

Henri Dahlström

**ELEMENTIT JA TEKIJÄT SUORATOISTOPALVELUI-
DEN KÄYTETTÄVYYDEN TAKANA**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
TIETOJENKÄSITTELYTIETEIDEN LAITOS
2015

TIIVISTELMÄ

Dahlström, Henri

Elementit ja tekijät suoratoistopalveluiden käytettävyyden takana

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2015, 30 s.

Tietojärjestelmätiede, kandidaatintutkielma

Ohjaaja(t): Luoma, Eetu

Tutkielmassa käsitellään käytettävyyttä, suoratoistopalveluja sekä suoratoistopalvelujen käytettävyyteen vaikuttavia tekijöitä ja elementtejä. Käytettävyyden voidaan todeta olevan suuressa merkityksessä nykypäivän IT-palveluja kehitettäessä. Käyttöliittymäsuunnittelu on entistä enemmän käyttäjälähtöistä, kuten myös palveluiden räätälöiminen. Monissa tutkimuksissa on todettu käytettävyyden mittaamisen pohjalla olevan viisi tekijää: opittavuus (Learnability), tehokkuus (Efficiency), muistettavuus (Memorability), virheettömyys (Errors) ja tyytyväisyys (Satisfaction). Suoratoistopalvelujen käytettävyyteen vaikuttavia tekijöitä ei ole tutkittu paljoa, mutta palvelujen kasvavan määrän takia, tutkimuksia on alkanut ilmestymään lähivuosina. Keskeisimmät tulokset liittyvät nykypäiväisten toistolaitteiden ja yhteysnopeuksien suuriin eroihin. Käytettävyyden peruseriaatteet tulee täyttyä, jotta palvelu voi olla toimiva. Käytettävyyteen vaikuttaa myös laitteiden näyttöjen kokojen vaihtelevuus ja mobiililaitteiden teknisten ominaisuuksien vaihtelevuus tuleekin ottaa huomioon käyttöliittymää suunniteltaessa. Videon tai audion toistossa, yhteysnopeus, prosessoriteho ja akun kesto vaikuttavat toiston laatuun. Toiston laatu vaikuttaa käyttökokemukseen ja käyttäjätyytyväisyyteen. Tutkimuksen tulokset vastaavat tutkimuskysymyksiin *Miten internetissä olevien palveluiden käyttöliittymien käytettävyyttä voidaan mitata?, Mihin suoratoistopalvelun ominaisuuksiin ja elementteihin tulee kiinnittää huomiota palvelua arvioitaessa? ja Mitkä ovat peruseriaatteet, kun suunnitellaan suoratoistopalvelua?*

Asiasanat: käytettävyys, suoratoistopalvelut, käyttöliittymä, Quality-of-Experience (QoE)

ABSTRACT

Dahlström, Henri

Elements and factors behind the usability of streaming services

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2015, 30 p.

Information Systems, Bachelor Thesis

Supervisor(s): Luoma, Eetu

This thesis focuses on usability, streaming services and the elements and factors those effects on streaming services' usability. Nowadays usability is a major factor in developing IT-services. User interface designing is more and more user-centered as well as customizing services. It's found in many researches that there are five basic factors when measuring usability: learnability, efficiency, memorability, errors and satisfaction. There's not much research made of the factors affecting to usability of streaming services but in recent years the services has increased which has affected the increase of made researches about the topic. The results of this study are related to differences of up-to-date playback devices and connection speeds. The basic principles of usability must be in place to ensure reliable service. Differences in playback devices' screens have also affect in user interface's designing and its usability. When playing video or audio over internet, connection speed, processor power and battery power have influence on the quality of playing media. The quality of playing media impacts on user experience and satisfaction. The research results answer on research questions *How can services' user interfaces on internet be evaluated?*, *Which factors should be paid attention to when evaluating streaming service?* and *What are the basic principles of designing streaming service?*

Keywords: usability, streaming services, user interface (UI), Quality-of-Experience (QoE)

KUVIOT

KUVIO 1: Dynaaminen vesiputous optimisointimalli (De Pessemier ym., 2015)	22
--	----

TAULUKOT

TAULUKKO 1: Nielsenin (1994) ja Shneidermanin & Plaisantin viitekehysten vertailu (Obeidat & Salim, 2010)	12
TAULUKKO 2: Käytettävyyssmallien yhtäläisyydet (Harrison ym., 2013)	13

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT

TAULUKOT

1	JOHDANTO.....	6
2	KÄYTETTÄVYYS.....	9
	2.1 Käytettävyyden merkitys nykypäivänä	10
	2.2 Miten käytettävyyttä voidaan mitata?.....	11
	2.3 Käytettävyyden peruseriaatteet	13
	2.4 Käytettävyys suoratoistopalvelujen näkökulmasta.....	15
3	SUORATOISTOPALVELUT.....	17
	3.1 Mitä suoratoistopalvelut ovat?	18
	3.2 Palveluiden ominaispiirteet	19
	3.3 Suoratoistopalvelujen käytettävyyteen vaikuttavat elementit	22
4	YHTEENVETO	25
	LÄHTEET	28

1 JOHDANTO

2000-luvulla pilvipalveluiden merkitys liiketoiminnassa on ollut kasvussa. IT on tullut osaksi liiketoimintaa ja IT-palveluja ulkoistetaan pilvipalveluiden muodossa. Osa liiketoiminnoista on rakentunut IT-palveluiden ympärille ja IT-palvelu on itsessään liiketoiminnan tuote. Nykypäivän erilaiset tietotekniset ratkaisut, kuten nopeat internetyhteydet sekä mobiililaitteet, ovat mahdollistaneet erilaisten viihdepalvelujen hyödyntämistä ajasta ja paikasta riippumatta. Näitä viihdepalveluja ovat muun muassa suoratoistopalvelut, jotka tarjoavat ihmisille viihdettä elokuvien ja televisiosarjojen muodossa. Näiden suoratoistaminen internet-yhteyden avulla lähes millä tahansa laitteella on vähentänyt perinteisen television sekä fyysisiä tallenteita vuokraavien vuokraamojen suosiota.

Samalla kun pilvipalvelut ovat yleistyneet liiketoiminnassa, ovat yritykset havainneet, että tuotteiden ja palveluiden kehittäminen on entistä käyttäjäläheisempää. Tämä tarkoittaa lopputuotteen käyttäjän tarpeiden kartoittamista, jotta saavutetaan palvelun mahdollisimman hyvä käytettävyyys loppukäyttäjän näkökulmasta. Palveluiden kehittämiseen on olemassa erilaisia malleja, joiden avulla voidaan tarkastella sen käytettävyyttä, kuitenkin säilyttäen käyttäjäläheisen suunnittelun. Näistä malleista esimerkkinä on ISO 13407 -standardi, joka ohjeistaa palvelun tuottamisen käyttäjälähtöisesti (Jokela, Iivari, Matero & Karukka, 2003). Käyttäjälähtöisen suunnittelun lisäksi ohjelmistokehittäjien yksi tärkeimmistä tavoitteista on saavuttaa mahdollisimman helppokäyttöinen ja toimiva käyttöliittymä (Obeidat & Salim, 2010).

Suoratoistopalvelut ovat Internet-yhteyden avulla toimivia palveluja, joiden avulla voidaan suoratoistaa musiikkia tai videota ilman, että musiikki- tai videotiedosto jää pysyvästi omalle laitteelle. Videota on mahdollista toistaa jo ennen kuin koko tiedosto on siirretty toistolaitteelle (De Pessemier, Martens & Joseph, 2015). Audio tai video toistetaan sen laatusena kuin Internet-yhteys sen sallii. Näin ollen päästään lähelle TV-lähetyksen kaltaista palvelua. (Rayburn & Hoch, 2005, 34.)

Tutkielman tavoitteena on vastata seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- *Miten internetissä olevien palveluiden käyttöliittymien käytettävyyttä voidaan mitata?*
- *Mihin suoratoistopalvelun ominaisuuksiin ja elementteihin tulee kiinnittää huomiota palvelua arvioitaessa?*
- *Mitkä ovat peruseriaatteet, kun suunnitellaan suoratoistopalvelua?*

Näihin kysymyksiin vastaamalla pyritään tiivistämään ajatukset käytettävyyteen vaikuttavista tekijöistä sekä tutkimaan, mitä tekijöitä suoratoistopalveluiden takana on, mitä tekijöitä tulee ottaa huomioon, jotta voidaan tarjota mahdollisimman käyttökelpoinen palvelu. Samalla voidaan mahdollisesti luoda alustava ohjenuora internet-sivustolla toimivan käyttöliittymän tai mobiilisovelluksen suunnitteluun sekä käyttöliittymän käytettävyyden mittaamiseen. Käytettävyyden mittaamisen tavoitteena on kehittää käyttöliittymä niin, että saavutetaan mahdollisimman korkea käyttökokemuksen ja käyttäjätyytyväisyyden taso.

Tutkimuskysymyksiin pyritään vastaamaan mahdollisimman kattavasti aiheeseen liittyvän kirjallisuuden avulla sekä tunnistamaan kirjallisuuden avulla käytettävyyteen liittyvät peruseriaatteet. Peruseriaatteiden tunnistamisen avulla voidaan tarkastella tärkeimpien elementtien ja tekijöiden vaikutusta suoratoistopalvelun käytettävyyden suunnitteluun. Tämä vaatii myös suoratoistopalvelujen ominaisuuksien sekä käyttökokemukseen vaikuttavien tekijöiden tunnistamista. Johtopäätöksenä voidaankin todeta monien käytettävyyksmallien tukevan suoratoistopalvelujen käytettävyyden suunnittelua. Nykypäivänä mobiililaitteiden lisääntyvä kasvu aiheuttaa painetta mobiilisovellusten toimivan käyttöliittymän suunnitteluun, sillä niiden rajalliset tekniset ominaisuudet asettavat haasteita.

Tutkielma on suoritettu kirjallisuuskatsauksena. Tutkielman tekemiseen, lähteiden hakemiseen ja valitsemiseen, pyrittiin käyttämään hyväksi Okolin ja Schabramin (2010) kirjoittamaa ohjetta. Lähteitä haettiin avainsanojen avulla ja hakutuloksista pyrittiin valitsemaan avainsanojen osuvuuden mukaisia sekä viittausten määrän mukaisia lähteitä. Käytettävyys tarjosi paljon suuremman tarjoaman kuin suoratoistopalveluihin liittyvä kirjallisuus. Avainsanoja lähdeaineiston keruun alkuvaiheessa olivat: Spotify, Netflix, IPTV, streaming services, usability, user experience, suoratoistopalvelu ja streaming media. Käytettävyyteen liittyvien avainsanojen avulla saatiin paljon relevantteja osumia, mutta niitä seulottaessa, valikoitui lopullisiksi lähteiksi mobiililaitteiden käytettävyyteen liittyvät artikkelit sekä Nielsenin perusteorioita käsittelevät artikkelit. Suoratoistopalveluihin liittyvillä avainsanoilla löytyi paljon artikkeleita, mutta ne käsitelivät suurimmaksi osaksi palveluiden teknistä puolta. Näin ollen muutamien lähteiden avulla, kuten Kreitzin ja Niemelän (2010) Spotifyyn liittyvän artikkelin, ilmeni paljon lisää avainsanoja, joiden avulla löydettiin lopulliset lähteet. Näitä avainsanoja olivat: Quality-of-Service, Quality-of-Experience sekä mobile application usability. Näistä kolmesta kaksi ensimmäistä osoittautuivat olevan tärkeitä avainsanoja tutkielman kannalta tärkeän informaation löytämiseksi. Näin ollen tutkimuskysymyksiin vastaaminen onnistui entistä paremmin.

ja kattavammin. Muutoin tutkielman sisältö olisi painottunut liikaa teknisiin ominaisuuksiin ja ratkaisuihin.

Tutkielma käsittelee aihetta seuraavasti: luvussa 2 perehdymme käytettävyyteen yleisellä tasolla ja alaluvussa 2.1 tutkitaan eri käytettävyyksille ja vertaillaan niitä. Luvussa 2.2 pyritään tunnistamaan eri mallien yleisimmät mitauskohteet ja käytettävyyden tarkastelun kohteena olevat käytettävyyteen vaikuttavat tekijät. Luvussa 2.3 johdatellaan lukija seuraavaan kokonaisuuteen, lukuun 3, jossa käsitellään suoratoistopalveluja. Luvussa 3.1 käydään läpi, mikä palvelu on suoratoistopalvelu ja mitä palvelun taustalla on. Luvussa 3.2 käydään hieman tarkemmin kahden valitun palvelun taustoja, mitkä tekijät vaikuttavat olennaisesti käyttäjäkokemukseen ja luvussa 3.3. tarkastellaan hieman eri laitealustojen välisiä eroja käytettävyydessä. Viimeinen luku 4 on yhteenveto, jossa pyritään vastaamaan tutkimuskysymyksiin sekä haastamaan lukijoita jatkotutkimukseen.

2 KÄYTETTÄVYYS

Nykypäivänä voidaan todeta käytettävyyden liittyvän olennaisesti siihen, kuinka helppoa ja tehokasta jotain järjestelmää, palvelua tai tuotetta on käyttää, jotta saadaan aikaan haluttu lopputulos. Informaatioteknologian näkökulmasta helpouteen liittyy myös eri laitealustojen käytettävyyden vähäinen eroavaisuus ja palvelun mobiliteetti; samaa palvelua voi käyttää yhtä helposti ja tehokkaasti oli kyse tietokoneesta, jossa on iso selkeä näyttö, jolla on helppo navigoida tai älypuhelimesta, jota voi kantaa taskussa minne päin maailmaa tahansa ja jossa näytön pienuus voi aiheuttaa rajallisuutta navigointiin. Harrison, Flood ja Duce (2013) toteavat heidän kirjallisuuskatsauksessaan mobiililaitteiden määrän kasvun myötä ihmisten toimivan entistä tehokkaammin mobiilissa ympäristössä. Tähän on vaadittu myös mobiililaitteiden kehitysten lisäksi mobiiliapplikaatioiden ja -palveluiden kehitystä. Informaatioteknologian näkökulmasta käytettävyyttä on mitattu eri attribuuttien avulla, ISO 9241-11 -mallin mukaisesti kolmen attribuutin avulla, jotka ovat vaikuttavuus (effectiveness), tehokkuus (efficiency) ja tyytyväisyys (satisfaction) (Harrison, Flood & Duce, 2013; Jokela ym., 2003; Obeidat & Salim, 2010). Tunnetun käytettävyyden tutkijan Nielsenin (1993) mukaan käytettävyyttä voidaan mitata viiden attribuutin avulla. Näitä tekijöitä sekä muita käytettävyyden mittaamismalleja tarkastellaan tarkemmin kappaleessa 2.1.

Yritysten, joiden liiketoiminta perustuu internetissä oleviin palveluihin, kuten suoratoistopalveluihin, on tärkeää kehittää palveluaan niin, että asiakkuudet säilyvät mahdollisimman pitkään. Tämä lisää asiakastyytyväisyyttä sekä yrityksen kannattavuutta pitkällä aikavälillä (Deng, Turner, Gehling & Prince, 2010). Yan ja Guo (2010) viittaavat Nielsenin ja Lorangerin (2006) tutkimukseen, jossa todetaan, mikäli käyttäjä ei ole ensimmäisellä kerrallaan käyttäessään palvelua tyytyväinen käyttöliittymään tai muuten palvelun käytettävyyteen, 40 % näistä ensimmäistä kertaa vierailevista eivät palaa koskaan sivustolle. Näin ollen voidaan todeta, että on erittäin tärkeää panostaa palvelun käytettävyyteen uusien asiakkuuksien saavuttamiseksi, sekä jo olemassa olevien asiakkuuksien säilyttämiseksi.

2.1 Käytettävyyden merkitys nykypäivänä

Deng ym. (2010) viittaa Thongin ym. (2006) tutkimukseen, jossa todetaan informaatioteknologian kehityksen suuntautuneen enemmän asiakaslähtöisemmäksi kuin aiemmin. Palveluiden kehittäminen tehdään nykyään yleisön ja loppukäyttäjien tarpeiden mukaisesti, sekä B2B että B2C puolella, kuten suoratoistopalveluissa. Deng ym. (2010) tehdyssä tutkimuksessa tarkastellaan kognitiivisen absorption vaikutusta käyttäjäkokemukseen. Kognitiivisen absorptiolla tarkoitetaan kognitiivista oppimiskykyä, sitä kuinka hyvin käyttäjä oppii palvelun käytön ja kokee käytön mieluiseksi, mikä johtaa käyttäjätyytyväisyyteen. Käyttäjätyytyväisyys takaa usein sen, että käyttäjän päätös jatkaa palvelun tai järjestelmän käyttöä on helpommin myönteisempi, mikä on palveluntarjoajan liiketoiminnan kannalta oleellinen seikka. Mitä enemmän asiakkaita ja mitä pidempi asiakassuhde heillä on yritykseen, sen enemmän he tuovat tuloja yritykselle. Dengin ym. mukaan korkeimmat tasot käyttäjätyytyväisyydessä saavutetaan, kun ylitetään käyttäjän odotukset palvelun tai järjestelmän käytöstä tai helppoudesta, johtaen käyttäjän ajatukseen suoritettuaan haluamansa tehtävän: ”Ei tämä ollutkaan niin hankalaa, kuin olisin odottanut”.

Deng ym. (2010) nostavat käytettävyyden kannalta tärkeäksi mittariksi käyttäjätyytyväisyyden. Tätä mittaria on vaikea tarkistella yksinään, joten Deng ym. ovat jakaneet sen neljään osa-alueeseen:

1. Mitä parempi IT:n toimivuus käyttäjän näkökulmasta, sitä tyytyväisempi käyttäjä on teknologiaan.
2. Mitä parempi hedoninen käyttökokemus, sitä tyytyväisempi käyttäjä on (hedoninen, nautintoja koskeva).
3. Mitä positiivisempi kokemus on odotuksiin nähden, sitä tyytyväisempi käyttäjä on.
4. Mitä tyytyväisempi käyttäjä on käyttökokemukseen, sitä todennäköisemmin hän jatkaa teknologian käyttöä.

Käyttäjälähtöisestä suunnittelusta on hyvä esimerkki Nasirin, Ariffinin ja Shuibin (2010) tekemässä tapaustutkimuksessa, jossa tutkittiin Malesian hallituksen luomaa asukkaille tarkoitettua webportaalia, jonka avulla asukkaat pystyisivät hyödyntämään hallituksen tarjoamia palveluja internetissä. Sivuston käyttöliittymä oli kuitenkin niin huono, että monet käyttäjät eivät onnistuneet suorittamaan haluttuja tehtäviään sivustolla. Nasir ym. tarkastelivat käyttöliittymää kolmen kognitiivisen ominaisuuden perusteella: käyttäjän kognitiiviset ominaisuudet, portaalin kognitiiviset ominaisuudet sekä käyttäjän tehtävä. Heidän mukaan sivustoa tulisi muuttaa niin, että käyttäjät pystyvät suorittamaan haluamansa tehtävän mahdollisimman helposti ja tehokkaasti. Näin ollen palvelulle saadaan aikaan maksimaalinen hyöty, mitä Malesian hallitus tavoitteli.

2.2 Miten käytettävyyttä voidaan mitata?

Käytettävyyttä mitataan yleensä tietokoneiden perinteisestä työpöytä-näkökulmasta kolmen attribuutin avulla, jotka ovat jo aiemmin mainitut vaikuttavuus, tehokkuus ja tyytyväisyys (Harrison ym., 2013). Nielsen, jonka voidaan todeta olevan yksi tunnetuimmista käytettävyyden tutkijoista ja käytettävyyden mittaamisen kehittäjistä, toteaa jo vuonna 1993 tehdyssä kirjassaan *Usability Engineering*, käytettävyyden jakautuvan viiteen osa-alueeseen:

1. Opittavuus (Learnability)
2. Tehokkuus (Efficiency)
3. Muistettavuus (Memorability)
4. Virheettömyys (Errors)
5. Tyytyväisyys (Satisfaction)

Opittavuudella tarkoitetaan sitä, että kuinka helppoa on oppia järjestelmän tai palvelun käyttö niin, että käyttäjä saa tehtyä nopeasti ja vaivattomasti haluamansa asiat. Tehokkuus viittaa siihen, kuinka paljon käyttäjä saa aikaan lyhyessä ajassa. Muistettavuus merkitsee käyttäjän kannalta sitä, kuinka hyvin hän osaa käyttää palvelua tai järjestelmää uudestaan ensimmäisen kerran jälkeen. Virheettömyydellä tarkoitetaan sitä, että käyttäjällä on mahdollisuus paikata virheensä (esimerkiksi palata takaisin edelliseen näkymään, mikäli on klikannut väärää linkkiä) sekä tyytyväisyydellä sitä, että käyttäjä kokee palvelun tai järjestelmän käytön mieluiseksi ja palvelu kattaa käyttäjän tarpeet. (Nielsen, 1993, 26 – 27.)

Obeidat ja Salim (2010) vertailevat tutkimuksessaan kahta erilaista käyttöliittymä suunnittelun suuntaviivoja antavia viitekehyskäsitteitä. Ensimmäinen on Nielsenin (1994) kymmenen kohdan viitekehys ja toinen on Shneidermanin ja Plaisantin (2005) viitekehys (taulukko 1). Käyttöliittymää suunniteltaessa tulisi noudattaa näitä suuntaviivoja saavuttaakseen mahdollisimman tehokkaan ja helpon käyttäjäkokemuksen. Käyttöliittymän tulee ottaa myös huomioon käyttäjien eri tarpeet ja palvelussa suoritettavat tehtävät, toinen saattaa olla kiinnostunut elokuvasivustolla elokuvassa esiintyvistä näyttelijöistä, toinen elokuvien kestoista ja budjeteista.

Harrison ym. (2013) yhdistävät tutkimuksessaan Nielsenin viisi osa-alueita sekä ISO-mallin kolme osa-alueita sekä tarkastelevat näitä kolmesta näkökulmasta (Jokela ym., 2003) saaden aikaiseksi PACMAD-mallin (People At the Center of Mobile Application Development) (taulukko 2). PACMAD-mallin ero Nielsenin ja ISO-malleihin on, että sen avulla tarkastellaan käytettävyyttä mobiilipalveluiden näkökulmasta eikä perinteisen työpöytä-näkökulmasta. Nielsenin viisi osa-alueita olivat opittavuus, tehokkuus, muistettavuus, virheettömyys sekä tyytyväisyys. ISO 9241-11 -mallissa tarkastellaan käyttäjän, tehtävän ja käyttökontekstin näkökulmista tehokkuuden ja tyytyväisyyden lisäksi vaikuttavuutta. Tehokkuus ja tyytyväisyys ovat samat kuin Nielsenin mallissa, mutta PACMAD-malliin tarkasteluun lisätty vaikuttavuus, viit-

taa lähes samaan kuin tehokkuus, mutta vaikuttavuudessa otetaan huomioon kuinka tarkasti ja täydellisesti käyttäjä saavuttaa tarkat tavoitteensa palvelua tai järjestelmää käytettäessä. Tämän lisäksi Harrison ym. haluavat keskittää näkökulman mobiilipalvelun käyttäjään, mikä tarkoittaa käytön tarkastelemista käyttäjän ollessa liikkeessä tai tehdessä fyysisesti jotain muuta, mikä aiheuttaa kognitiivista kuormaa käyttäjälle. Nämä muodostavat kokonaisuuden, jossa vaikuttavuutta, tehokkuutta, tyytyväisyyttä, opittavuutta, muistettavuutta, virheettömyyttä ja kognitiivista kuormaa tarkastellaan käyttäjän, tehtävän ja käytökontekstin näkökulmista. Kognitiivinen kuorma tarkoittaa mobiilipalveluja käytettäessä sitä, kuinka hyvin käyttäjä pystyy käyttämään palvelua samalla, kun hän tekee jotakin muuta, joka häiritsee käyttäjän tehtävän suorittamista palvelussa, kuten yrittäessään vaihtaa musiikkipalvelusta kappaletta kävellessään. Tämä on tärkeää mobiilipalveluiden käytettävyyttä tarkastellessa, sillä huonon käytettävyyden takia tehtävän suorittaminen saattaa vaatia kävelynopeuden hidastamista, jotta tehtävä onnistuu mahdollisimman tehokkaasti. (Harrison ym., 2013.)

TAULUKKO 1: Nielsenin (1994) ja Shneidermanin & Plaisantin viitekehysten vertailu (Obeidat & Salim, 2010)

Käyttöliittymäsuunnittelun suuntaviiva	Nielsen	Shneiderman & Plaisant
Joustavuus ja käytön tehokkuus	X	X
Johdonmukaisuus ja standardit	X	X
Järjestelmän tilan näkyvyys	X	X
Virheen ehkäiseminen ja/tai siitä palautuminen	X	X
Muistin kuormituksen vähentäminen	X	X
Ohjeistus, apu	X	
Esteettinen ja minimalistinen muotoilu/suunnittelu	X	
Järjestelmän ja todellisuuden välinen yhteys	X	
Tuki sisäisen sijainnin hallinnalle		X
Vuoropuhelu joka saavuttaa lopetuksen		X

Nathanin ja Yeowin (2011) empiirisessä tutkimuksessa pyrittiin havaitsemaan tärkeitä käytettävyyteen vaikuttavia tekijöitä 36 eri alan verkkosivuilla. He mittasivat seitsemään eri tekijää: värin ja fontin käyttöä, grafiikan ja multi-

median käyttöä, tavoitteiden selkeyttä sivustolla, sivun luotettavuutta, interaktiivisuutta, navigoinnin helppoutta sekä verkkosivun latausnopeutta. Näihin voidaan verrata Garretin (2011) kirjoittaman kirjan viisi verkkosivun käytettävyyteen vaikuttavaa viittä peruselementtiä: rajapintaa (surface), asettelua (skeleton), rakennetta (structure), laajuutta (scope) ja strategiaa (strategy). Nathanin ja Yeowin (2011) tutkimuksen tekijöistä kaksi ensimmäistä kuuluvat Garretin (2011) rajapintaelementteihin, tavoitteiden selkeys ja interaktiivisuus sekä rakenteeseen, että laajuuteen, navigoinnin helppous asetteluun ja rakenteeseen. Sivun luotettavuutta ja verkkosivun latausnopeutta on vaikea sijoittaa mihinkään Garretin (2011) elementeistä, sillä luotettavuus riippuu paljon palvelun verkkosivujen tai muun käyttöliittymän ulkoasun lisäksi myös käyttäjästä, kuinka helposti käyttäjä kokee sivustot luotettaviksi vai tuntee olonsa huijatuksi. Verkkosivujen latausnopeus taas riippuu pitkälti teknisistä ratkaisuksista: käyttäjän käyttämästä yhteysnopeudesta sekä palveluntarjoajan palvelin- ja sovellusratkaisusta.

TAULUKKO 2: Käytettävyyssmallien yhtäläisyydet (Harrison ym., 2013)

		käyttäjä	tehtävä	konteksti
vaikuttavuus tehokkuus tyytyväisyys	opittavuus tehokkuus muistettavuus virheettömyys tyytyväisyys			vaikuttavuus tehokkuus opittavuus muistettavuus virheettömyys tyytyväisyys kognitiivinen kuorma
ISO	NIELSEN			PACMAD

2.3 Käytettävyyden peruseriaatteet

Kuten aiemmin on todettu, ovat käytettävyyden kannalta ja erityisesti tämän tutkielman näkökulman kannalta oleellisia käytettävyyteen vaikuttavia tekijöitä PACMAD-mallin tekijät, kun tarkastellaan kokonaisvaltaisesti käytettävyyttä

nykypäivänä perinteisestä työpöytä-näkökulmasta sekä mobiilista näkökulmasta. Näitä tekijöitä tukee myös Krugin (2005) kirjoittama manuaali, jossa käsitellään, mitä kaikkea tulee ottaa huomioon käyttöliittymää suunniteltaessa. Krugin yksi pääperiaatteista on, mitä vähemmän ”klikkauksia” eli painalluksia tarvitaan haluttuun lopputulokseen pääsemiseksi, sitä paremmin käyttöliittymä on suunniteltu. Tähän vaikuttavia tekijöitä ovat kaikki PACMAD-mallin tekijät paitsi kognitiivinen kuorma. Myös Nathanin ja Yeowin (2011) tutkimat seitsemän eri tekijää tukevat PACMAD-mallin tekijöitä. Näitä tekijöitä tukee myös Nayebin, Desharnaisin ja Abranin vuonna 2012 tekemä tutkimus, jossa käsitellään mobiilisovellusten käytettävyyden arviointia. Näin ollen voidaan todeta eri mallien sivuavan tai jopa täydentävän toisiaan. Käyttöliittymää suunniteltaessa tulee siis ottaa huomioon PACMAD-mallin tekijät yhdistettynä Garretin (2011) esittelemiin elementteihin.

Krugin (2005) esittämät tekijät on tarkoitettu internet-sivuston luojalle, joten se ei ota kantaa rajallisemman näytönkoon omaavan mobiililaitteen soveluksen käyttöön. Aiemmin todettujen tarpeellisten painallusten vähäisyys on kuitenkin mobiilisovelluksissa yhtä tärkeää kuten internet-sivustolla, kuten myös mahdollisimman helppokäyttöisen etsi-toiminnon tarjoaminen sekä selkeän navigoinnin kuin seuraaviin myös edellisiin näkymiin. Helppo siirtyminen takaisin edelliseen näkymään mahdollistaa paremman tehokkuuden, opittavuuden, muistettavuuden sekä virheettömyyden, sillä käyttäjä pääsee nopeasti takaisin edelliseen näkymään virhepainalluksen jälkeen, josta voi jatkaa oikeaan näkymään. Näin ollen aikaa ei kulu liikaa ja käyttäjä muistaa vielä missä kohtaa polkua kohti tavoitettaan hän on.

Käytettävyyttä jo pitkään tutkinut Nielsen toteaa vuoden 2011 kirjoittamassaan artikkelissa kymmenen virhettä, joita ei saisi tapahtua internetsivua suunniteltaessa. Nämä kymmenen ovat:

1. huono hakutoiminto
2. erillinen PDF-tiedosto tekstien lukemiseen sivustolla
3. jo vierailtujen sivujen linkkien värien muuttumattomuus
4. epäselvä teksti (ei avainsanojen korostuksia, ei alaotsikoita, ei listoja, liian pitkiä kappaleita)
5. fontin koon muuttamisen estäminen
6. sivun nimen heikko näkyvyys hakukoneissa
7. mainoksia muistuttava ulkoasu
8. navigoinnin ja ulkoasun vaihtelevuus saman sivuston sisällä
9. uusien selainikkunoiden aukeaminen siirryttäessä jostain linkistä eteenpäin (tämä ei mahdollista palaamista edelliseen näkymään, sillä uudessa ikkunassa takaisin-toiminto ei ole mahdollinen)
10. käyttäjien kysymyksiin vastaamatta jättäminen (esimerkiksi hinnan puuttuminen tuotteen kohdalta)

Nämä kymmenen virhettä ovat vastaan kaikkia PACMAD-mallin tekijöitä, paitsi kognitiivista kuormaa, sillä kuten aiemmin on todettu, esimerkiksi takaisin-toiminto on elintärkeää virheettömyyden kannalta. Jo vierailtujen linkkien

värin muuttumattomuus ei auta sivuston tai käyttöliittymän käytön opittavuudessa ja muistettavuudessa, sillä käyttäjä ei välttämättä muista missä kaikissa linkeissä hän on vierailut. Näitä virheitä tulisi siis välttää käyttöliittymää suunnitellessa, jotta voidaan saavuttaa mahdollisimman tehokkaasti PACMAD-mallin tekijöiden maksimitaso.

Nayebin ym. (2012) tutkimuksessa todetaan mobiilisovellusten käyttöliittymien suunnitteluun liittyvän myös teknisten ominaisuuksien tuomia haasteita, kuten laitteiden näyttöjen rajallinen ja vaihteleva koko, vaihtelevat resoluutiot, rajalliset prosessorit ja virtalähteet, tietojen syöttömenetelmät sekä vaihteleva yhteysnopeus. Nämä asiat tulee ottaa huomioon yhdessä yllämainittujen tekijöiden kanssa, kun suunnitellaan käyttöliittymää eri laitealustoille sekä eri käyttöjärjestelmille. Nayebi ym. kuitenkin toteavat, että vielä ei ole kehittynyt kunnollisia arviointimenetelmiä nykypäivän mobiilisovelluksille, olemassa olevissa malleissa on kaikissa hyödyt ja haitat: jotkut mallit eivät sovellu tarkastelussa olevan käyttöliittymän tai sovelluksen arviointiin tai ei ole tarpeeksi kattava, jotkut mallit riippuvat mittajaan mielipiteistä. Näiden lisäksi Nayebi ym. toteavat mobiililaitteiden nopean kehityksen vaikeuttavan arviointimallien luomista.

2.4 Käytettävyys suoratoistopalvelujen näkökulmasta

Edellisessä kappaleessa jo sivuttiinkin mobiilisovellusten käytettävyyden arvioinnin mittaamista. Mobiilisovellukset ovat todella iso olennainen osa suoratoistopalvelujentarjoajien liiketoimintaa. Tarkastelussa olevat palvelut Netflix ja Spotify ovat molemmat käytössä niin internet-sivustoillaan, kuin myös sovelluksillaan mobiililaitteissa sekä pelikonsoleilla ja muilla laitteilla, jotka mahdollistavat suoratoistopalveluiden käytön, kuten Apple TV. Poikkeuksellisesti Netflix aloitti toimintansa internet-sivustolla, kun taas Spotify julkaisi ensimmäiseksi sovelluksen tietokoneille. Vasta myöhemmin Spotify loi web-käyttöliittymän. Netflix ei taas ole luonut sovellusta tietokoneympäristöön vaan se toimii pelkästään internet-sivuston kautta.

Kuten aiemmin on todettu, eri laitealustat suoratoistopalveluja käytettäessä voi aiheuttaa haasteita käytettävyydessä. Mobiililaitteiden näytön koot ovat pienemmät, valikkorakenteet saattavat olla erilaiset sekä mobiililaitteiden käytämät yhteysnopeudet saattavat vaihdella enemmän kiinteään laajakaistaan verrattuna (Nayebi ym., 2012). Luvussa 3 ja sen alaluvuissa pyritään käsittelemään eri teknisten ratkaisujen vaikutus käyttökokemukseen. Käyttökokemus on terminä laajempi kuin käytettävyys, sillä käyttökokemus ottaa käytettävyyden lisäksi paremmin huomioon aiemmin mainitun kognitiivisen kuorman sekä sen lisäksi käyttäjän ajatukset, tuntemukset ja käsitykset, jotka seuraavat käytöstä (Albert & Tullis, 2013).

Käytettävyyden merkitys suoratoistopalveluissa korostuu erityisesti silloin, kun kilpailevien palveluiden sisältö ei poikkea juurikaan toisistaan. Näin ollen paremman käytettävyyden tarjoava palvelu, saattaa saada käyttäjiä hel-

pommin puolelleen. Kuten Lee ja Kozar (2012) toteavat, websivuston helppo ja hyvä käytettävyys on olennaista sähköisen liiketoiminnan menestykselle. Tämä koskee myös suoratoistopalveluja. Erityisesti nykypäivän laitealustojen vaihtelevuus saattaa karkottaa käyttäjät kilpailijalle, mikäli palvelun käytettävyys on hyvä työpöytä-ympäristössä, mutta mobiililaitteilla käytettävyys on heikko, sillä se saattaa olla skaalattu työpöytä-näkymästä suoraan mobiililaitteelle, kun taas kilpailijan palvelun käytettävyys on yhtä helppoa ja tehokasta laitteesta riippumatta. Myös eri laitteiden välinen kommunikointi saattaa vaikuttaa käytettävyyteen ja käyttökokemukseen, kuten Netflixin tarjoama ominaisuus ohjata mobiilisovelluksella toisaalla samalla tilillä toistettavaa sisältöä. Mobiilisovelluksen avulla voi esimerkiksi selata Netflixin elokuvien draama-osastoa nopeammin ja tehokkaammin kuin Smart-TV:llä, ja valinnan jälkeen toistettavan sisällön voi valita toistettavaksi Smart-TV:ssä. Samoin toiston pysäyttäminen, keskeyttäminen tai kelaaminen onnistuu mobiilisovelluksen avulla. Näiden ominaisuuksien avulla voidaan kehittää suoratoistopalveluiden käytettävyyttä sekä käyttökokemusta ja nämä tehtävän tehokkaampaa suorittamista helpottavat ominaisuudet tuleekin ottaa huomiota suoratoistopalvelun käytettävyyttä suunnitellessa.

3 SUORATOISTOPALVELUT

Nykypäivänä vanhat fyysisesti erillään olevat elokuvavuokraamot, jotka vuokraavat fyysisiä tallenteita, kuten DVD- ja Bluray-tallenteita, ovat saaneet kilpailijoihseen internetissä tarjolla olevat palvelut. Videoita on mahdollista vuokrata internetin välityksellä erilaisten palveluiden välityksellä, kuten kotimaisten palveluntarjoajien Elisan ja Soneran Viihde-palveluissa. Viihde-palvelut ovat internet-liittymien lisäpalveluja ja niiden kautta näkyvät myös maksuttomat televisiokanavat joko perinteisen kaapelisignaalin avulla tai internetin tarjoamalla IPTV-ratkaisulla, joka on rinnastettavissa suoratoistopalveluihin. IPTV mahdollistaa reaaliaikaisen televisiokuvan katselemisen lisäksi televisiokanavien ohjelmien tallentamisen palveluntarjoajien palvelimille, joita voi suoratoistaa etänä omista IPTV-laitteista. Tämän lisäksi on myös mahdollista suoratoistaa sisältöä palveluntarjoajan ohjelmakirjastoista. IPTV-palveluntarjoajien lisäksi, jotkut suoratoistopalvelut tarjoavat mahdollisuuden vuokrata elokuvia kertamaksulla, kuten Viaplay. Viaplay on hyvin samankaltainen kuin Netflix, mutta Viaplay erottuu Netflixistä hieman sen sisällöllä. Televisiosarjojen ja elokuvien suoratoiston lisäksi Viaplay tarjoaa videovuokraamon sekä reaaliaikaisen suoratoiston eri urheilutapahtumista. Sisällön laajuus heijastuu usein palvelun kuukausimaksuun: Netflixin ja Viaplayn tilaukset, johon kuuluvat vain elokuvia ja televisiosarjoja, ovat lähes samanhintaiset, mutta mikäli Viaplayhin haluaa lisäsisällöksi suorat urheilulähetykset, kasvaa kuukausihinta huomattavasti. Lähes kaikkien IPTV- ja suoratoistopalvelujen kustannukset jakautuvat kuukausimaksuihin. Maksullisten palveluiden lisäksi on olemassa myös ilmaisia palveluja, kuten Yle Areena, jonka sisältöön pääsee käsi kuka vaan Suomen rajojen sisäpuolella internet-yhteyttä hyväksikäyttäen. Yle Areena luokitellaan myös suoratoistopalveluihin siinä missä YouTubekin.

Sekä suoratoistopalvelut että IPTV-palvelut mahdollistavat käyttäjän kanalta joustavamman ajankäytön, kun elokuvia ja televisiosarjoja voi katsoa suoratoistona ajasta ja paikasta riippumatta. Myös digitaalisen viihde-elektroniikan saatavuus on helpompaa ja edullisempaa kuin aiemmin, joka on johtanut ihmisten kasvavaan tarpeeseen hyödyntää viihdepalveluja sekä multimedialpalveluja, kuten suoratoistopalveluja. (Zeadally, Moustafa & Siddiqui, 2011.)

Videon suoratoistopalveluiden lisäksi on olemassa myös musiikin suoratoistopalveluja, kuten tällä hetkellä markkinoita johtava Spotify. Vuoden 2015 heinäkuussa lanseerattu Apple Music pyrkii haastamaan markkinajohtajan. Sonyn vuonna 2010 lanseeraama Music Unlimited -palvelu haastoi Spotifyn, mutta vuonna 2015 Sony lopetti palvelun ja loi uuden Playstation Music -palvelun, jonka taustalla toimii Spotify. Spotifyn vahvuus on pienet viiveet sekä se, että musiikki jaetaan vertaisverkossa eli jokainen vertaisverkkoon kytketty laite toimii sekä palvelimena että asiakkaana (Kreitz & Niemela, 2010). Muut musiikin suoratoistopalvelut, kuten Rhapsody ja Napster toimivat web-pohjaisesti. Musiikin suoratoistopalvelut ovat suurimmalta osin hyvin samankaltaisia kuin videon suoratoistopalvelut, mutta palveluissa on myös eroja käyttäjien käyttäytymisessä, suoratoistettavien tiedostojen koossa sekä tallenteiden määrässä. (Kreitz & Niemelä, 2010.)

Pyrimme tarkastelemaan tässä tutkielmassa audion ja videon suoratoistopalveluja, sekä tunnistamaan palvelujen välisiä eroja, mikäli niitä on. Näistä kahdesta eri palvelutyypistä pyrimme tunnistamaan suoratoistopalvelun käytettävyyteen liittyvät teknologiset ominaispiirteet.

3.1 Mitä suoratoistopalvelut ovat?

Suoratoistopalvelut ovat internet-yhteyden avulla toimivia palveluja, joiden avulla voidaan suoratoistaa musiikkia tai videota ilman, että musiikki- tai videotiedosto jää pysyvästi omalle laitteelle. Videota on mahdollista toistaa jo ennen kuin koko tiedosto on siirretty toistolaitteelle (De Pessemier ym., 2015). Audio tai video toistetaan sen laatuksena kuin Internet-yhteys sen sallii. Näin ollen päästään lähelle TV-lähetyksen kaltaista palvelua. (Rayburn & Hoch 2005, 34.)

Suoratoistopalveluja tarjoavat yritykset sekä monet muut liiketoiminnat hyödyntävät nykypäivänä pilvipalveluja. Tämä tarkoittaa kasvavaa dataliikenteen määrää, mikä johtaa vaadittavien yhteysnopeuksien kasvuun sekä suurempia datakeskuksia. Tunnettuja pilvipalveluja ovat mm. Googlen Drive-palvelu tiedostojen tallentamiseen, YouTube-palvelu internet-videoiden katseluun sekä tässä tutkielmassa tarkastelussa olevat median suoratoistopalvelut. Pilvipalvelujen määrä on johtanut palveluntarjoajien kasvavaan keskittymiseen palvelun toimittamiseksi käyttäjälle mahdollisimman hyvällä laadulla. (Sackl, Egger & Schatz, 2013.)

Balachandran, Sekar, Akella, Seshan, Stoica ja Zhang (2012) avaavat hie- man käsitystä suoratoistopalvelujen taustoista, mihin videopalvelujentarjoajien tulee kiinnittää huomiota, niin liiketoiminnan kannalta, kuin myös teknisesti, jotta palvelu on tavoitteen mukainen. Jotta liiketoiminta olisi kannattavaa, on liiketoimintamalli usein mainontaan perustuva; palveluntarjoajat myyvät mainospaikkoja sisällöntoiston yhteydestä. Tämän lisäksi palveluntarjoajat, kuten Netflix, haluavat mahdollisimman paljon tilaajia, jotka tuovat yritykselle tuloja käyttäjiltä kuukausiveloituksella. Tulojen vastapainoksi palveluntarjoajat yrit-

tävät pitää jakelukustannukset mahdollisimman pienenä. Jotta se onnistuisi, on palveluntarjoajien hyödynnettävä sisällönjakeluverkkoja (CDN, Content Distribution Networks), jotta he voivat taata laadullisen käyttäjäkokemuksen (QoE, Quality-of-Experience). QoE on hyvin lähellä termiä QoS (Quality-of-Service), mutta erona näillä on se, että QoS tarkastelee palvelun laatua palveluntarjoajan näkökulmasta, kun taas QoE tarkastelee palvelun laatua käyttäjän ja käyttäjäkokemuksen näkökulmasta (De Pessemier ym., 2015). Tämän tutkielman kannalta perehdytään palvelujen laatuun käyttökokemuksen kannalta.

Sekä Balachandranin ym. (2012), että De Pessemierin ym. (2015) tutkimuksissa todetaan internetin kautta toimivien videopalvelujen käyttäjien kasvavan tulevien vuosien aikana jopa perinteisen televisiopalvelujen käyttäjien ohi. De Pessemierin ym. toteavat mobiilidatan välityksellä toimivien videopalveluiden olleen 50 % kaikesta mobiilidatan hyödyntämästä datasta vuonna 2012, ja ennusteen mukaan vuonna 2019 videopalveluiden kattama datamäärä olisi 72 % kaikesta mobiilidatasta. Näihin videopalveluihin luetaan suoratoistopalvelut, videoneuvottelupalvelut, internet-videota hyödyntävät pelipalvelut sekä IPTV-palvelut. Suoratoistopalvelujen kannalta tämä tarkoittaa suurta käyttäjämäärää. Mobiiliyhteyksien nopeuksien kasvaminen on mahdollistanut suoratoistopalvelujen helpon käytön sekä nykystandardien mukaisen teräväpiirtotasaisen kuvan välittämisen. Käyttäjän kannalta tähän kuitenkin vaikuttavat aiemmin esiteltyt termit QoS ja QoE.

3.2 Palveluiden ominaispiirteet

Kuten aiemmassa luvussa todettiin, on QoE tärkeää suoratoistopalvelun käyttäjän kannalta. Palvelu kannalta on myös oleellista, että palvelu tarjoaa lyhyen latenssin eli ajan, jossa datapaketti kulkee lähettäjältä vastaanottajalle ja takaisin (Kreitz & Niemela, 2010). Käytännössä tämä tarkoittaa lyhyttä viivettä eli sisällön toistaminen onnistuu nopeasti halutulla laadulla. Kreitz ja Niemelä (2010) esittävät Spotifyn toiminnallisuuksiin liittyviä elementtejä sekä tekijöitä. Yksi käyttäjän kannalta ratkaisevia on musiikin äänenlaadun määrittäminen. Oletusarvoisesti audiota toistetaan 160 kbit/s nopeudella, joka vastaa keskinkertaista mp3-audiolaatua. Lyhenne mp3 tulee sanoista MPEG-1 Layer 3, on häviöllinen äänenpakkausmenetelmä. Käytännössä mp3-menetelmä mahdollistaa äänitiedostojen pakkaamisen pienempään tiedostokokoon äänenlaatua heikentämättä. Äänenlaatu on lähes CD-tasoista 128 kbit/s nopeudella. (McCandles, 1999.) Maksullisen Spotify Premium-palvelun käyttäjä voi kuitenkin valita palvelusta korkeimman mahdollisen äänenlaadun, joka on mp3-menetelmän korkein laatu 320 kbit/s nopeudella. Lukuja verrattaessa pakkaamaton PC-tasoinen äänilaatu vaatii 1,4 Mbit/s nopeuden ja Bluray-tallenteissa tuettu pakkaamaton DTS-HD-äänienlaatu jopa 24,5 Mbit/s (DTS, 2015). Käyttäjän kannalta on siis tärkeää, että audiotiedostot ovat mahdollisimman pienikokoisia, jotta latenssi pysyy lyhyenä, kuitenkin äänenlaadusta tinkimättä.

QoE:lla on iso merkitys mobiilisovelluksiin, sillä jos sovelluksen käyttökokemus on huono, ei käyttäjä todennäköisesti jatka sovelluksen tai palvelun käyttöä. Arvion mukaan Applen sovelluskauppaan ilmestyy päivittäin 200 uutta sovellusta, joista yli puolet vedetään pois, sillä riittävä määrä käyttäjiä ei hyväksy sovellusta ja jättävät joko lataamatta sen tai poistavat hyvin nopeasti lataamisen jälkeen. (Ickin ym., 2012.)

QoE:n avulla tulee palvelu suunnitella niin, että sovellus mahdollistaa sisällön toiston laadun muuttamisen automaattisesti yhteysnopeuden muuttuessa nopeasta hitaammaksi tai toisinpäin. Näin ollen mikäli videota toistetaan teräväpiirtotarkkuudella, mutta yhteysnopeus hidastuu alle vaaditun nopeuden, sovellus suorittaa toistettavan sisällön laadun muutoksen niin, että toisto ei katkea, vain videon laatu muuttuu. Aina vuoteen 2015 asti Spotify ei tarjonnut tätä ominaisuutta mobiilisovelluksessaan, vaan mobiilisovelluksen asetuksissa suoratoiston laatu oli valittuna kiinteästi, mikä saattoi aiheuttaa katkoksia musiikin suoratoistossa, erityisesti parhaimmalla äänenlaadulla toistettaessa, mikäli mobiilidatan yhteysnopeus laski huomattavasti. Nykyään mobiilisovelluksesta on mahdollista valita suoratoiston laaduksi automaattinen, joka vaihtaa äänenlaatua yhteysnopeuden mukaan.

Spotifyn toiminnallisuuden kannalta on tärkeää, että sovellus lataa seuraavan musiikkiraidan alun, ennen kuin toistettava raita on loppu. Sovellus pyrkii aloittamaan esilatauksen 10–30 sekuntia ennen toistettavan kappaleen loppua. (Kreitz & Niemela, 2010). Tähän esilataamiseen liittyen Sackl ym. (2013) tekivät tutkimuksen, jonka avulla he testasivat yhteysnopeuden vaihtelun vaikutuksen suoratoiston laatuun, viiveisiin ja toiston katkoksiin. He vertailivat videon ja audion suoratoistopalvelujen QoE:tä, ja käyttökokemuksia molemmissa palveluissa, kun niissä esiintyi katkoksia yhteysnopeuden muuttumisen takia. Johtopäätöksenä he totesivat käyttäjien olevan vähemmän suvaitsevia audion suoratoistopalveluissa esiintyviä katkoksia kohtaan kuin videopalvelujen katkoksia kohtaan. Tähän liittyy olennaisesti myös käyttäjien odotukset palvelun toimivuutta ja laatua kohtaan. Sacklin ym. tutkimus tehtiin vain tietokoneympäristössä.

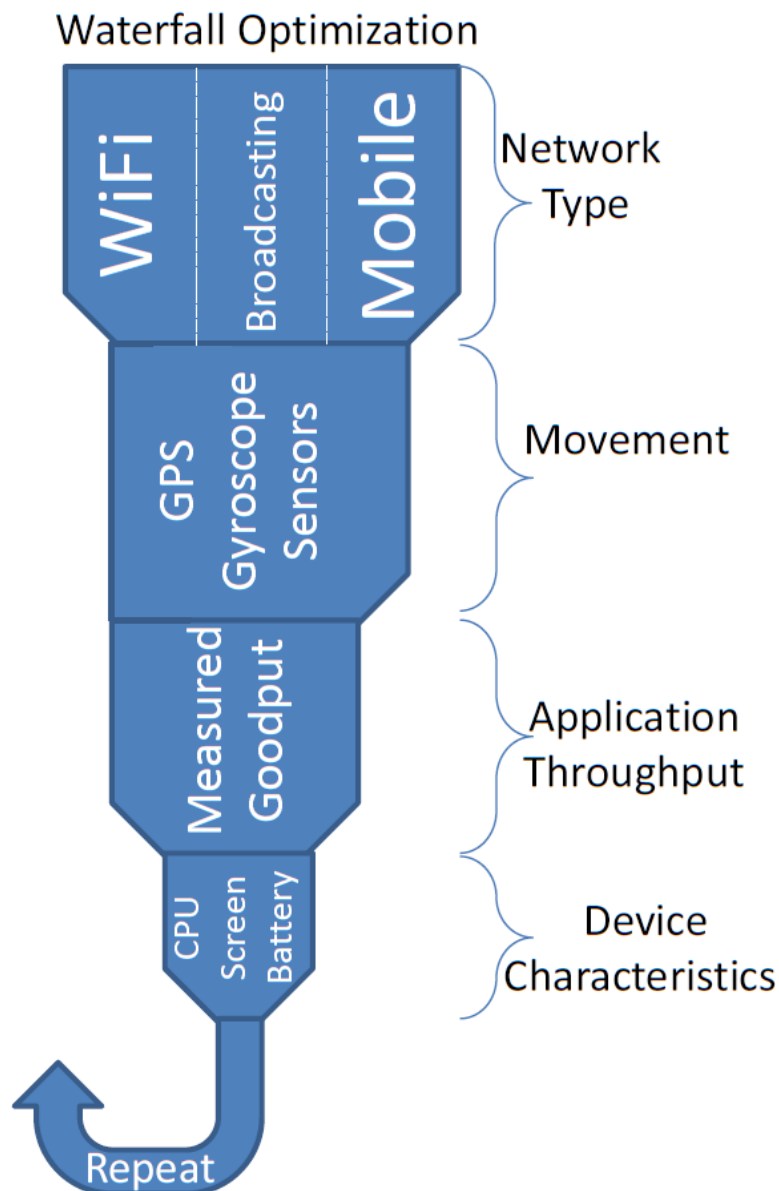
De Pessimierin ym. (2015) ja Balachandranin ym. (2012) tehdyissä tutkimuksissa perehdytään videon suoratoistopalveluiden QoE:hen, sekä miten sitä tulisi optimoida eri mittareilla. De Pessimier ym. esittävät dynaamisen optimointimallin, jonka avulla käyttökokemuksen laatu yritetään maksimoida ja tavoitteena on saada videon toistoon käytettävät parhaat parametrit valituksi. Optimointi suoritetaan videon toiston taustalla, ja optimointimalli tarkkailee mallissa esiintyviä attribuutteja koko ajan, jotta voidaan tehdä tarvittavat muutokset videon toistoon, laadun säilyessä optimitasollaan. Aluksi valitaan paras yhteysnopeus. Mikäli käytössä on mobiiliyhteys, tarkastelee malli seuraavaksi käyttäjän liikettä eri sensoreiden avulla. Mikäli käyttäjä liikkuu laitteen kanssa nopeasti, on todennäköistä, että yhteysnopeudessa tapahtuu äkillisiä muutoksia, jotka saattavat vaikuttaa videon toiston laatuun. Kolmannessa vaiheessa malli tarkastelee sovelluksen ominaisuuksia, mitä laatua sovellus pystyy toistamaan. Tähän liittyy jo aiemmin mainittu latenssin lyhyys, kuten myös Spotifyn äänen-

laatuun liittyvät nopeudet. Vertailun vuoksi voidaan nostaa YouTubessa esiintyvät videon laadut: HD-laatu (720p resoluution tarkkuus) vaatii yli 2,5 Mbit/s yhteysnopeuden, SD-laatu (360p) vaatii 0,7-2,5 Mbit/s yhteysnopeuden ja heikoin laatu (LD) alle 0,7 Mbit/s nopeuden. Neljännessä vaiheessa malli ottaa huomioon laitteen prosessoritehon, akun varauksen ja näytön resoluution. Malli skaalaa videokuvan resoluution laitteen näytön resoluutiota vastaavaksi, jotta laatu olisi optimitasolla. Tämän vesiputousmallin käytyä läpi, voidaan mobiililaitteessa toistaa videota parhaalla mahdollisella laadulla, joka vaikuttaa ratkaisevasti palvelun QoE:hen.

Balachandran ym. (2012) tutkivat myös internet-videon käytön laatuun vaikuttavia tekijöitä. He toteavat, että on tarve löytää yhteiset mittarit laadun kehittämiseen, jotta voidaan saavuttaa vakaat menetelmät QoE:n parantamiseksi. Yhtenäisten suuntaviivojen luominen voi olla hankalaa, sillä videon laadun toimittaminen mahdollisimman hyvällä laadulla voi käyttäjän kannalta olla hyvä laadullinen kokemus, kun yhteysnopeus ja tekniset ratkaisut sen sallivat, mutta parempi videon laatu on myös herkempi katkoksille, mikä heikentää käyttökokemusta.

Tutkimuksen mukaan, tulisi videon toistossa pyrkiä muuttamaan videon laatua ennen kuin suoratoisto keskeytyisi ja lataisi tiedostoa eteenpäin valmiiksi katsottavaksi, jotta käyttökokemus ei kärsisi. Toisaalta, jos videon laatu vaihtelee liian usein paremmasta huonompaan ja takaisin, heikentää sekin käyttökokemusta. Korkean videon laadun käyttö videon toiston alussa saattaa hidastaa videon toiston aloitusta (videon toiston aloituksessa on suuri latenssi), mikä vaikuttaa negatiivisesti käyttökokemukseen. Ratkaisuna olisi aloittaa videon toisto hieman heikommalla laadulla, jonka jälkeen palvelu voi parantaa videon laadun parempaan, mikäli yhteysnopeus sen sallii. (Balachandran ym., 2012.)

Kahden edellä mainitun tutkimuksen perusteella ei ole vielä kehitetty selkeää QoE-mallia, jonka avulla saavutettaisiin mahdollisimman hyvä käyttökokemus. Molemmista tutkimuksista löydettiin kuitenkin hyviä mittareita, joihin tulee kiinnittää huomiota, kun tarjotaan internetissä toimivaa videopalvelua. Kreitzin ja Niemelän (2010) tutkimuksessa todetaan samojen tekijöiden olevan taustalla myös audiopalveluissa, kuten Spotifyssa. De Pessimierin ym. ja Balachandranin ym. tekemät havainnot ovat askel parempaa käyttökokemusta kohti. De Pessimierin ym. kehittämän vesiputousmallin avulla saatiin aikaiseksi parannuksia osassa videon laatuun vaikuttavissa tekijöissä verrattuna YouTube-hyödyntämään vanhempaan jo olemassa olevaan menetelmään. Tämä tukee Balachandranin ym. ajatusta siitä, että vielä ei ole löydetty yhtenäistä menetelmää laadun maksimoimiseksi. Menetelmän löytämistä hankaloittavat yhteysnopeuksien eroavaisuudet sekä toistolaitteiden ja käyttöjärjestelmien eroavaisuudet (Balachandran ym., 2012).



KUVIO 1: Dynaaminen vesiputous optimisointimalli (De Pessemier ym., 2015)

3.3 Suoratoistopalvelujen käytettävyyteen vaikuttavat elementit

Ickinin ym. (2012) tekemässä tutkimuksessa haastateltiin 29 osallistujaa, joiden kanssa pyrittiin arvioimaan eri mobiilisovellusten käyttökokemuksen laatua. Haastatteluissa nousi esille seuraavia avainsanoja: mobiliteetti, akku, suoritusteho, internet, kamera ja GPS. Suoritustehon merkitys sovellusta käytettäessä on tärkeä. Mikäli laitteen suoritusteho (tekninen ominaisuus) ei ole riit-

tävä, sovellus saattaa toimia hitaasti ja on käyttökokemuksen kannalta epätoivottua. Suoritusstehon odotuksiin vaikuttaa käyttäjän totuttu vaatimustaso saman asian suorittamiseen tietokoneella, kuten esimerkiksi sähköpostin kirjoittaminen. Tietokoneella on isompi näyttö ja näppäimistö, kun taas mobiililaitteella molempien koko on paljon rajoitetumpi, tehden tehtävän suorittamisesta haasteellisempaa ja tehottomampaa. Näin ollen voidaan todeta, että mobiilisovellukset tulee suunnitella mobiililaitteille, eikä tietokoneille suunniteltuja käyttöliittymiä tule vain kutistaa pienempään kokoon.

Teknisistä ominaisuuksista akulla on myös suuri merkitys käyttökokemuksessa. Mobiililaitteiden akun kesto on rajallinen, mikäli sitä ei ole mahdollista ladata. Eri sovellukset vaativat mobiililaitteen prosessorilta enemmän, joka tarkoittaa akkuvirran käytön kasvamista ja akun keston lyhenemistä. Tämä saattaa vaikuttaa käyttökokemukseen negatiivisesti.

Yhteysnopeus mobiililaitteessa on tärkeä sovelluksen tai palvelun kannalta, kun sovellus tai palvelu käyttää internet-yhteyttä hyödyksi, kuten suoratoistopalveluissa. Ickinin ym. tutkimuksen koehenkilöt käyttivät eri yhteyksiä hyödyksi, osa hyödynsi langatonta verkkoa (Wi-Fi), osa 4G-mobiiliyhteyttä ja osa 3G-yhteyttä. Osa totesi käyttävän 3G-yhteyttä 4G:n sijaan, sillä yhteysnopeus eroa ei ollut juurikaan havaittavissa ja 4G-yhteys kulutti laitteen akkua huomattavasti nopeammin kuin 3G-yhteys. Osa käytti langatonta verkkoyhteyttä paremman käyttökokemuksen varmistamiseksi. Yhteystyyppin valintaan vaikuttivat myös käyttäjien latauskäytännöt: he, jotka lasivat puhelintaan useammin, käyttivät helpommin 4G-yhteyttä kuin he, jotka lasivat harvemmin ja halusivat, että laitteen akku kestäisi pidempään. Videon toistamisella ja erityisesti videon parametreilla on suuri vaikutus akun kulutukseen (De Pessemier ym., 2015).

Suunniteltaessa ja kehitettäessä suoratoistopalvelua sekä sen käyttökokemusta, tulee palveluntarjoajien keskittyä käyttöliittymän toimivuuteen ja helpouteen eri käytettävyyksimallien avulla. Samalla heidän tulee keskittyä tarjoamaan suoratoistopalvelua sellaisen QoE-mallin avulla, jolla saavutetaan korkea käyttäjätyytyväisyys. Kuten Deng ym. (2010) toteavat, mitä parempi käyttäjätyytyväisyys, sitä todennäköisemmin käyttäjä jatkaa palvelun käyttöä. Tämä on liiketoiminnallisesti erittäin tärkeää, sillä jokainen asiakas tuo tuloja yritykselle. Samalla kun yritys yrittää haalia lisää asiakkaita eli käyttäjiä palveluunsa, tulee heidän muistaa jo olemassa olevat asiakkaansa ja kehittää palveluja heidän tarpeidensa mukaisesti. Näin ollen palvelun helppokäyttöisyyden avulla on hyvä mahdollisuus pitää asiakkaat itsellään ja saada lisää uusia. Käyttöliittymän helppokäyttöisyyden ja toimivuuden lisäksi, tulee palveluntarjoajan kiinnittää huomiota teknisiin ratkaisuihin, jotka vaikuttavat käyttökokemukseen. Erilaisen QoE-mallien avulla, tulee ottaa huomioon nykypäivänä suuresti vaihtelevat yhteysnopeudet, toistolaitteiden teknisten ominaisuuksien eroavaisuudet sekä jo tähän asti tunnettujen QoE-mallien mukaiset normit. Näiden avulla voidaan mahdollistaa mahdollisimman hyvä käyttökokemus: videota tai audiota toistettaessa videon laatu ei vaihtele minuutin välein, toisto alkaa hyvin nopeasti, eikä toisto keskeydy useasti yhden katselukerran aikana. Zhang ym. (2013) havaitsi-

vat Spotifyn käyttäjätottumuksia tutkiessaan ongelman vaihtuvissa yhteyksissä: palvelu kirjasi käyttäjän ulos, mikäli käyttäjän sovellus ei saanut yhteyttä Spotifyn palvelimille kymmenen minuutin aikana. Käyttäjän näkökulmasta Spotify ei voi vaikuttaa käyttökokemukseen muuten, kuin pyrkiä yhdistämään automaattisesti Spotifyn palvelimille ja kirjautumaan palveluun takaisin, kun toistettava laite saa yhteyden internetiin katkoksen jälkeen. Tämä parantaa käyttökokemusta, sillä käyttäjän ei itse tarvitse puuttua muuhun kuin yhteyden muodostamiseen. Katkoksia Spotifyn palvelimille syntyy erityisesti mobiiliyhteyttä käytettäessä.

4 YHTEENVETO

Tämän tutkielman tavoitteena oli tarkastella tekijöitä ja elementtejä suoratoistopalvelun käytettävyyden takana. Aiheesta ei ole juurikaan tehty tutkimusta, mutta suoratoistopalveluiden määrä on suuressa kasvussa. Käytettävyyttä on tutkittu jo pitkään ja monet käytettävyyksmallit ovat hyvin samankaltaisia kuin toiset, ne usein sivuavat toisiaan tai limittäin toimiessaan luovat kattavan kokonaisuuden. Nielsenin kehittämät viisi käytettävyyteen vaikuttavaa tekijää on tuotu esille jo vuonna 1993, mutta ne ovat edelleen monen muun käytettävyyksmallin pohjana.

Suoratoistopalvelujen lisääntyminen 2000-luvulla on johtanut palveluiden käytettävyyteen vaikuttavien tekijöiden heräävään tutkimiseen. Tutkimuksia ei ole vielä tiedossa paljoa, mutta monet asiaa tutkineet ovat haastaneet lisätutkimukseen, sillä videoiden ja audion toisto pilvipalveluiden kautta on yleistymässä ja ohittamassa perinteiset televisio- ja radiopalvelut. Tutkimusten avulla on pyritty löytämään yhteisiä piirteitä edellä mainittujen palvelujen kehittämiseksi sekä yhtenäisten menetelmien kehittämiseksi, mitkä vaikuttavat palvelujen käyttökokemukseen.

Tutkielman alussa esitettiin tutkimuskysymykset, joista ensimmäinen oli *Miten internetissä olevien palveluiden käyttöliittymien käytettävyyttä voidaan mitata?* Aihetta käsiteltiin luvussa 2, jossa todettiin käyttöliittymien mittaamiseen olevan olemassa erilaisia malleja, kuten ISO-malli, Nielsenin malli sekä PACMAD-malli, joita on verrattu taulukossa 2. Mallien avulla pyritään löytämään haitalliset menetelmät käyttöliittymistä ja mahdollistamaan käyttöliittymien parantamisen niin, että niiden käyttö on tavoitteen mukaista. Käyttäjän tulisi pystyä suorittamaan tehtävänsä käyttöliittymässä niin, että hän löytää ratkaisun mahdollisimman tehokkaasti ja helposti, ilman suurempia poikkeamia oikealta polulta sekä hänen tulisi pystyä ensimmäisen suorituskerran jälkeen suorittamaan tehtävä niin, että ensimmäisen kerran virheet, jos ei kokonaan poistu, niin ainakin vähenisivät. Näin ollen käyttöliittymä vastaa esimerkiksi Nielsenin mallin mukaiseen viiteen kohtaan, jotka ovat olleet jo pitkään käytettävyyden arvioimisen avainkohtia. Nykypäivänä mobiililaitteiden lisääntyminen on li-

sännyt haasteita käytettävyyden tarkastelussa laitteiden vaihtelevien näytön kokojen ja laitteiden mobiiliteettien takia.

Toinen tutkimuskysymys oli: *Mihin suoratoistopalvelun ominaisuuksiin ja elementteihin tulee kiinnittää huomiota palvelua arvioitaessa?* Tähän kysymykseen vastattiin luvussa 3. Luvussa käsiteltiin suoratoistopalveluiden käyttöä tietokoneissa, mutta erityisesti nykypäivän trendin mukaisesti mobiililaitteissa. Mobiililaitteiden teknisten ominaisuuksien ero mobiililaitteiden kesken sekä tietokoneisiin verrattuna saattaa vaihdella suuresti, mikä saattaa vaikuttaa suoratoistopalvelun käyttöliittymään tai käyttökokemukseen sisällön toiston katkeamisena tai laadun heikkenemisenä tai vaihtelemisena. Tämä kysymys on toinen osa suurempaa kokonaisuutta, jota käsitellään viimeisen kysymyksen vastauksessa.

Viimeinen kysymys, johon pyrittiin vastaamaan tutkielmassa, oli: *Mitkä ovat peruseriaatteet, kun suunnitellaan suoratoistopalvelua?* Tähän kysymykseen pyrittiin vastaamaan ytimekkäästi luvun 3.3 viimeisessä kappaleessa. Olennaista on siis suunnitella käyttöliittymä, jota on ensimmäisen käyttökerran jälkeen helppo käyttää uudestaan, tehtävien suorittaminen on mahdollisimman tehokasta, haluaman tiedon löytäminen on helppoa ja siihen tarjotaan helppokäyttöinen työkalu. Käyttäjällä tulee olla mahdollisuus paikata virheensä helposti ja palata polkua takaisin päin tiedostaen missä kohtaa polkua hän on. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, jos käyttäjälle annettaisiin esimerkiksi Netflixin näkymä pelkistä draamaelokuvista, tulisi käyttöliittymästä käydä se selville mahdollisimman yksinkertaisesti, kuten otsikoilla Draamat ja Elokuvat. Samalla käyttöliittymää suunniteltaessa tulee ottaa huomioon tietokoneen kautta käyttävät sekä mobiililaitteiden avulla palvelua käyttävät käyttäjät. Tietokoneen näyttöjä, näppäimistöä ja hiirtä varten luotua käyttöliittymää ei tule kutistaa pienemmille mobiililaitteille, vaan mobiilisovellukset tulee tehdä mobiililaitteita ja niiden pienempiä kosketusnäyttöjä varten. Samalla tulee myös ottaa huomioon mobiililaitteiden muut heikommat tekniset ominaisuudet kuten prosessorit, akun kestot sekä yhteysnopeudet. Näiden teknisten ominaisuuksien vaikutus saattaa välittyä myös käyttökokemukseen, mikäli toistettavan sisällön laadussa esiintyy suurta vaihtelua tai katkoksia rajallisempien ominaisuuksien huomioinnin laiminlyömisestä takia.

Tutkimuksen tuloksena voidaan todeta erilaisten käytettävyydshallien pysyneen hyvin samankaltaisina viimeisten vuosien aikana. Käytettävyydshallit ottavat huomioon eri tekijöitä eri näkökulmista, mutta nykyään pyritään ajattelemaan käyttäjälähtöisesti, mikä vaikuttaa käyttöliittymien suunnittelun huomattavasti. Enää ei kehitetä palveluja, niin että tekijä vain osaa käyttää sitä, vaan loppukäyttäjä on vaikuttamassa käyttöliittymän kehitykseen, jolloin saatutetaan mahdollisimman hyvä käytettävyyden. Käyttäjälähtöisestä ajattelutavasta huolimatta, käytettävyydshallien peruseriaatteiden avulla saadaan useasti paras mahdollinen lopputulos. Käyttäjälähtöisyyden lisäksi haastetta käytettävyyden kehittämiseen luo mobiililaitteiden valtava lisääntyminen, sekä niiden tekninen diversiteetti. Laitteiden näyttöjen koot vaihtelevat valtavasti, kuten myös niiden prosessorit ja akkujen kestot. Tämä on huomioitu suoratoistopal-

velujen kehittämisessä, joka onkin asettanut haasteita mahdollisimman hyvän käyttökokemuksen luomiseksi. Paremman laatuinen video on käyttäjän kannalta mieluisampaa kuin huonompi laatu, mutta parempi laatu saattaa katkaista toiston helpommin, mikäli yhteysnopeus heikentyy selvästi, mikä vaikuttaa käyttökokemukseen negatiivisesti. Näin ollen palveluntarjoajien tulee pyrkiä löytämään optimitaso toistettavalle sisällölle vaihtelevassa toistoympäristössä.

Suoratoistopalvelujen käyttäjätottumuksia ei ole tutkittu paljoa, joten tarvetta lisätutkimukselle on. Lisätutkimuksen avulla voitaisiin paremmin kartoittaa käyttökokemukseen vaikuttavia tekijöitä vaihtelevassa mobiiliympäristössä, kuten onko käyttäjä valmis tinkimään laadusta, jos vain saa toistettua haluamansa sisällön ilman katkoksia, vaihtelevan yhteysnopeuden takia vai onko käyttäjä valmis odottamaan pidemmän aikaa, jotta sovellus lataa parempi laatuista sisältöä niin, että katkoksia ei synny liikaa toistokerran aikana. Tavoitteena olisi saada yhtenäinen käsitys käyttäjien tottumuksista sekä luoda yhtenäiset menetelmät vastaamaan käyttäjien tarpeita suoratoistopalveluja käytettäessä.

LÄHTEET

- Albert, W. & Tullis, T. (2013). *Measuring the user experience: Collecting, analyzing, and presenting usability metrics*. Newnes.
- 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.
- 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 on, (1-6). IEEE.
- Deng, L., Turner, D., Gehling, R., & Prince, B. (2010). *User experience, satisfaction, and continual usage intention of IT*. European Journal of Information Systems Eur J Inf Syst, 60-75.
- DTS. (2015). *DTS Audio Codec Overview*. Viitattu 1.8.2015. http://www.dts.com/~/media/45c1661c1cef4df7b2098dc7a3de4d3a/DTS_Codec_Overview_PDF.pdf
- Garrett, J. J. (2011). *The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond*, 2nd Edition. Berkeley, CA: New Riders.
- Harrison, R., Flood, D. & Duce, D. (2013). *Usability of mobile applications: Literature review and rationale for a new usability model*. Journal of Interaction Science, 1(1), 1-16.
- Ickin, S., Wac, K., Fiedler, M., Janowski, L., Jin-Hyuk Hong & Dey, A. K. (2012). *Factors influencing quality of experience of commonly used mobile applications*. Communications Magazine, IEEE, 50(4), 48-56.
- Jokela, T., Iivari, N., Matero, J. & Karukka, M. (2003). *The standard of user-centered design and the standard definition of usability: Analyzing ISO 13407 against ISO 9241-11*. Proceedings of the Latin American Conference on Human-Computer Interaction, (53-60). ACM.
- Kreitz, G. & Niemela, F. (2010). *Spotify -- large scale, low latency, P2P music-on-demand streaming*. Peer-to-Peer Computing (P2P), 2010 IEEE Tenth International Conference on, (1-10).

- Krug, S. (2005). *Don't make me think: A common sense approach to web usability*. India: Pearson Education.
- Lee, Y. & Kozar, K. A. (2012). *Understanding of website usability: Specifying and measuring constructs and their relationships*. *Decision Support Systems*, 52(2), 450-463.
- McCandles, M. (1999). *The MP3 revolution*. *Intelligent Systems and their Applications*, IEEE, 14(3), 8-9.
- Nasir, K., Mohd Ariffin, N. H. & Muslihah Shuib, F. (2010). *User interface design using cognitive approach: A case study of malaysian government web portal*. *User Science and Engineering (i-USer)*, 2010 International Conference on, (174-178).
- Nathan, R. J. & Yeow, P. H. (2011). *Crucial web usability factors of 36 industries for students: A large-scale empirical study*. *Electronic Commerce Research*, 11(2), 151-180.
- Nayebi, F., Desharnais, J. & Abran, A. (2012). *The state of the art of mobile application usability evaluation*. *Ccece*, (1-4).
- Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. Boston, MA: Academic Press.
- Nielsen, J. (1994). *Usability inspection methods*. *Conference Companion on Human Factors in Computing Systems*, (413-414). ACM.
- Nielsen, J. (2011). *Top 10 mistakes in web design*. Nielsen Norman Group: Evidence-Based User Experience Research, Training, and Consulting.
- Nielsen, J. & Loranger, H. (2006). *Prioritizing web usability*. Pearson Education.
- Obeidat, M. Z. A. & Salim, S. S. (2010). *Integrating user interface design guidelines with adaptation techniques to solve usability problems*. *Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE)*, 2010 3rd International Conference on, (V1-280-V1-284).
- Okoli, C. & Schabram, K. (2010). *A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research*. Viitattu 14.5.2015. <http://www.nti.ufpb.br/~evandro/pesquisa/RSL/%28Okoli,%20Schabram%202010%20Sprouts%29%20systematic%20literature%20reviews%20in%20IS%20research.pdf>
- Yan, P. & Guo, J. (2010). *The research of web usability design*. *Computer and Automation Engineering (ICCAE)*, 2010 the 2nd International Conference on, (480-483).
- Rayburn, D. & Hoch, M. (2005). *The business of streaming and digital media*. Burlington, Mass.: Focal Press.
- Sackl, A., Egger, S. & Schatz, R. (2013). *Where's the music? Comparing the QoE impact of temporal impairments between music and video streaming*. *Quality of Multimedia Experience (QoMEX)*, 2013 Fifth International Workshop on, (64-69). IEEE.
- Shneiderman, S. B. & Plaisant, C. (2005). *Designing the user interface*, 4th edition. Ed: Pearson Addison Wesley, USA.
- Zeadally, S., Moustafa, H. & Siddiqui, F. (2011). *Internet protocol television (IPTV): Architecture, trends, and challenges*. *Systems Journal*, IEEE, 5(4), 518-527.

Zhang B., Kreitz, G., Isaksson, M., Ubillos, J., Urdaneta, G., Pouwelse, J. A. & Epema, D. (2013). *Understanding user behavior in Spotify*. INFOCOM, 2013 Proceedings IEEE, (220-224).