa on suoritettu.

4.2.1 Suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen mittaamisen eri tavat

Piamrat, Viho, Ksentini ja Bonin (2009) esittelevät kolme eri tapaa mitata QoE:ta suoratoistopalveluissa: subjektiivisen, objektiivisen sekä hybridi-mallin. Subjektiivisessa mittaustavassa mittarina käytetään ihmisten omaa kokemusta palvelun laadusta. Tämä mittaustapa on kaikista paikkansapitävin, koska ihmisen oma arvio palvelun laadusta mittaa parhaiten koettua laatua. Toisaalta subjektiivisessa arviossa ihmisten henkilökohtaiset kokemukset voivat vaikuttaa mitaustuloksiin. (Piamrat ym., 2009.) Subjektiivisessa mittauksessa on tarkoitus ymmärtää miten käyttäjät oikeasti kokevat videon katselun (De Pessemier, Martens & Joseph, 2015). Subjektiivinen mittaus toteutetaan yleensä siten, että valitut testikäyttäjät arvioivat videopätkiä heidän omiin havaintoihin perustuen. Subjektiivisen mittauksen tulos esitetään yleensä mielipiteiden keskiarvona (engl. mean opinion score, MOS). Vaikka tällainen subjektiivinen mittaustapa on kaikkein täsmällisin, sen järjestäminen on kuitenkin kallista suuren työvoiman takia. Lisäksi se on aikaa vievää, eikä sitä voida käyttää oikea-aikaisessa, tai automaattisessa mittauksessa. (Piamrat ym., 2009.)

Objektiivinen mittaustapa puolestaan tarkoittaa palveluiden laadun mittaamista erilaisiin teknisiin parametreihin perustuen. Siinä käytetään muun muassa erilaisia algoritmeja tai kaavoja, sekä teknisiä parametreja, joita voidaan soveltaa erilaisiksi QoS-mittareiksi. Yksi yleisimmistä ja yksinkertaisimmista QoS:n objektiivisista mittaustavoista on videon signaalihiipun ja häiriön (engl. peak signal-to-noise ratio, PSNR) välisen suhteen mittaaminen. Se kuvaa signaalin suurimman mahdollisen vahvuuden, sekä siihen vaikuttavan häiriön vahvuuden suhdetta. (Piamrat ym., 2009.) Näitä objektiivisina mittareina käytettyjä teknisiä parametreja käytetäänkin juuri QoS:n mittaamiseen. Niitä voidaan käyttää mitattaessa muun muassa palvelun suorituskykyä sekä muita teknisiä ominaisuuksia. Näiden mittausten avulla pyritään parantamaan palvelua teknisestä näkökulmasta. Samalla myös palvelun käyttäjien käyttäjäkokemus paranee, koska palvelu toimii oletettavasti sujuvammin. (De Pessemier ym., 2015). Balachandran ym. (2012) kuitenkin toteavat, että tällainen objektiivinen mittaustapa erilaisten teknisten parametrien avulla voi olla ongelmallista QoE:ta mitattaessa. Heidän mukaansa erilaiset QoE-mittarit, kuten bittinopeus eivät välttämättä korreloi suoraan käyttäjäkokemuksen kanssa. Vaikka voisi kuvitella, että korkeampi bittinopeus automaattisesti tarkoittaisi parempaa käyttäjäkokemusta, näin ei välttämättä ole. Usein kun bittinopeus kasvaa, samalla videon puskurointi kasvaa. Tämä voi tarkoittaa sitä, että video alkaa pätkiä, joka taas johtaa käyttäjäkokemuksen huonontumiseen. Lisäksi vaikka siirtonopeudesta riippuva bittinopeuden vaihtelu vähentää puskurointia, saattaa bittinopeuden muutoksista johtuva kuvanlaadun vaihtelu vaikuttaa käyttäjä-

kokemukseen negatiivisesti. Subjektiiivisten ja objektiivisten tekijöiden syyseuraukset eivät siis ole aina yksiselitteisiä. (Balachandran ym., 2012.)

Hybridi-malli tarkoittaa subjektiivisen ja objektiivisen mittaustavan yhdistelmää. Piamrat ym. (2009) käyttivät hybridiesimerkkinään pseudosubjektiiivista laadunarviointimenetelmää (engl. pseudo subjective quality assessment, PSQA). Tämä menetelmä perustuu tilastolliseen oppimiseen ja siinä käytetään satunnaista hermoverkkoa (engl. random neural network, RNN). Yksinkertaistettuna siinä käytetään satunnaista keinotekoisia hermoverkostoja, jonka avulla voidaan automaattisesti muuntaa erilaisia teknisiä parametreja käytettäväksi MOS-testeissä. Piamrat ym. (2009) toteavat tämän hybridimallin olevan tehokkain näistä mittaustavoista, koska se on tarkka, se voidaan suorittaa oikea-aikaisesti, se ei vaadi paljoa työvoimaa, eikä sen suorittaminen vie paljoa aikaa. (Piamrat ym., 2009.)

Suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen mittaustapa riippuu siis siitä, mitä palvelun tekijöitä ja mittareita käytetään mittauksessa. Jos mitattavat tekijät ovat subjektiivisia tekijöitä, täytyy myös mittaustavan olla subjektiivinen. Jos taas tekijät ovat objektiivisia, täytyy mittaustavan olla objektiivinen. Näistä kuitenkin poikkeuksena on hybridi-malli, jonka avulla voidaan käyttää sekä subjektiivisia, että objektiivisia tekijöitä. Kokonaiskuva palvelun käytettävyydestä ja käyttäjäkokemuksesta saadaankin suorittamalla mahdollisimman monipuolisia mittauksia monesta eri näkökulmasta.

4.2.2 Miten suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen eri mittaustapoja on sovellettu tutkimuksissa?

Tutkimuskirjallisuudesta erottui neljä eri tutkimusta, joissa oli suoritettu selkeä mittaaminen. Muissa tutkimuksissa käsiteltiin suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen mittaamista eri näkökulmista, suorittamatta kuitenkaan konkreettista mittausta. Seuraavaksi esitellään tutkimukset, joissa oli suoritettu mittaaminen ja miten mittaaminen oli toteutettu.

De Pessemier ym. (2015) tutkivat videon laadun mukautumista vaihteleviin verkko-olosuhteisiin, ja sen vaikutusta palvelun tuottamaan QoE:hen. Heidän vertailukohteenaan ollut Youtube määrittää soitettavan videon laadun mittaamalla verkon siirtonopeuden ennen videon alkua. Verkon siirtonopeuden muutoksia ei kuitenkaan oteta huomioon videota toistettaessa, ja näin on mahdollista, että video alkaa pätkiä, jos verkon siirtonopeus huononee. De Pessemier ym. (2015) kehittivät "vesiputousmallin" ratkaisemaan tämän ongelman. Tämä vesiputousmalli ottaa huomioon enemmän tekijöitä, kuin Youtuben oma malli. Näitä tekijöitä ovat esimerkiksi käyttäjän mahdollinen liikkuminen palvelua käytettäessä, sekä se, että käyttäkö palvelu wifi-verkkoa, mobiilidataa vai muuta verkkoa. Tämän vesiputousmallin ja Youtuben oman mallin laatua mitattiin subjektiivisella mittauksella testikäyttäjien avulla. Mittaukseen valittiin 15 testikäyttäjää, jotka käyttivät omilla mobiililaitteillaan tutkijoiden itse kehittämää mobiilisovellusta, joka oli hyvin samankaltainen Youtuben mobiilisovelluksen kanssa. Tällä mobiilisovelluksella pystyi käyttämään kaikkia Youtuben

videoita. Mittauksessa noin puolet käyttäjistä käytti vesiputousmallia, kun taas loput käyttivät Youtuben omaa videolaadun määrittäysmallia. Testikäyttäjää ohjeistettiin katsomaan videoita mobiilisovelluksen avulla eri paikoissa, eri aikoina sekä eri verkkojen kautta. Sovelluksessa oli punainen nappi, jota käyttäjät pystyivät aina painamaan, kun he kokivat, että videon laatu heikkenee. Myös jokaisen videon jälkeen käyttäjät saivat täyttää kyselyn, jossa arvioitiin oman kokemuksen laatu. Näistä palautteista tutkijat tekivät mielipiteiden keskiarvon ja niiden perusteella kävi selväksi, että heidän vesiputousmallin avulla pystyttiin parantamaan käyttäjien kokemaa QoE:ta. Vesiputousmalli sai arvosanaksi 4,4/5, kun taas Youtuben oma malli sai arvosanaksi 3,8/5. (De Pessemier ym., 2015.)

Mok ym. (2011) tutkivat puolestaan verkon suorituskyvyn vaikutusta suoratoistopalvelun QoE:hen. He toteuttivat tämän mittauksen mittaamalla ensin verkon QoS:n ja palvelun QoS:n korrelaatiota ja sen jälkeen mittaamalla palvelun QoS:n ja QoE:n korrelaatiota. Verkon QoS:n tason he määrittivät mittaamalla erilaisia verkon ominaisuuksia, kuten siirtonopeutta ja pakettihävikin määrää. Palvelun QoS:n he määrittivät mittaamalla kolmea eri tekijää: videon alussa tapahtuvaa odotusaikaa, odotusaikojen keskiarvoa sekä odotusaikojen tiheyttä. Palvelun QoE puolestaan mitattiin käyttämällä subjektiivista mittaustapaa. Mok ym. (2011) valitsivat joukon testikäyttäjää, joille he näyttivät saman videopätkän 30 kertaa vaihdellen palvelun QoS:n tekijöiden tasoa joka näyttökerralla. Joka näyttökerran jälkeen testikäyttäjää pyydettiin antamaan arvosana videon laadulle heti sen loputtua. Näistä tuloksista laadittiin mielipiteiden keskiarvo. Kun palvelun QoS ja QoE, sekä verkon QoS oli mitattu, he tutkivat näiden yhteyksiä ja tulivat siihen lopputulokseen, että pakettihävikki laskee verkon suoritusnopeutta ja tämä taas nostaa odotusaikojen tiheyttä. Tulosten mukaan myös odotusaikojen tiheys vaikutti eniten mielipiteiden keskiarvoon. (Mok ym., 2011.)

Ketyko ym. (2010) tutkivat objektiivisten ja subjektiivisten tekijöiden suhdetta palvelun QoE:hen. He mittasivat kehittämänsä videopalvelun erilaisia objektiivisia parametreja, kuten audion ja videon pakettihävikkiä sekä audion ja videon viiveen vaihtelua. Subjektiivisen mittauksen he suorittivat testikäyttäjien kanssa. Testikäyttäjät katsoivat videoita palvelun avulla tutkijoiden valitsemassa paikassa sekä kotonaan. Jokaisen videon jälkeen he arvioivat seuraavat subjektiiviset parametrit asteikolla 1-5: sisältö, kuvanlaatu, äänenlaatu, yhteensopivuus omien mielenkiinnon kohteiden kanssa, sujuvuus ja latausnopeus. Lopuksi Ketyko ym. (2010) tutkivat mitkä objektiiviset parametrit korreloivat eniten subjektiivisten parametrien kanssa. Tulokset osoittivat, että muun muassa audion ja videon pakettihävikki sekä audion ja videon viiveen vaihtelu korreloivat lähes kaikkien subjektiivisten tekijöiden kanssa. (Ketyko ym., 2010.)

Lin ym. (2014) tutkimuksessa keskityttiin lähinnä videoiden saatavuus- ja säilyvyystekijöiden mittaamiseen. He toteuttivat mittauksensa subjektiivisena mittauksena näyttämällä jokaiselle testikäyttäjälle 35 eri videota. Osa näistä videoista oli täysin virheettömiä, mutta osa videoista sisälsi erilaisia tahallisia virheitä. Näitä virheitä olivat esimerkiksi se, että video ei lähtenyt pyörimään ollenkaan, tai se, että video katkesi lopullisesti kesken esityksen. Jokaisen videon

jälkeen käyttäjät vastasivat kuvion 4 mukaiseen kyselyyn. Kuten kuvioista 4 nähdään, Li ym. (2014) käyttivät tutkimuksessaan asteikkoa 0-5 videoiden saatavuus- ja säilyvyystekijöiden mittaamiseen normaalin 1-5 asteikon sijaan. Heidän mukaan tämä asteikko sopi paremmin saatavuus- ja säilyvyystekijöitä mitattaessa, koska käyttäjillä on enemmän vaihtoehtoja videoiden laadun arvioimisessa. Saatujen tulosten perusteella videot, joissa esiintyi säilyvyysongelmia, olivat arvioitu huonommiksi, kuin virheettömät videot. (Li ym., 2014.)

Nro.	Arvostelukriteeri/Kysymys	Mahdollinen vastaus
1	Onko tämän videon tekninen laatu hyväksyttävä?	Kyllä/Ei
2	Arviosi videon teknisestä laadusta on:	6-osainen arvosteluasteikko: Asteikolla Kamala(0) - Erinomainen(5)
3	Videon sisältö on:	5-osainen arvosteluasteikko: Asteikolla Erittäin tylsä(1) - Erittäin kiinnostava(5)
4	Kokonaiskatselukokemuksesi (Sisältö + Tekninen laatu) videon toiston aikana	6-osainen arvosteluasteikko: Asteikolla Kamala(0) - Erinomainen(5)

KUVIO 4 Videon laadun arviointiin tarkoitettu kysely. (Li ym., 2014, 525)

Näistä tutkimuksista voidaan päätellä, että subjektiivista mittausta käytetään usein suoratoistopalveluiden käytettävyyttä ja käyttäjäkokemusta mitattaessa. Objektivistista mittaustapaa puolestaan voidaan käyttää joko subjektiivisen mittauksen tukena tai vertailukohtena. Taulukosta 3 nähdään, että tutkimuksista kahdessa käytettiin pelkkää subjektiivista mittaustapaa, ja kahdessa tutkimuksessa käytettiin sekä subjektiivista, että objektivistista mittaustapaa.

TAULUKKO 3 Tutkimuksissa käytetyt mittaustavat.

Tutkijat	De Pessemier ym. (2015)	Mok ym. (2011)	Ketyko ym. (2010)	Li ym. (2014)
Subjektiivinen mitta	X	X	X	X
Objektiivinen mitta		X	X	

5 YHTEENVETO

Tässä tutkielmassa käsiteltiin suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen tekijöitä sekä niiden mittaamista. Aluksi taustaosuudessa käsiteltiin suoratoistopalveluita. Seuraavaksi määriteltiin käytettävyyttä ja käyttäjäkokemusta yleisellä tasolla sekä käsiteltiin niiden mittaamista. Taustaosuuden jälkeen siirryttiin itse tutkimuskysymyksiin, jotka olivat seuraavat: 1. Mitkä ovat suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen tärkeimmät tekijät? 2. Miten suoratoistopalveluiden käytettävyyttä ja käyttäjäkokemusta mitataan? Näihin tutkimuskysymyksiin vastattiin lähdekirjallisuuden pohjalta sekä eriteltiin näistä saatuja tuloksia.

Tämän tutkielman ensimmäisen tutkimuskysymyksen tärkeimmäksi tulokseksi nousi videon tai audion pätkiminen, sekä puskuroinnista johtuva odotusaika suoratoistopalveluita käytettäessä. Näitä kyseisiä tekijöitä painotettiin monissa eri tutkimuksissa, mutta niiden tulokset eivät olleet täysin samanlaisia. Osassa tutkimuksista keskityttiin enemmän esimerkiksi odotusajan keston tärkeyteen, kun taas joissain tutkimuksissa painotettiin odotusajan määrien sekä tiheyden tärkeyttä. Nämä erot kuitenkin johtuivat luultavasti tutkimusasetelmien eroavaisuuksista. Muita tärkeitä tekijöitä olivat muun muassa: videon tai audion sisältö, kuvanlaatu, äänenlaatu sekä palvelun mobiliteetti. Tekijöitä, joita käyttäjät pystyvät itse havaitsemaan ja kokemaan luokiteltiin subjektiivisiksi tekijöiksi, kun taas palvelun teknistä laatua kuvaavia tekijöitä kutsuttiin objektiivisiksi tekijöiksi. Subjektiivisten tekijöiden, kuten odotusajan, mobiliteetin, kuvanlaadun ja äänenlaadun nähtiin olevan merkittävimpiä tekijöitä suoratoistopalveluiden käytettävyyttä ja käyttäjäkokemusta käsiteltäessä. Objektiiviset tekijät, kuten bittinopeus ja siirtonopeus olivat myös tärkeitä tekijöitä, mutta niiden avulla ei itse käyttäjäkokemusta päästy mittaamaan tarkemmin. Subjektiiviset ja objektiiviset tekijät kuitenkin tukevat toisiaan ja niillä nähtiin olevan suora yhteys toisiinsa. Jos esimerkiksi verkon siirtonopeus huononee äkillisesti, saattaa se johtaa videon tai audion pätkimiseen. Jos taas bittinopeus on alhainen, kuvanlaatu myös heikkenee. Vaikka subjektiivisilla ja objektiivisilla tekijöillä on vaikutus toisiinsa, tätä vaikutusta voi olla hankala ennustaa. Esimerkiksi korkean bittinopeuden voisi luulla tarkoittavan suoraan parempaa käyttäjäkokemus-

ta. Näin ei kuitenkaan aina ole, koska suuren bittinopeuden mukana myös itse video- tai audiotiedoston koko kasvaa. Tämä saattaa mahdollisesti johtaa päätkimiseen ja odotusaikaan, jotka taas huonontavat käyttäjäkokemusta. Suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen tekijät ovat siis usein yhteydessä toisiinsa monin eri tavoin. Joskus yksi tekijä voi vaikuttaa moneenkin eri tekijään, kun taas joku yksittäinen tekijä voi olla kaikkien muiden tekijöiden summa.

Toisen tutkimuskysymyksen tulokset osoittivat, että suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen mittaamiseen käytetään muutamia erilaisia mittaustapoja. Nämä mittaustavat ovat: subjektiivinen mittaustapa, objektiivinen mittaustapa, sekä näiden kahden yhdistelmä. Subjektiivisissa mittauksissa käytetään subjektiivisia tekijöitä ja mittareita ja ne yleensä toteutetaan testikäyttäjien avulla. He esimerkiksi käyttävät palvelua ja arvioivat sitä oman kokemuksena perusteella erilaisten arviointimenetelmien avulla. Objektiivisissa mittauksissa puolestaan käytetään objektiivisia tekijöitä ja mittareita. Niissä voidaan esimerkiksi mitata palvelun suorituskykyä tai muita tekijöistä erilaisten teknisten parametrien avulla. Objektiiviset mittaukset voidaan useimmiten toteuttaa ilman testikäyttäjää ja näin ollen ne ovat yleensä halvempia ja yksinkertaisempia järjestää, kuin subjektiiviset mittaukset. Näiden kahden eri mittaustavan yhdistelmiä käytetään myös käytettävyyttä ja käyttäjäkokemusta mitattaessa. Näitä hybridimittaustapoja on erilaisia ja niiden rakenne riippuu usein itse tutkimuksesta.

Käytettävyys ja käyttäjäkokemus ovat laajoja ja monimuotoisia käsitteitä. Varsinkin käyttäjäkokemukseen kuuluu vahvasti psykologinen puoli, jota tässä tutkielmassa ei kuitenkaan päästy syvällisesti tutkimaan. Tutkielmassa käytetyt tutkimukset käsittelivät suoratoistopalveluiden käytettävyyttä ja käyttäjäkokemusta melko teknisestä näkökulmasta ja mittauksissa ei päästy sen syvemmälle käyttäjäkokemuksen psykologiseen puoleen. Vaikutti siltä, että käyttäjäkokemuksesta ei ole suoratoistopalveluiden näkökulmasta sen syvällisempiä tutkimuksia tehtykään. Tämä luultavasti johtuu siitä, että aihe on melko tuore ja suoratoistopalvelu -käsite on edelleen melko häilyvä. Tutkimuksissa vain mitattiin palveluiden käyttäjäkokemusta, mutta ei tutkittu minkä takia käyttäjät havaitsevat ja kokevat asiat tietyllä tavalla. Aihe on siis erittäin laaja ja moniulotteinen. Tutkimuksia siitä ei kuitenkaan kovin paljoa löytynyt, joten yleistettävien johtopäätösten tekeminen tämän tutkielman perusteella on rajoittunutta. Lähdekirjallisuudesta ei siis löytynyt standardinomaisia tekijöitä tai mittaustapoja suoratoistopalveluiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen suhteen. Aihe vaatiikin lisätutkimusta, jotta suoratoistopalveluiden käytettävyyttä ja erityisesti käyttäjäkokemusta pystyttäisiin tutkimaan mahdollisimman laajasti ja monipuolisesti. Lisätutkimus on tärkeää myös vakiintuneiden käytäntöjen ja ohjeiden puutteellisuuden vuoksi.

LÄHTEET

- Abran, A., Khelifi, A., Suryan, W., & Seffah, A. (2003). Usability meanings and interpretations in ISO standards. *Software Quality Journal*, 11(4), 325-338.
- Althun, B., Zimmermann, M. (2003). Multimedia Streaming Services: Specification, Implementation, and Retrieval. *5th ACM SIGMM international workshop on Multimedia information retrieval*, 247-254.
- Apple. (2016). Availability of Apple Music, Apple Music Radio, and iTunes Match. Haettu 15.11.2016 osoitteesta <https://support.apple.com/en-us/HT204956>.
- Balachandran, A., Sekar, V., Akella, A., Seshan, S., Stoica, I., & Zhang, H. (2012). A quest for an internet video quality-of-experience metric. *Proceedings of the 11th ACM workshop on hot topics in networks*, 97-102. ACM.
- Bevan, N. (2008). Classifying and selecting UX and usability measures. *International Workshop on Meaningful Measures: Valid Useful User Experience Measurement*, 13-18.
- Britt, T. (2001) What is streaming media and what opportunities does it create? *Broadband*.
- De Pessemier, T., Martens, L., & Joseph, W. (2015). Dynamic optimization of the quality of experience during mobile video watching. *Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB), 2015 IEEE International Symposium*, 1-6. IEEE.
- Digital Trends Staff. (2016, 28. lokakuuta). Spotify vs. Apple Music: Which service is the streaming king? Haettu 16.11.2016 osoitteesta <http://www.digitaltrends.com/music/apple-music-vs-spotify/>
- Dumas, J. S., & Redish, J. (1999). A practical guide to usability testing. *Intellect Books*.
- Egger, S., Hossfeld, T., Schatz, R., & Fiedler, M. (2012). Waiting times in quality of experience for web based services. *Quality of Multimedia Experience (QoMEX), 2012 Fourth International Workshop on*, 86-96. IEEE.
- Haryadi, S., & Pramudita, A. (2012). QoS measurement of video streaming services in 3G networks using aggregation method. *Telecommunication Systems, Services, and Applications (TSSA), 2012 7th International Conference on*, 97-101. IEEE.
- Hassenzahl, M. (2008). User Experience (UX): Towards an experiential perspective on product quality. *Association for computing machinery*.
- Hassenzahl, M., & Tractinsky, N. (2006). User experience-a research agenda. *Behaviour & information technology*, 25(2), 91-97.
- Holzinger, A. (2005). Usability engineering methods for software developers. *Communications of the ACM*, 48(1), 71-74.
- Hornbæk, K. (2006). Current practice in measuring usability: Challenges to usability studies and research. *International journal of human-computer studies*, 64(2), 79-102.

- Hyysalo, S. (2009). *Käyttäjä tuotekehityksessä*. Tieto, tutkimus, menetelmät.
- Karkimo, A. (2015, 31. maaliskuuta). Suomalaiset suoratoistopalvelut hakkaavat Netflixin. Haettu 15.11.2016 osoitteesta http://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/2015-03-31/Suomalaiset-suoratoistopalvelut-hakkaavat-Netflixin-3218238.html.
- Keinonen, T. (1998). One-dimensional usability - influence of usability on consumers' product preference. *Taideteollisen korkeakoulun julkaisu A21*.
- Ketola, P., & Roto, V. (2008). Exploring user experience measurement needs. *Proc. of the 5th COST294-MAUSE Open Workshop on Valid Useful User Experience Measurement (VUUM)*. Reykjavik, Island, 23-26.
- Ketyko, I., De Moor, K., De Pessemier, T., Verdejo, A. J., Vanhecke, K., Joseph, W., ... & De Marez, L. (2010). QoE measurement of mobile YouTube video streaming. *Proceedings of the 3rd workshop on Mobile video delivery*, 27-32. ACM.
- Krasic, C. & Walpole, J. (1999). QoS scalability for streamed media delivery (Doctoral dissertation, Portland State University).
- Kreitz, G., & Niemelä, F. (2010). Spotify - Large Scale, Low Latency, P2P Music-on-Demand Streaming. *Peer-to-Peer Computing*, 1-10.
- Law E. L-C., Roto V., Hassenzahl M., Vermeeren A. P. O. S., Kort J. (2009). Understanding, Scoping and Defining User eXperience: A Survey Approach. *Proceedings of Human Factors in Computing Systems, CHI'09*, 719-728.
- Law, E. L. C. (2011). The measurability and predictability of user experience. *Proceedings of the 3rd ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems*, 1-10. ACM.
- Li, D., and Cai, M. (2009). A Video Quality-Estimation Model for Streaming Media Services Based on Human Visual System, *Computational Intelligence and Software Engineering. International Conference on*, 1-4.
- Li, W., Ur-Rehman, H., Chignell, M., Leon-Garcia, A., Zucherman, L., & Jiang, J. (2014). Impact of retainability failures on video quality of experience. *Signal-Image Technology and Internet-Based Systems (SITIS), 2014 Tenth International Conference on*, 524-531. IEEE.
- Mansy, A., Ammar, M., Chandrashekar, J., & Sheth, A. (2014). Characterizing client behavior of commercial mobile video streaming services. *Proceedings of Workshop on Mobile Video Delivery*, 8. ACM.
- Mok, R. K., Chan, E. W., & Chang, R. K. (2011). Measuring the quality of experience of HTTP video streaming. *12th IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management (IM 2011) and Workshops*, 485-492. IEEE.
- Netflix. (2016, 17. lokakuuta). Q316 Letter to shareholders. Haettu 15.11.2016 osoitteesta http://files.shareholder.com/downloads/NFLX/2992434071x0x912075/700E14FD-12BE-4C3A-9283-9A975C7FE549/FINAL_Q3_Letter.pdf
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Elsevier.
- Piamrat, K., Viho, C., Bonnin, J. M., & Ksentini, A. (2009). Quality of experience measurements for video streaming over wireless networks. *Information*

- Technology: New Generations, 2009. ITNG'09. Sixth International Conference on*, 1184-1189. IEEE.
- Roto, V., Law, E., Vermeeren, A. & Hoonhout, J. (2011). User experience white paper - Bringing clarity to the concept of user experience. *Dagstuhl Seminar on Demarcating User Experience, September 15-18, 2010*.
- Rousi, R. (2013). *From Cute to Content*. Väitöskirja. Jyväskylän yliopisto.
- Saariluoma, P., Kamppinen, M. & Hautamäki, A. (toim). (2012). *Moderni Kognitiotiede*.
- Soldani, D., Li, M., & Cuny, R. (2007). *QoS and QoE management in UMTS cellular systems*. John Wiley & Sons.
- Spotify. (2016). Select your country:. Haettu 16.11.2016 osoitteesta <https://www.spotify.com/us/select-your-country/>
- Wechsung, I., Naumann, A., Schleicher, R. (2014). Views on Usability and User Experience: from Theory and Practice. *ResearchGate*.
- Väänänen-Vainio-Mattila, K., Roto, V., & Hassenzahl, M. (2008). Towards practical user experience evaluation methods. *EL-C. Law, N. Bevan, G. Christou, M. Springett & M. Lárusdóttir (eds.) Meaningful Measures: Valid Useful User Experience Measurement (VUUM)*, 19-22.
- Xu, Y., Altman, E., El-Azouzi, R., Elayoubi, S. E., & Haddad, M. (2012). QoE analysis of media streaming in wireless data networks. *NETWORKING*, 343-354. Springer Berlin Heidelberg.