IT-palvelun teknisen laadun mittaaminen koetun laadun varmistamiseksi

Max Bernoulli

2018 Laurea

Laurea-ammattikorkeakoulu

IT-palvelun teknisen laadun mittaaminen koetun laadun varmistamiseksi

IT-palvelun teknisen laadun mittaaminen koetun laadun varmistamiseksi

Max Bernoulli
Tulevaisuuden innovatiiviset digitaaliset palvelut
Opinnäytetyö
Joulukuu, 2018 2018

Laurea-ammattikorkeakoulu
Tulevaisuuden innovatiiviset digitaaliset palvelut
Tradenomi (YAMK)

Tiivistelmä

Max BernoulliMax Bernoulli

IT-palvelun teknisen laadun mittaaminen koetun laadun varmistamiseksi
IT-palvelun teknisen laadun mittaaminen koetun laadun varmistamiseksi
Vuosi 20182018 Sivumäärä 63

Tämä opinnäytetyö selvittää onko IT-palvelun teknisen laadun mittareiden ja koetun laadun välillä mahdollisia korrelaatioita. Tarkoituksena on määritellä teknisen alustan laadun mittaamiseksi tekniset mittarit, joiden avulla pystytään indikoimaan muutoksia koetussa laadussa kysymättä loppukäyttäjiltä. Opinnäytetyössä myös testataan määritellyt mittarit sekä korrelaatioiden havainnointia pienen suomalaisen yrityksen, yritys X, www-palvelun avulla.

Työ toteutettiin tapaustutkimusmenetelmää seuraten ja teoreettista taustatietoa kerättiin useista lähteistä. Opinnäytetyö muodostaa neljä päävaihetta, joissa jokainen vaihe syventää tietoa tutkittavaan aiheeseen. Ensimmäinen vaihe tuottaa teoreettisen viitekehyksen, joka koostuu IT-palvelun laadusta, IT-palvelun teknisestä laadusta sekä loppukäyttäjäkokemuksesta. Toinen vaihe syventää ymmärtämystä siitä, kuinka yleisiä ja tunnettuja ovat IT-palveluiden tekniset ongelmat ja näkyvätkö ne loppukäyttäjille. Tämän vaiheen tutkimus on määrällinen ja toteutettiin www-kyselyn avulla. Kolmannen vaiheen tarkoitus on syventää ymmärtämystä ongelmiin ja mittauksiin mutta myös samalla toteuttaa ensimmäisen teknisen mittariston määrittely. Tutkimus toteutettiin laadullisena tutkimuksena, haastatteluin. Neljäs vaihe on teknisen mittausaineiston analysointi ja korrelointi loppukäyttäjäkokemusaineistoa vasten. Aineisto kerättiin kahdesta tuotantokäytössä olevasta ympäristöstä, joista toiseen toteutettiin mittarit opinnäytetyössä määriteltyjen mittareiden pohjalta ja toinen ympäristö oli valmiiksi määritelty ympäristökohtaisilla mittauksilla.

Opinnäytetyön tuloksena havaittiin, että ei ole helppoa eikä suoraviivaista löytää korrelaatioita teknisen laadun ja loppukäyttäjäkokemuksen välillä. Jokainen IT-palvelu on erilainen ja käyttäytyy omanlaisesti ongelmia kohdatessaan. Tutkimuksen tärkein havainto on se, että on välttämätöntä mitata teknistä laatua jatkuvasti sekä korreloida löydettyjä havaintoja ja ongelmia loppukäyttäjän kokemuksiin ja palautteisiin. Jos loppukäyttäjäkokemuksessa on havaittavissa laadun alenemaa ja tekniset mittarit eivät havainnoi ongelmaa, on tärkeää aloittaa teknisten mittareiden kehittäminen tarkemmalle tasolle. Mittareiden kehittämien, jos mahdollista, tulisi toteuttaa systemaattisesti kunnes loppukäyttäjien kokemat havainnot on mahdollista havaita teknisissä mittareissa.

Ilman teknisiä mittareita ei ole mahdollista tietää palvelun laatua. Ja ainoastaan järjestelmäkohtaisten teknisten mittareiden, riittävän mittaustarkkuuden sekä tiedon miten loppukäyttäjäkokemus muuttuu kun mittarit muuttuvat, on mahdollista saavuttaa tila, jossa loppukäyttäjäkokemus voidaan linkittää tekniseen laatuun ja päinvastoin.

Asiasanat: tekninen laatu, koettu laatu, laadun mittaaminen

Laurea University of Applied Sciences
Innovative Digital Services of the Future
Master's Thesis

Abstract

Max BernoulliMax Bernoulli

Technical Measurements for an IT service Platform to Ensure the Quality of the End User Experience

Year 20182018 Pages 63

The purpose of this thesis is to find out, if there are any indicative correlations between the technical quality measurements of an ICT service platform and end user experience. The objective was to define a set of technical measurements for measuring the service platform quality, which could indicate changes in end user experience, without asking from the end users. The thesis also tests the defined measurements, as well as the observations of correlations with a web service offered by a small Finnish company, company X

The thesis was a case study and gathered theoretical background from various different sources. The thesis contains four main stages where each stage elaborates on the studied problem. The first stage is to set a theoretical framework, and it consists of the quality of ICT service, the technical quality of ICT service and end user experience. The second stage is to gain understanding on how common and well-known technical problems are with ICT services and whether the problems are visible at all for the end users. The study was a quantitative research and was implemented using an online questionnaire. The third stage is to get deeper knowledge to the problems and measurements but also to define the first set of technical metrics to be used and it was carried out by qualitative research by interviews. The fourth stage is to analyze technical measurement data and correlate it to the end user experience data. The data was gathered from two different production environments where one was done with measurements defined in the thesis and the other was pre-defined with system specific measurements.

As a result of this thesis, it was found that it is not simple and straightforward to find out the correlation between technical qualities, and end the user quality. The ICT services are all different and they behave differently under problems. The most important finding was that it is crucial to measure technical quality continuously and correlate the found issues and problems with end user experience and feedback. If end user experience is hinting towards lowered service quality but technical measurements are not, it is important to start development of technical measurements to a more detailed level. Development of the measurements, if possible, should be done systematically until the end user experience issues are also shown in technical measurements.

Without technical measurements, it is not possible to know the quality of the service. Only with system specific technical measurements with high accuracy and with the knowledge how the end user experience changes when measurements change, it is possible to gain a state where end user experience could be linked to the technical measurements and vice versa.

Keywords: technical quality, end user experience, measuring quality

Sisällys

1 Johdanto ... 7
1.1 Kohdeyrityksen esittely ... 8
1.2 Opinnäytetyön rajaukset ja rakenne ... 9
2 Palvelun määrittely ... 9
2.1 IT-Palvelun määrittely ... 10
2.2 IT-Palvelun laatu ... 11
2.2.1 Koettu laatu ... 12
2.2.2 Tekninen laatu ... 13
2.3 IT-palvelun teknologia-arkkitehtuuri ... 14
2.3.1 Palvelinarkkitehtuuri ... 15
2.3.2 Tietoliikennearkkitehtuuri ... 15
2.4 Miten laatu mitataan ... 15
2.5 IT-palvelun mittaamiseen käytettävät tekniset mittarit ... 16
2.5.1 Tietoliikennetason mittarit ... 17
2.5.2 Palvelinarkkitehtuurin mittarit ... 17
2.5.3 Palvelutason mittarit ... 18
2.6 Teknisen laadun lähtötaso ... 19
2.7 Mittareiden kehittäminen ... 19
3 Tutkimusmenetelmä ja lähestymistapa ... 21
3.1 Tutkimusmateriaali ... 21
3.2 Tapaustutkimustrategia ... 22
3.3 Tutkimuksen suunnitelma ja suunnittelu ... 24
3.3.1 Tutkimuskysymykset ja tutkimusväitteet ... 24
3.3.2 Analyysiyksiköt ... 25
3.3.3 Looginen linkki aineistosta väittämiin ... 26
3.3.4 Kriteerit tulosten tulkintaan ... 26
3.4 Tutkimuksen valmistelu ... 26
3.5 Tutkimusaineiston kerääminen ... 27
3.5.1 Määrällinen tutkimus osana tapaustutkimuksen aineistohankintaa ... 29
3.5.2 Laadullinen tutkimus osana tapaustutkimuksen aineistonhankintaa ... 30
3.5.3 Tuotannonaikaisten ongelmatilanteiden läpikäynti osana tapaustutkimuksen aineistohankintaa ... 31
3.5.4 Tapaus 1, client-server-palvelun kuvaus ja toteutetut tekniset mittarit ... 34
3.5.5 Tapaus 2, www-palvelun kuvaus ja toteutetut tekniset mittarit ... 38
3.6 Tutkimustiedon analysointi ... 40
3.6.1 Määrällisen tutkimuksen aineiston analysointi ... 41

3.6.2 Laadullisen tutkimuksen aineiston analysointi 42
3.6.3 Tuotannonaikaisten aineistojen analysointi 43
3.7 Tutkimustiedon raportointi 47
4 Tulokset ja pohdinnat 48
4.1 IT-palvelun kehitysvaihe 48
4.2 IT-palvelun tuotantokäyttövaihe 51
4.3 Tutkimuksen validiteetti ja reliabiliteetti 57
5 Opinnäytetyön Johtopäätökset 57
Lähteet 59
Kuviot 61
Taulukot 62

1 Johdanto

Digitaalisten palveluiden määrä jatkaa kasvuaan, uusia digitaalisia palveluita syntyy sekä olemassa olevia palveluita siirretään digitaaliseen maailmaan tuottavuusloikan toivossa. Suomessa hallitusohjelmassa on jopa ollut tavoitteina palveluiden digitalisointi. (Valtiokonttori, 2015.)

Palveluiden jatkuvasta digitalisoitumisesta johtuen, ihmisten välisen kommunikaation tarve vähenee digitaalisen kanssakäymisen kanavan tieltä. Tulevaisuudessa ei ole välttämättä tarvetta kommunikoida ihmisten kanssa lainkaan vaan palvelukanava on muuttunut täysin digitaaliseksi. Tästä johtuen, palveluiden toteutuksellisella laadulla ja erityisesti sillä, kuinka käyttäjät kokevat palvelun laadun, on suuri merkitys siihen, miten palvelu menestyy markkinoilla.

Jo nykyisessä markkinatilanteessa on tarjolla riittävän laadukkaita palveluntarjoajia eri toimialoilla ja parhaimmillaan toimijoita on samalla alalla useita. Tämä aiheuttaa sen, että palveluntarjoajan vaihto useimmissa tapauksissa on tehty hyvinkin vaivattomaksi ja nopeaksi toimenpiteeksi käyttäjän näkökulmasta.

Jotta palvelu pystyy kilpailemaan tällaisessa tilanteessa, on käyttäjien kokemus palveluiden käyttökokemuksesta kriittisessä asemassa palvelun tulevaisuuden kannalta. Jos kokemus palvelusta ja palvelun käyttökokemuksesta on heikko, on käyttäjiä vaikea saada pysymään palvelun käyttäjänä, saati edes saada käyttäjiä kokeilemaan palvelua. Huonoja käyttökokemuksia tarjoavat palvelut on nykyisin myös helppoa välttää, sillä tiedonkulku mm. sosiaalisessa mediassa on hyvinkin nopeaa.

Näistä edellä mainituista syistä johtuen, IT-palvelun koettuun laatuun tuleekin panostaa huomattavasti, sillä kilpailu asiakkaista on entistä kiivaampaa ja varaa huonoon asiakaskokemukseen asiakaskadon uhalla ei ole. On myös tunnettu tosiasia, että uuden asiakkaan hankkiminen on moninkertaisesti kalliimpaa, tutkimuksesta riippuen 5 – 25 kertaa kalliimpaa (Gallo 2014), kuin vanhan asiakkaan ylläpitäminen palvelun asiakkaana.

Tämä opinnäytetyö käsittelee IT-palveluiden teknisen, ei funktionaalisen laadun mittaamista siten, että onko teknisen laadun mittaamisen avulla mahdollista löytää korrelaatioita teknisen laadun ja käyttäjien kokeman laadun välille ja täten pyrkiä varmistamaan käyttäjien kokema laatu myös teknisten mittareiden avulla.

Tutkimuksen tarkoituksena selvittää, että onko voiko koettua laatua havainnoida teknisillä mittareilla ja kuinka paljon tekniset mittarit ylipäätään korreloivat koettuun laatuun.

Mittareiden on tarkoitus olla sellaisia, että koetun laadun tasoa voitaisiin seurata niistä jatkuva-aikaisesti, ilman ihmisiltä kysyttävää mielipidettä koetusta laadusta. Tarkoitus on mahdollistaa mittareiden avulla palveluiden koetun laadun varmistaminen palvelun kaikissa elinkaaren vaiheissa, jatkuva-aikaisesti.

Opinnäytetyön tarkoituksena on löytää sellaisia teknisiä mittareita, joiden avulla olisi mahdollista havainnoida koetussa laadussa tapahtuneita muutoksia. Tapaustutkimuksiksi valikoitui kaksi, toisistaan erilaista ympäristöä. Toinen on kauan käytössä ollut, vakiintunut IT-palveluympäristö ja toinen täysin uusi IT-palveluympäristö. Ensimmäisessä, vakiintuneessa ympäristössä oli jo valmiiksi toteutettu laaja valikoima teknisiä mittareita sekä mittauksia oli toteutettu jo vuosien ajan. Jälkimmäisessä, uudessa ympäristössä päästiin kokeilemaan opinnäytetyössä valittuja mittareita täysin mittaamattomassa ympäristössä. Näiden valittujen mittareiden tuottamaa aineistoa valittiin tapaustutkimusten rungoksi. Näistä aineistoista lähdettiin seulomaan siten, että onko teknisten mittareiden tuottama tietoaineisto korreloitavissa käyttäjien kokemaan laatuun.

Tämän opinnäytetyön tutkimusongelma on:

Voiko IT-palveluiden loppukäyttäjien kokemaa laatua indikoida teknisillä mittareilla?

Tutkimuskysymyksiä, joiden avulla ongelmaan haetaan vastauksia ovat:

- Miten IT-palvelun laatu mitataan teknisillä mittareilla?
- Onko IT-palvelun laatua mahdollista mitata vain teknisen laadun mittareilla?

1.1 Kohdeyrityksen esittely

Kohdeyritys, yritys X, on varsin nuori, perustettu vuonna 2008 tuottamaan digitaalisia palvelualustoja sekä digitaalisia palveluja omistajiensa tarpeisiin. Palveluiden taustalla on ollut tarve helpottaa perinteisten paperisten prosessien vaatimaa työtaakkaa digitalisoimalla prosesseja mahdollisimman pitkälle, siinä hyvin onnistuen.

Yrityksen tuottamat palvelut ovat pääosin internet-palveluita, mutta osa palveluista tarjoaa rajapintoja koneiden välistä kommunikaatiota varten. Vaikka yritys on nuori, on yrityksen tuottamat palvelut tuotantokäytössä useilla eri IT-palvelutuotantoalustoilla. Osa on perinteisissä konesaleissa, asennettuina fyysisille palvelimille, osa on yritykselle alihankkijan toteuttamana yksityispilvessä sekä uusimmat palvelut pyörivät täysin julkipilvialustoilla.

Palveluiden kehitys ja kehityksen aikainen, funktionaalinen laadunvarmistus on hoidettu pitkälle automaation keinoin, mutta palveluita testataan myös tutkivan testauksen keinoin. Yrityksen suurin kipupiste on ollut viimeiset vuodet tuotannonaikaisen laadun varmistaminen,

sillä olemassa olevia palveluita eikä niiden laatua tuotannossa ole varmistettu standardoiduilla tavoilla. Tämän epäkohdan takia opinnäytetyö saikin alkunsa, sillä yrityksen palveluissa on ollut erittäin suuria laatuongelmia tuotannossa ja tähän haluttiin muutos. Myös koettu laatu on todettu viimeisen vuoden aikana entistä tärkeämmäksi ominaisuudeksi, sillä kilpailijoiden ilmestyminen markkinoille sysäsi liikkeelle projektin koetun laadun parantamiseksi IT-palveluiden osalta.

1.2 Opinnäytetyön rajaukset ja rakenne

Opinnäytetyössä keskitytään löytämään vastauksia siihen, että onko loppukäyttäjille tarkoitettujen IT-palveluiden koetun laadun laatutasoa mahdollista indikoida IT-palvelualustojen teknisten mittareiden avulla. Opinnäytetyössä rajataan ulos perinteiseen laadunvarmistukseen kuuluvat toiminnalliset, järjestelmän toimivuutta eli funktionaalisuutta mittaavat mittarit sekä ei-toiminnallista laadunvarmistusta edustava tietoturvatestaus.

Rakenteen osalta työssä päädyttiin Yin (2014,184) ehdottamista menetelmistä yhden tapaustutkimuksen mukaiseen rakenteeseen, sillä vaikka työssä oli useita tutkimuksia eri alueilta, oli kuitenkin kyseessä samankaltaisten tapausten tutkiminen, mutta eri näkökulmista siten, että tutkimus syveni ja tarkentui mitä pidemmälle tutkimus edistyi. Opinnäytetyö alkaa kohdeyrityksen ja aiheen esittelyllä, jonka jälkeen määritellään työlle luvussa 2 teoreettinen viitekehys. Tämän jälkeen käydään luvussa 3 läpi opinnäytetyön tutkimusstrategiaa, tutkimusmenetelmiä ja tutkimuskohteita. Luku 4 esittelee tutkimustulokset sekä pohtii tutkimuksen validiteettia ja reliabiliteettia. Luku 5 esittää opinnäytetyön johtopäätökset ja työstä heränneet jatkotutkimusaiheet.

2 Palvelun määrittely

Tuulaniemi (2011, 59) on esittänyt palveluihin liittyviä määreitä ja näistä on havaittavissa muutamia selkeitä, toistuvia teemoja, kuten palvelun tarkoitus on mm. helpottaa tekemistä ja palvelussa ei omistajuus vaihdu sekä palvelu on aineetonta ja vuorovaikutuksellista toimintaa. Nämä edellä mainitut asiat ovat huomattavissa myös opinnäytetyön kohteena olevassa yrityksessä sillä palveluiden taustalla on alunperin ollut löytää keino helpottaa kohdeasiakkaiden tekemistä digitalisoimalla tiettyjä hankalia, paperityötä vaativia prosesseja. Palvelu on myös aineetonta eikä omistajuus vaihdu missään vaiheessa prosessia. Se, että ilman käyttäjän toimintaa ja tietojen syöttämistä ei palvelun käyttö onnistu, eli palvelussa on vuorovaikutusta käyttäjän ja palveluntarjoajan välissä ja tätä myös Gröönroos (2009, 76) painottaa kuvatessaan mitä palvelu on ja miten se määritellään.

Palvelu on aina ihmistä, käyttäjää eli opinnäytetyön tapauksessa loppuasiakasta varten olemassa ja ilman käyttäjiä ei palveluita ole (Tuulaniemi 2011, 35). Onkin tärkeää ymmärtää palvelun perimmäinen tarkoitus, että miksi palvelu on olemassa ja mitä tarvetta palvelu täyttää ihmisten eli käyttäjien keskuudessa. Ilman tarpeiden syvempää ymmärrystä voidaan tuot-

taa laadukkaasti toteutettuja ja operoituja palveluita, mutta jotka eivät vastaa riittävästi asiakastarpeeseen. Tällöin palvelun perimmäinen tarkoitus katoaa ja lopulta myös palvelu käyttäjien lakatessa käyttämästä palvelua.

Palvelun käytön ja olemassaolon varmistamiseksi tulee huolehtia siitä, että palvelu tuottaa arvoa käyttäjilleen. Palvelun perimmäisenä tarkoituksena on tuottaa arvoa käyttäjälleen. Palvelun arvon muodostumiseen vaikuttaa arvonmuodostumiselementit, jotka Tuulaniemen (2011, 35) mukaan koostuvat käyttäjien tarpeista, odotuksista, tottumuksista ja tavoista sekä tarjolla olevan palvelun ominaisuuksista. Näihin arvonmuodostuselementteihin nojaten on hyvä luoda palvelulle arvopohja, jonka päälle palvelun sisällöllinen rakenne tulisi perustaa.

Opinnäytetyön kohteena olevan yrityksen palveluiden historia juontaa syvälle omistajien tarpeisiin digitalisoida tietyt valitut prosessit. Näistä lähtökohdista johtuen Tuulaniemen määrittelemistä (2011,35) palvelun arvonmuodostumiselementeistä täyttyy kolme elementtiä, eli tarpeet, odotukset sekä palvelun ominaisuudet. Haastavimmat elementit täyttää kyseiseltä listalta ovat tottumukset ja tavat, sillä aiemmin asiat on tehty käsin paperille ja käyttäjät ovat hyvin kokemattomia toimimaan nykyaikaisten IT-palveluiden kanssa. Tästä johtuen järjestelmää kohtaavat ongelmat ja hitaudet näkyvät heti tilastoina asiakaspalvelussa, sillä käyttäjät eivät tiedä kuinka toimia palvelua kohtaavissa häiriötilanteissa.

2.1 IT-Palvelun määrittely

Kuten edellisessä kappaleessa, kappale 2, määriteltiin perinteisen palvelun tunnusmerkistöt, niin samankaltaiseen päätelmään päästään myös IT-palveluiden osalta tutustumalla IT-alan käyttämään ITIL-viitekehykseen (ITIL V3. 2007). Siinä todetaan, että palvelu on arvon tuottamista asiakkaille siten, että asiakkaan ei tarvitse kantaa riskejä palvelun tuottamiseen käytetyistä kustannuksista.

IT-palveluiden on tarkoitus ratkaista käyttäjien ongelmia entistä nopeammin, helpottaa käyttäjän tekemistä mutta kuitenkin muistaen taustalla oleva arvon tuottaminen käyttäjälle. IT-palvelut ovat myös aineettomia jo luonteensa vuoksi, sillä vuorovaikutus käyttäjän ja palvelun välillä on sähköistä. Sähköisyys tuottaakin selkeän eron perinteisiin palveluihin, sillä palvelun tuottama vuorovaikutuksellisuus on huomattavan paljon vähäisempää verrattuna esim. ihmisten tuottamaan palveluun, jossa on olemassa jatkuva kommunikaatioyhteys asiakkaan ja palveluntarjoajan välillä. Wright ym. (2017, 3) toteavatkin, että käyttäjät ovat yhä enemmän kiinni teknologiassa ja niiden taustalla olevissa palvelualustoissa.

Jotta voidaan lähteä pohtimaan tarkemmin IT-palvelun luonnetta, pitää myös ymmärtää, että kuka on käyttäjä ja millä markkinasektorilla palvelu toimii. Ulkoiset käyttäjät voivat olla yrityksiä tuotantoketjussa, jälleenmyyjiä, loppukäyttäjiä tai käyttäjät voivat jopa olla yrityksen

muista yksiköistä olevia käyttäjiä. (Dale ym. 2007, 384.) IT-palvelun käyttäjän määrittelyllä on keskeinen rooli siitä, miten palveluiden laatua tulee mitata.

Tuulaniemen mukaan (2011, 101) mukaan palveluiden käyttäjät odottavat, että palvelut tarjoavat hyödyllisyyttä, käytettävyyttä, johdonmukaisuutta sekä haluttavuutta. Jokaisella käyttäjäryhmällä on omat erityiset tarpeensa ja ennakkoasenteensa palvelua kohtaan (Dale ym. 2007, 384.) Ja näistä tarpeista ja ennakkoasenteista johtuen käyttäjät painottavat Tuulaniemen odotuksia eri tavoin. Voidaankin sanoa, että odotuksia palvelun käytöstä on yhtä monia kuin on käyttäjiäkin.

Kuten Wright ym. (2017, 3) totesivat, ovat käyttäjät jatkuvasti kytkettynä teknologioihin ja teknologia-alustoihin jotka lopulta liittyvät palveluihin ja tuotemerkkeihin. Käyttäjät ovat aina oikeassa ja pystyvät tarvittaessa mahdollistamaan massiivisiakin tuki-, ja vihakampanjoita jos luulevat kokeneensa vääryyttä tai vain saadakseen huomiota. Eli varaa virheisiin ei yrityksillä ole, koska mainemenetys on vain pahimmillaan muutaman hiirennapin painalluksen päässä, eli yksittäinenkin käyttäjä voi saada aikaan suurtakin tuhoa yritykselle.

2.2 IT-Palvelun laatu

Palvelun laatu käsitteenä on hyvin laaja ja monitahoinen, sillä palvelun laatua voi olla mitä tahansa, sillä se on sitä, mitä asiakkaat sen kokevat olevan (Gröönroos 2009, 100).

Polainen ym. (2013, 163) näkemyksen mukaan palvelun laatu muodostuu siitä, kuinka suuret odotukset käyttäjällä on käytettävää palvelua kohtaan ja miten nämä odotukset täytettiin. Ja mitä suurempi rako on odotuksen ja saadun laadun välillä, sitä huonompaa palvelu on.

Tämä on hyvä näkökulma, sillä jokaisella on yleensä jokin ennakko-odotus saatavasta palvelusta, oli kyseessä sitten IT-palvelu tai perinteisempi palvelu.

Jotta IT-palvelun laatua voitaisiin lähteä kehittämään, laatua pitää pystyä mittaamaan. Tarkoitus on löytää niitä tekijöitä palvelun laadusta, joita voidaan mitata teknisillä mittareilla. Hyvää pohjaa jaottelulle antaa Dale ym. (2007, 386) ajatukset, sillä hänen mukaan asemoimalla asiakastarpeita systemaattisesti, voidaan tunnistaa kolme tasoa asiakasodotuksille:

1. Palvelun toiminnalliset odotukset
2. Palvelun suorituskyvylliset odotukset
3. Odottamattomat tekijät

Yllämainituista asiakasodotuksista, kohta 1, palvelun toiminnalliset odotukset kuuluvat Dale ym. mukaan (2007, 5) laadullisiin määreisiin. Laadulliset määreet ovat sellaisia, että niitä voidaan mm. arvioida adjektiivein. Tällöin on hankalaa mitata jatkuva-aikaisesti palvelun

tarjoamaa kokemusta asiakkaalle, sillä tulokset ovat täysin riippuvaisia käyttäjästä ja käyttäjän tarpeista eikä näitä pystytä mittaamaan koneen toteuttamina, teknisinä mittauksina.

Kohta 2, palvelun suorituskyvylliset odotukset, päätyy Dale ym. (2007, 7) mukaan laadun kvantitatiivisiin ja ei-funktionaalisiin määreisiin. Suorituskyvylliset eli ei-funktionaaliset vaatimukset ovat teknisesti ja automatisoidusti mitattavissa teknisinä mittauksina.

Kohta 3 voi olla joko palvelun toiminnallisiin odotuksiin tai palvelun suorituskyvyllisiin odotuksiin liittyviä tekijöitä sekä ovat ennalta-arvaamattomia poikkeamia palvelun tuotantoprosessissa. Osa näistä poikkeavista tuloksista voi näkyä teknisten mittausten kautta, varsinkin kvantitatiiviset ja ei-funktionaaliset ongelmat, mutta palvelun toimintaan liittyvät laadulliset määreet eivät, sillä ne eivät ole teknisesti mitattavissa.

Hucheson (2003, 35) tiivistää hyvin neljään kohtaan IT-palveluiden laatuun ja laadunvarmistukseen tähtäävien toimien syitä. Ensimmäisenä on asiakastyytyväisyys, sillä laatu on asiakastyytyväisyyden mahdollistaja ja ilman laatua ei ole asiakkaita. Toisena on jatkuva laadun kehittyminen, sillä kilpailijoiden palveluiden laatu kehittyy jatkuvasti ja jos omien palveluiden laatu ei jatkuvasti kehity, seuraa asiakkaiden siirtymistä laadukkaampien palveluiden käyttäjiksi. Kolmantena kohtana on laadun mittari, eli kannattavuus. Laatu pitää käyttäjät palvelun piirissä, tuo uusia käyttäjiä ja käyttäjien kautta palvelulle kannattavuutta. Neljäntenä kohtana on laadun tasaisuus ja onnistumiset jokaisella palvelun käyttökerralla, sillä laadun tarkoitus on tuottaa onnistumisia kerta toisen jälkeen. Tällöin asiakkaat tietävät aina mitä vähintäänkin saavat. Laadullinen tasaisuus vähentää Polainen ym. (2013, 163) kuvailemaa odotusten ja saadun palvelun välistä eroa.

IT-palveluiden, yllämainitut laadun lainalaisuudet koskevat myös kohdeyrityksen tuottamia palveluita. Osaan löytyy jo menetelmiä laadun varmistamiseksi tuotekehitysvaiheessa, mutta palvelutuotantovaiheessa tehtävät teknisen laadun laadunvarmistamisen toimenpiteet puuttuvat kokonaan. Suurimmat haasteet ovat laadun ja onnistumisen tasaisuus sekä laadun kehittyminen, sillä palveluiden toiminnassa on huomattavia laadullisia eroja, päivästä riippuen eikä laatu ole kehittynyt toivotulla tavalla.

2.2.1 Koettu laatu

IT-palveluita käytettäessä odotukset palveluita kohtaan ovat nykyään hyvinkin korkeat, sillä nykyään ei riitä, että palvelun lopputuloksena on arvoa tuottava lopputulos vaan palvelun on oltava myös laadukas kokemus, sillä ainutlaatuinen ja mieleenpainuva kokemus on avain pärjäämiseen kilpailussa (Ahvenainen, Gylling & Leino 2017, 2).

Grönroosin (2009, 101) mukaan asiakaskokemus, eli koettu laatu voidaan jakaa kahteen osaan, tekniseen laatuun ja toiminnalliseen laatuun. Asiakaskokemus eli koettu laatu ei voi

olla vain teknistä tai toiminnallista laatua, vaan se on teknisen ja toiminnallisen laadun yhteissumma.

Käyttäjän kokema asiakaskokemus eli palvelun koettu laatu on aina yksilöllistä sekä koettuun ajanhetkeen liittyvä tunnetila (Filenius 2015). Käyttäjän kokemus on se mielikuva, joka muodostuu niistä kaikista kohtaamisista niin yrityksen edustajien kanssa kuin kanavien ja palveluiden kanssa (Ahvenainen, Gylling & Leino 2017, 2-3). Myös yrityksen brändillä ja tunteilla voi olla vaikutusta asiakaskokemukseen, sillä vahva tunneside yritykseen antaa helpommin anteeksi heikon asiakaskokemuksen (Ahvenainen, Gylling & Leino 2017, 3). Kuten edellä mainitusta voidaan havaita, vaikuttaa asiakaskokemuksen muodostumiseen huomattavan paljon, myös itse palvelun kannalta, epärelevantteja tekijöitä.

Tunteiden mittaaminen kerrasta toiseen on käytännössä mahdotonta, sillä mittaustuloksiin vaikuttavia tekijöitä on useita ja ovat, kuten todettua, usein tunteisiin sidottuja. Jotta yritykset pystyvät kehittämään toimintaansa, yritysten pitää silti pystyä arvioimaan, minkä tasoista asiakaskokemusta he tuottavat, sekä tunnistamaan ne osa-alueet, missä voisivat suoriutua paremmin. (Filenius 2015.)

IT-palvelua käytettäessä tietyt osa-alueet korostuvat koetun laadun osalta tavanomaista palvelua enemmän, kuten palvelun käyttöön käytetty aika. Grönroos toteaakin (2015, 12), että käyttäjien täytyy tuntea, että ajan jonka he käyttävät käyttääkseen palveluntarjoajan palveluita, ei mene hukkaan, muutoin kokemus palvelun laadusta saattaa laskea. Palvelusta saatu kokemus on ainoa tapa erottautua ja pärjätä kiihtyvässä kilpailussa, sillä vaihtoehtoja tiedon lähteeksi tai peräti kilpaileviksi palveluiksi on huomattavan paljon (Ahvenainen, Gylling & Leino 2017, 2). Ja jos käyttäjät eivät koe palvelun laatua riittävän laadukkaana, on siirtyminen toisen palveluntarjoajan asiakkaaksi yleensä helppoa ja nopeaa.

Koetun laadun mittaamiseen osalta on tyypillisesti kaksi virhettä, joita tulee välttää: Ensimmäiseksi mitataan palveluiden laatua käyttäjiltä, jotka ovat käyttäneet palvelua vain kerran. On tärkeää mitata käyttäjien kokemusta eri palvelun vaiheissa, mutta myös sellaisilta käyttäjiltä, jotka ovat jo käyttäneet palvelua kauemmin. Tämä sen vuoksi, että eri vaiheissa olevilla käyttäjillä saattaa olla erilaisia odotuksia palvelun laadun suhteen. Toinen yleinen virhe on kysyä palveluiden laadusta käyttäjiltä, jotka ovat käyttäneet vain yhtä palvelukanavaa kohteena olevasta järjestelmästä. Tämä ei itsessään tuota riittävän arvokasta tietoa palvelun kokonaislaadusta. (Polaine ym. 2013, 163.)

2.2.2 Tekninen laatu

Tekninen laatu kuvaa, teknisestä näkökulmasta, että kuinka palvelut ja palveluita tuottava teknologia-alusta toimii. Tekninen laatu on mitattavissa teknisin mittarein ja saatava aineisto on numeerista aineistoa sekä mielipiteistä riippumatonta, eli objektiivista aineistoa.

Tekninen laatu voidaan jakaa kahteen alakategoriaan:

1. IT-infrastruktuurin saatavuus ja toimivuus

2. IT-palveluiden saatavuus ja toimivuus

IT-infrastruktuurin saatavuus ja toimivuus ei ole välttämättä suoraan loppukäyttäjille näkyvää laatua, sillä tällä tarkoitetaan sitä teknologista alustaa, jolla palveluita tuotetaan ja sen laatua, kuinka hyvin on toiminut. Alustassa voi tapahtua ongelmia, mutta riippuen alustaratkaisuista, ei ongelmat välttämättä näy käyttäjille asti.

IT-palveluiden saatavuudella ja toimivuudella tarkoitetaan sitä, että onko palvelu toiminnassa ja loppukäyttäjien käytettävissä. Esimerkiksi opinnäytetyön kohdeyrityksessä IT-palveluiden toimivuudella tarkoitetaan sitä, että lomakkeita pystytään lähettämään ja ne siirtyvät järjestelmästä toiseen vaikka esim. osia sivuston komponenteista jäisi latautumatta, kuten asiakaspalvelun chat-palvelusovellus. Palveluiden saatavuus on vastaavasti sitä, että onko koko palvelu edes käytettävissä, eli pääseekö käyttäjät lainkaan käyttämään palvelua. IT-palveluiden saatavuus ja toimivuus korreloivat koetun laadun kanssa, esim. jos palvelu ei ole saatavissa tai ei toimi lainkaan, ei asiakaskaan palvelua pysty käyttämään ja tällöin palvelu saa heikoimman mahdollisen arvosanan laadusta. IT-palveluiden saatavuus ja toimivuus on riippuvaisia IT-infrastruktuurin saatavuudesta ja toimivuudesta.

Ja kuten opinnäytetyön myöhemmässä vaiheessa havaittiin osana tutkimuksia, että osassa tapauksia tekniset mittarit IT-palveluiden saatavuuden ja toimivuuden kanssa näyttävät virhetilannetta, mutta asiakkaat eivät kokeneet ongelmia palveluiden saatavuuden ja toimivuuden kanssa.

2.3 IT-palvelun teknologia-arkkitehtuuri

Kohdeyrityksen teknologia-arkkitehtuuri on muodostunut aikojen saatossa hyvinkin monipuoliseksi. Ja kuten Korkeakoulujen kokonaisarkkitehtuurin käsikirja (2009, 4) osuvasti toteaakin, että yrityksellä ja organisaatiolla on aina jonkinlainen teknologia-arkkitehtuuri ja sen synty voi olla hallittua tai hallitsematonta ja kohdeyrityksessä se on ollut hallitsematonta, tarpeiden mukaan syntynyttä. Ja juuri IT-infrastruktuuri on se, jonka avulla yritys tuottaa IT-palvelut ja mitä monitahoisempi teknologia-arkkitehtuuri on, sitä haastavampaa on palveluiden toiminnan varmistaminen.

IT-Infrastruktuuri voidaan jakaa karkeasti kahteen osaan IT-palvelutuotannon näkökulmasta, palvelinarkkitehtuuriin sekä tietoliikennearkkitehtuuriin (Korkeakoulujen kokonaisarkkitehtuurin käsikirja 2009, 35).

Tämän jaottelun avulla on helpompi lähteä syventämään palveluiden rakennetta, sekä sitä, että millaisia teknisiä mittauksia kannattaa toteuttaa.

2.3.1 Palvelinarkkitehtuuri

Palvelinarkkitehtuuriin liittyy Korkeakoulujen kokonaisarkkitehtuurin käsikirjan (2009, 35) mukaan useita osa-alueita joihin teknisiä mittaristoja voidaan määritellä. Näitä osa-alueita on mm. palvelintaso eli itse fyysinen laitteisto, virtualisointitaso jonka avulla palvelimista saadaan hyödynnettyä resurssit paremmin esim. jakamalla palvelin useaan pienempään virtuaalipalvelimeen, käyttöjärjestelmätaso jonka päällä sovelluksia ja ohjelmistoja suoritetaan sekä lopuksi ohjelmistotaso joka tuottaa loppukäyttäjille tarvittavia palvelukomponentteja.

Ylläolevat osa-alueet kuuluvat myös kohdeyrityksen arkkitehtuuriin, sillä yrityksen käytössä on perinteisiä fyysisiä palvelimia tuottamassa virtualisoituja palvelutuotantoalustoja mutta yrityksellä on myös niin yritystä varten toteutetusta pilvestä kuin julkipilvestä hankittua palvelinkapasiteettia IT-palvelutuotantoympäristöjen osana. Ja näillä mainituilla palvelimilla tuotetaan käyttöjärjestelmien päällä ohjelmistoja, jotka tuottavat loppukäyttäjille tarkoitettuja palveluita.

2.3.2 Tietoliikennearkkitehtuuri

Tietoliikenteen toimivuus on asia, johon palveluita tuottava yritys harvemmin voi vaikuttaa millään tavalla. Jos tietoliikenneyhteys on poikki tai hidas, asiakas ei pääse käyttämään yrityksen tarjoamaan palvelua. Tietoliikenneongelmat voivat ilmetä useassa kohtaa verkkoympäristöä, sijaiten joko asiakkaan, yrityksen tai jossain näiden välisessä maastossa. Valitettavasti asiakas vierittää syyn helposti palvelua tarjoavan yrityksen syyksi. (Filenius 2015.)

Tietoliikenneverkot mahdollistavat loppukäyttäjän pääsyn palveluun tietoverkkoja hyödyntäen, mutta tietoverkkoja tarvitaan myös tiedon kulun mahdollistajaksi palvelun eri komponenttinen välillä. Tietoliikenneverkkojen luomiseksi tarvitaan myös tietoliikennelaitteita ja onkin tärkeää mitata niiden tilaa mahdollisten ongelmien varalta.

2.4 Miten laatu mitataan

”Pelkillä mittaustuloksilla on hyvin vähän arvoa. Arvo syntyy vasta, kun tuloksia osataan tulkita ja tulkintaa käyttää toiminnan laadun parantamiseen.” (Tampereen ammattikorkeakoulu 2013, 53.)

Tämä on erittäin kuvaava ja keskeinen teema kun pohditaan, että miten palveluiden laatua tulisi mitata. Tosin väittämä ei ota kantaa itse mittaustiedon sisältöön vaan ottaa kantaa ainoastaan tulkintaan tietosisällöstä. Tällöin on mahdollista, että tietosisältö on jo mitattaessa virheellistä ja täten tulkintaan nojaavat toimenpiteet laadun parantamiseksi, virheellisiä. Kohdeyrityksen sisällä kulkeekin sanonta: ”sitä saat, mitä mittaat” eli onkin tärkeää huomioi-

da mittauksia määriteltäessä mittausten validiteetti sekä reliabiliteetti, joita kutsutaan mittaamisen perusongelmiksi.

Mittarin validiteetilla tarkoitetaan mittarin hyvyyttä, eli sitä miten hyvin mittari osaa mitata sitä, mitä sen olisi tarkoitus mitata. Jotta tulos olisi mahdollisimman hyvä, tulee mittaria myös käyttää oikeaan kohteeseen oikealla tavalla. Myös ajankohdalla on väliä, milloin mittaria käytetään, eli mittauksen oikea-aikaisuus. (Kvantimot 2008.)

Kun tiedetään, että mittaus on kohdennettu oikein oikeaan kohteeseen, on pohdittava mittauksen reliabiliteettia, eli onko saatu mittaustieto luotettavaa (Kvantimot 2008).

Mittausten määrittelyssä tulee huomioida nämä molemmat, jotta on mahdollista päästä tilanteeseen, jossa mittaustiedon perustella tehtävät parannusehdotukset ovat oikeita ja perustuvat oikeaan tietoon. Kuten Eaton (2013, 87) toteaa, on prosessimittaroinnilla yleensä kolme päätavoitetta.

Ensimmäisenä tavoitteena on selvittää se, kuinka nykyinen prosessi toimii, eli prosessin nykytila. Toisena tavoitteena on tuottaa nykytila-analyysista saatujen havaintojen pohjalta kehittyneempi suunnitelma siitä, kuinka prosessin tulee toimia jatkossa. Kolmas päätavoite on toteuttaa tavoitteen mukainen suunnitelma siten, että nykytilasta päästään tulevaisuuden haluttuun tilaan.

Samaa ajatusmaailmaa noudattaa myös IT-palvelun toiminnan kehittäminen ja parantaminen mittausten avulla, eli pitää tietää nykytila jotta voidaan suunnitella parempaa sekä lopulta toteuttaa parannukset palvelun toiminnan kehittämiseksi.

IT-palveluissa palveluprosessin variaatiot ovat huomattavasti pienempiä, sillä käyttäjä asioivat tietojärjestelmän kanssa. Tietenkin IT-palveluissakin tapahtuu poikkeamia jotka vaikuttavat palveluiden saatavuuteen ja käytettävyyteen, mutta pääsääntöisesti palveluiden laatu on tasalaatuisempaa kuin ihmisten kanssa asioitaessa.

Tällöin käyttäjäkokemuksen laadun mittareina toimivat pääasiallisesti palvelun käytettävyyteen liittyvät asiat, kuten helppokäyttöisyys ja palvelun suorituskykyyn liittyvät mittarit. Käytettävyyden helppouteen ei ole olemassa yhtä yksittäistä mittaria, sillä palvelun käyttöliittymä voidaan kokea eri lailla riippuen mm. ihmisten iästä tai riippuen palvelua käytetystä laitteistosta.

2.5 IT-palvelun mittaamiseen käytettävät tekniset mittarit

Teknisillä mittareilla tarkoitetaan suorituskyvyllisiä sekä laadullisia mittareita, joilla mitataan yksittäisiä osa-alueita IT-palvelun teknisestä palvelualustasta. Hyviä mittareita IT-palvelun

tekniseen mittaamiseen tarjoaa esimerkiksi Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunnan ohjeistus 174.

IT-palvelun tekniset mittarit jakaantuvat osin saman kategorisoinnin mukaisesti kuin Korkeakoulujen kokonaisarkkitehtuurin käsikirja (2009, 35) jakaa IT-infrastruktuurin, eli tietoliikennetasoon sekä palvelintasoon. Lisäksi JHS 174 tuo teknisiin mittareihin kolmannen tason, eli palvelutason mittarit. Näillä mittareilla voidaan mitata Korkeakoulujen kokonaisarkkitehtuurin käsikirja (2009, 35) mainitsemaa ohjelmistotasoa mutta myös samalla palvelun kokonaisvaltaista toimintaa.

2.5.1 Tietoliikennetason mittarit

Tietoliikennepalveluiden mittauksessa on tärkeää mitata verkkojen laatua saatavuusmittausten ohella, sillä pelkkä verkon saatavuus ei yksistään auta vastaamaan laadullisiin vaatimuksiin. Hyvinä mittareina tietoliikenteen teknisen, kokonaisvaltaisen laatutason mittaamiseksi JUHTA on julkaissut JHS 174, liitteen 1 osana valmiin tietoliikennetason laadullisen mittariston, johon kuuluu seuraavat mittarit:

1. Verkon viive
2. Viiveen vaihtelu
3. Pakettivirhesuhde
4. Pakettihäviösuhde

Näiden mittausten avulla saadaan selville verkon saatavuus mutta myös verkon laatu. Nämä yllämainitut mittarit riittävät kattamaan yleiset verkon laatuun ja saatavuuteen liittyvät tavoitteet, mutta eivät sinällään pysty rajaamaan vikaa mihinkään esim. tiettyyn laitteeseen. Yllämainittujen mittareiden avulla saadaan toteutettua ensimmäinen taso tietoliikennetason teknisistä mittareista.

2.5.2 Palvelinarkkitehtuurin mittarit

Palvelinarkkitehtuurin taustalla vaikuttavat aina palvelimet ja tästä johtuen pitää tietää, että kuinka alustapalvelimet sekä niiden päällä toimivat virtuaaliset palvelimet ja käyttöjärjestelmät voivat.

Andersenin (2004) mukaan palvelinarkkitehtuurin perusmittareiksi soveltuvat seuraavat tekniset mittarit:

1. ICMP Echo Request:n (RFC 792) avulla on mahdollista mitata palvelinten saatavuutta sekä myös mahdollista latenssin sekä pakettihäviön laskemisen ICMP Echo Responsesta (RFC 792).
2. Prosessorin käyttöaste
3. Muistin käyttö
    a. Vapaan muistin määrä
    b. väliaikaismuistin käyttö
4. Tallennuskapasiteetin käyttö
    a. täyttöaste
    b. vapaana olevan tilan määrä
5. Tietoliikenneverkon käyttöaste.

Näiden yllämainittujen mittareiden avulla saadaan toteutettu ensimmäinen taso teknisistä mittareista palvelinarkkitehtuurille.

2.5.3 Palvelutason mittarit

Palvelutasolla tarkoitetaan sitä, kuinka palvelu on käytettävissä ja saatavilla. JHS 174, liite 1:n mukaan käytettävyydellä tarkoitetaan sitä, että palvelu on päällä ja on kyvykäs tuottamaan sitä palvelua, jota palvelulta edellytetään. Eli palvelu on loppukäyttäjän käytettävissä ja saavutettavissa.

Palvelutason mittaamiseksi voidaan käyttää ICMP Echo Request:a (RFC 792) siten, että mitataan tietyn palvelun saatavuutta. Testi itsessään ei vielä kerro, että toimiiko itse palvelu, mutta mahdollistaa kevyen näkemyksen palvelun saatavuuden mittaamiseksi ja on täten hyvä lähtökohta ensimmäiselle, helposti toteutettavalle saatavuusmittaukselle.

Tarkemmiksi palvelutason teknisiksi mittareiksi voidaan valita kutakin kohdejärjestelmää, synteettisesti simuloivia ohjelmistoja, joissa tehdään loppukäyttäjää mukailevia testejä. Näiden mittausten avulla perinteisesti mitataan palveluiden vasteaikaa sekä tietosisällön oikeellisuutta. Esimerkiksi verkkopalveluiden osalta yleisesti käytetään Selenium Webdriver-teknologiaa (SeleniumHQ 2018), jonka avulla voidaan automatisoida käyttäjän selaimen käyttämistä. Tätä teknologiaa käytetään myös Tapaustutkimus 2 – www-sivuston synteettisissä loppukäyttäjää simuloivissa testeissä.

2.6 Teknisen laadun lähtötaso

Jotta teknistä laatua voidaan kehittää, pitää tuntea teknisen laadun lähtötaso. Teknisen laadun lähtötaso saadaan selville, kunhan IT-palvelutuotantoympäristöön on toteutettu ensimmäisen tason tekniset mittarit ja IT-palvelutuotantoympäristöä on mitattu siten, että mittaaineistossa on riittävästi tapahtumia. Riittävä määrä vaihtelee palveluittain ja mittausjakson pituus pitää määritellä tapauskohtaisesti. Tätä ensimmäistä mittauskierrosta kutsutaan nykytila-analyysiksi, sillä mittausten avulla saadaan IT-palvelutuotannon sen hetkinen tila selville.

Teknisen laadun mittaaminen ja mittaustulosten analysointi on hyvin suoraviivaista, sillä mitattu data on yksiselitteistä, numeerista tietoa. Nykytila-analyysin aikana tuotettu mittausdata vaatii analyyttista arviointia sekä voi vaatia vertailua esim. verkosta saatujen aineistojen osalta vertailua esim. Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunnan suosituksia vasten (JUHTA, 2010). On hyvä myös toteuttaa kyselyitä loppukäyttäjille ja tarkistaa asiakaspalveluun tulleiden yhteydenottojen sisältöjä siten, että onko koetussa laadussa havaittu ongelmia ja jos on havaintoja koetun laadun vaihtelusta, tulee analysoida teknisiä mittaustuloksia siten, että löytyykö syy-yhteysseurauksia teknisen laadun ongelmien kanssa suhteessa käyttäjäkokemuksista saatuihin havaintoihin.

2.7 Mittareiden kehittäminen

Kun perusmittarit on saatu toteutettua ja ensimmäinen taso palveluiden laadun perustasosta mitattua, tulee mittareita kehittää vastaamaan ja syventämään IT-palvelun toiminnan ymmärtämistä. Hyvänä mallina jatkuvan kehittämisen malliksi voidaan käyttää esim. Tohtori W.Edwards Demingin kehittämään PDSA-kehämenetelmää (Plan – Do – Study – Act) (Persse, 2006, 59.), jossa palvelun kehittäminen on jatkuvaa.

Kehämenetelmän vaiheet sovellettuna IT-palveluiden teknisten mittareiden kehittämiseksi koostuvat seuraavista vaiheista:

1) Ensimmäinen vaihe, suunnittele (plan), määritellään kehitystyölle maali

   Mittausten osalta valitaan ensimmäisessä vaiheessa valikoima teknisiä mittareita, suunnitellaan mittausjakson pituus sekä suunnitellaan, kuinka mittaukset voitaisiin toteuttaa. Jos kyseessä on jo uusi kierros kehämenetelmässä, olemassa olevia mittaristoja parannetaan havaintojen perusteella, oli se sitten mittaristojen lisäämistä tai poistamista.

2) Toinen vaihe, tee (do), toteutetaan kehitystyö.

   Toteutetaan vaiheessa yksi määritellyt IT-palveluiden teknisten mittausten toteutus sekä toteutetaan suunnitelman mukainen mittausjakso

3) Kolmannessa vaiheessa, tutki (study), tutkitaan mittaustuloksia

   Mittaustuloksia analysoidaan sekä verrataan nykytila-analyysin tai edellisen do-vaiheen tuloksiin. Tuloksista etsitään havaintoja teknisistä ongelmista sekä etsitään korrelaatioita koettuun laatuun vertaamalla aineistoa mm. asiakaspalvelun havaitsemiin ongelmiin tai asiakkaille toteutettujen kyselyiden kautta saatuihin vastauksiin.

4) Neljännessä vaiheessa, toimi (act) yhdistetään aiempien vaiheiden opit

   Mittaustulosten ja havaintojen perusteella toteutetaan tarvittavia kehitystoimenpiteitä niin IT-palvelutuotantoympäristöön ja sitä mittaaviin teknisiin mittareihin sekä tarvittaessa määritellään uudet tavoitteet tai hienosäädetään olemassa olevia tavoitteita.

Neljännen ja viimeisen vaiheen jälkeen palataan takaisin ensimmäiseen vaiheeseen ja tämän jälkeen prosessi jatkuu jatkuvana kehittämisen kehänä.

Hyviä syventäviä mittareita tietoliikennearkkitehtuurin mittaamiseksi on mm. palvelun kannalta kriittisten verkkolaitteiden, joita voi olla esim. reitittimet, kytkimet, kuormanjakajat, palomuurit sekä muita IT-palvelun kannalta oleellisia, tietoliikennearkkitehtuuriin liittyviä laitteita.

Näiden verkkolaitteiden osalta on hyvä mitata laitteiden tilatietoa eli miten laite voi, olemassa olevien tietoliikenteen laadullisten mittausten lisäksi. Virheilevät laitteet voivat aiheuttaa verkon laatuun sekä suorituskykyyn eriasteisia, vaikeasti paikannettavia häiriöitä. Myös verkkoliikenteen määrä laitekohtaisesti sekä tarvittaessa jopa tietoliikenteen määrä porttikohtaisesti, ovat hyviä mittareita toteuttaa, oli kyseessä palvelin tai verkkolaite. Sillä jos liikenteen määrä käyttää kaiken verkkokapasiteetin valitussa laitteessa, tuottaa se usein laadullisia ongelmia tietotietoliikennetasolle.

Palvelinarkkitehtuurissa mittareiden syventämisessä on suotavaa lähteä viemään mittaukset myös laitteiden fyysisille tasoille, eli onko ongelmia havaittavissa itse palvelua tuottavassa palvelintasossa, esimerkiksi kovalevyjen fyysisten ongelmien osalta.

Sovellustasolla voidaan mittareita syventää palvelua tuottavia prosesseja kohtaan esim. mittaamalla palvelua tuottavien prosessien lukumäärä, mikä on palvelua tuottavan prosessin käyttämä prosessorin käyttöaste sekä muistimäärä ja prosessista voi mitata tilaa, että onko prosessi elossa vai ei.

Palvelun palvelutasoa kuvaavissa syventävissä mittareissa keskitytään syventämään ymmärrystä siitä, että toimiiko mittausten kohteena oleva palvelu ja palvelun tarjoamat alitoiminnot. Tämän mahdollistajaksi pitää löytää työkaluja, joilla voidaan simuloida eli tehdä loppukäyttä-

jää simuloivia toiminteita kohdejärjestelmässä, oli se sitten www-sivuston avaaminen tai client-ohjelman avaaminen. Näillä simulaatiotyökaluilla toteutetaan myös palveluiden alitoimintojen simulointia, eli esim. järjestelmään kirjautumisia. Näitä simulaatiotyökaluja löytyy markkinoilta useita ja ovat usein hyvinkin tarkkaan rajattuja käyttöalueidensa kuin kohdeteknologioiden osalta sekä useimmat työkalut ovat kaupallisia. Hyvänä esimerkkinä avoimen lähdekoodin ratkaisusta WWW-sivustojen toimivuuden mittaamiseen on Selenium WebDriver (SeleniumHQ 2018) ja sitä käytetään usein testiautomaation osana mittaamaan palveluiden funktionaalista toimivuutta. Selenium WebDriver:n (SeleniumHQ 2018) avulla on mahdollista saada selville, että latautuuko sivusto oikeasti selaimessa ja kuinka kauan valitun sivuston avautuminen kestää. Sen avulla voidaan tarvittaessa myös toteuttaa toimintoketjuja alitoimintojen varmistamiseksi, kuten etusivun avautumisen ja sitä seuraavan sisäänkirjautumisen toiminnan ja varmistaa, että sivun sisältö vastaa haluttua samalla mitaten kokonaislatenssia toimintoketjulle.

Näiden syventävien mittareiden avulla voidaan havaita tarkemmin, että onko jokin tietty palvelun osa-alue tai yksittäinen mittari, joka mahdollisesti reagoi koetun laadun laatutason kanssa samankaltaisesti. Tarkempien mittareiden avulla on myös mahdollista rajata ongelmien juurisyitä pienemmälle alueelle IT-palvelutuotantoalustoissa.

3 Tutkimusmenetelmä ja lähestymistapa

Tapaustutkimus on empiirinen tutkimus, jossa tutkitaan tiettyä, aikaan sidottua, pitkäaikaista ilmiötä reaalielämän asiayhteyteen sidottuna (Yin, 2014, 2). Tutkittava ilmiö voi liittyä yksilöön, yhteisöön, organisaatioon tai suurempiin kokonaisuuksiin tai ilmiö voi olla tapahtumakulku. Tarkoitus on kerätä mahdollisimman monipuolisesti materiaalia tutkimuksen kohteesta. (Laine, Bamberg ym. 2008, 10). Tapaustutkimuksen sisällä voidaan käyttää useita menetelmiä ja aineistoja tarpeellisen materiaalin saavuttamiseksi tutkitusta kohteesta (Laine, Bamberg ym. 2008, 9). Tutkimusmenetelmiksi kelpaavat niin kvalitatiivinen kuin kvantitatiivinen tutkimustapa.

3.1 Tutkimusmateriaali

Tutkimusmateriaalia läpikäytäessä kävi selväksi, että aiheeseen liittyvää kirjallisuutta ja dokumentaatiota ei oikeastaan ole olemassa, vaan aineisto keskittyy pääasiassa kertaluonteisiin, ei-funktionaalisiin testeihin ja jatkuva-aikainen laadunvarmistus keskittyy funktionaaliseen laatuun. Varsinainen koetun laadun mittaamista koskeva aineisto oli perinteisemmin menetelmin toteutettuja mittauksia, eli joissa vastaajana toimii ihminen ja tulokset ovat, kuten aiemmin todettua, hyvin aika-, ja paikkariippuvaista.

Tapaustutkimuksen taustamateriaaleina on pyritty hakemaan erilaisista lähteistä, kirjoista, tutkimuksista, blogeista, mittauspalveluiden käyttöoppaista sekä muista mahdollisista materiaaleista.

Taulukon 1 termejä, niin suomeksi kuin englanniksi, on käytetty tiedonhaun pohjana:

IT-palveluiden koettu laatu
IT-palveluiden laatu
IT-palveluiden tekninen laatu
IT-palveluiden mittaaminen
Funktionaalinen laadunvarmistus
Ei-funktionaalinen laadunvarmistus
Mittaaminen

Taulukko 1: Keskeisimmän termit tiedonhaussa

Taulukossa 2 on määritelty opinnäytetyön keskeisimmät teoreettiset lähteet:

Digitaalinen asiakaskokemus - Menesty monikanavaisessa liiketoiminnassa. (Filenius)
Palvelujen johtaminen ja markkinointi (Gröönroos)
Julkisen hallinnnon tietohallinnnon neuvottelukunnan ainestot (JUHTA)
Palvelumuotoilu (Tuulaniemi)

Taulukko 2: Keskeisimmän teoreettiset lähteet

Lähtökohtaisesti vähäisen aineiston johdosta tietoa on jouduttu yhdistelemään useista eri lähteistä mm. tämän opinnäytetyön tutkimuksista (määrällinen tutkimus, laadullinen tutkimus sekä IT-palvelutuotantoympäristöjen teknisten mittareiden mittausaineistoa), asiantuntijoiden (mm. palveluiden kehittäjät, ylläpitäjät sekä teknisen mittaussovelluksen kehittäjät) haastatteluista. Materiaalin laatuun käytettiin erityistä huomiota sekä kriittisyyttä ja saadulle tiedolle haettiin varmistusta muista lähteistä.

3.2 Tapaustutkimustrategia

Tapaustutkimusta suositaan tutkimusstrategiana jos tutkimuskysymyksissä on esitetty kysymykset miten tai miksi (Yin 2014, 1). Laine ym. (2008, 10) toteavatkin, että tapaustutkimukselle on tyypillistä selvittää jotakin entuudestaan tuntematonta, mutta silti vaatii lisätietoa, eli vastaavat suoraan kysymyksiin miten ja miksi.

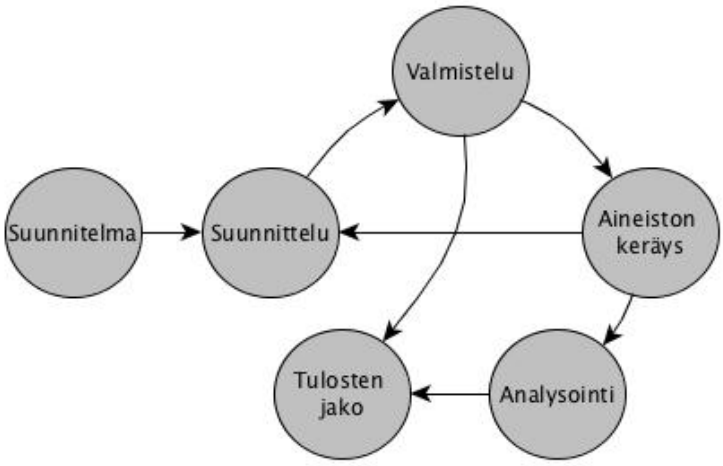
Opinnäytetyön aihe ohjaa luontevasti tapaustutkimuksen pariin, sillä kyseessä on organisaatiorajat ja palvelukokonaisuudet ylittävä tutkimus, jonka tarkoitus on löytää yhtäläisyyksiä käyttäjien kokemista, koettuun laatuun liittyvistä ilmiöistä IT-palveluita käytettäessä. Opinnäytetyön keskeisenä teemana on selvittää, että voidaanko teknisen laadun mittaamisella mitata koettua laatua ja jos on mahdollista niin myös vastata kysymykseen: miten?

Tutkimusten jälkeen pyritään määrittelemään, että miten kohdeyrityksen sekä muiden ohjelmistokehitystä tekevien yritysten nykyisissä tai tulevissa IT-palveluissa tulisi ottaa huomioon IT-palvelun tekninen laatu ja sen mittaaminen tuotantovaiheen aikana, mutta myös mahdollisesti muissakin palvelun elinkaaren vaiheissa.

Tapaustutkimuksen etenemisen vaiheet on jaettavissa viiteen osioon:

1. Tutkimuksen suunnitelma ja suunnittelu
2. Tutkimuksen valmistelu
3. Tutkimusaineiston kerääminen
4. Tutkimustiedon analysointi
5. Tutkimustiedon raportointi

Tutkimusprosessi on johdonmukainen, mutta iteratiivinen. (Yin, 2014.)



Kuvio 1: tapaustutkimuksen vaiheet

3.3 Tutkimuksen suunnitelma ja suunnittelu

Yinin (2014, 3) mukaan tutkimuksen suunnitelman yhtenä keskeisimpänä tehtävänä on asettaa huolella mietityt ja pohditut tutkimuskysymykset tai tutkimuksen tavoitteet. Kuten edellisessä kohdassa todettiin, niin tutkimuksen tulisi vastata kysymyksiin miten tai miksi?

Tutkimuskohteita valittaessa on tärkeää löytää tutkimuksen kannalta sellaiset tutkittavat kohteet, joista on mahdollista saada tutkimusaineistoa sekä kerätä riittävästi aineistoa, oli kyseessä yksi tai useampi tutkittava kohde. Tutkimusaineiston tulisi heijastaa riittävästi tutkimuskysymyksiin. (Yin 2014, 28.)

Tutkimussuunnitelma käynnistyi kohdeyrityksessä, sillä yrityksen asiakasmäärän kasvaessa ja tarve mitata palveluiden laatua, niin käyttäjien kuin teknologian näkökulmasta, kävi ilmeiseksi. Mittaamalla oikeita asioita, olisi myös mahdollisuus saada säästöjä mm. laitteistokustannuksissa, sillä jos tiedettäisiin koetun laadun suhde tekniseen laatuun, voitaisiin kehitys ja ylläpitopanostuksen kohdentaa paremmin.

Jokaisessa empiirisessä tutkimuksessa on, joko suorasti tai epäsuorasti tutkimusmalli. Tutkimusmallin taustalla on looginen ketju, joka yhdistää empiirisen tutkimusaineiston tutkimuksen kysymyksiin sekä lopulta johtopäätökseen. (Yin 2014, 28.) Tämän takia tutkimuksen suunnittelun keskeisenä tehtävänä on tunnistaa tutkimuskohde tai tutkimuskohteet sekä luoda linkki kerättävästä aineistosta suunnitelmassa määriteltyihin kysymyksiin (Yin 2014, 27-28).

Tapaustutkimus koostuu viidestä, tutkimusmallin kannalta tärkeästä elementistä:

1. Tutkimuskysymykset
2. Väitteet
3. Analyysiyksiköt
4. Looginen linkki aineistosta väittämiin
5. Kriteerit tulosten tulkintaan

Ensimmäisen kolmen elementin tarkoituksena on auttaa keskittymään aineiston hankintaan, rajaamiseen ja määrittelyyn. Kahden viimeisen elementin taustalla on tarkoitus ymmärtää aineiston sisältöä ja korrelaatioita väittämiin. (Yin 2014, 36.)

3.3.1 Tutkimuskysymykset ja tutkimusväitteet

Tutkimuskysymysten avulla rajataan tutkittava aihealue siten, että tutkimuksessa keskitytään IT-palveluihin ja niiden osalta koettuun laatuun, sellaisilla mittareilla, että mittaukset eivät vaadi ihmisten tekemiä mittauksia vaan ovat täysin automatisoitavissa.

Tutkimuskysymykset tämän opinnäytetyön osalta ovat:

- Miten IT-palvelun laatu mitataan teknisillä mittareilla?
- Onko IT-palvelun laatua mahdollista mitata vain teknisen laadun mittareilla?

Jotta tutkimuskysymyksillä päästään tutkimuksen kannalta oikeaan suuntaan, on tutkimuksen tueksi hyvä saada muutama väite, joiden avulla voidaan laajentaa ”miksi” ja ”mitä” kysymyksiä.

Opinnäytetyön tutkimuskysymyksiä tukevat ja ohjaavat väitteet ovat:

- Onko mahdollista havaita korrelaatioita IT-palvelutuotannon ongelmista loppukäyttäjien kokemassa laadussa
- Millaisia teknisiä mittareita tulisi toteuttaa IT-palvelutuotantoon, että koetun laadun heikkeneminen voitaisiin havaita teknisten mittareiden avulla?

Väitteiden avulla pyritään kohdentamaan tarkemmin tutkimusta sekä löytämään tutkimuksen kannalta olennainen tieto tutkimusaineistosta. Väitteet ohjaavat tutkimusta tuotannonaikaiseen laatuun, pois kehityksenaikaisesta laadusta, joka rajaa aluetta tarpeeksi, mutta mahdollistaa kuitenkin riittävän laajan materiaalin tutkimusten taustalle. Tuotannonaikaisista mittauksista ja niissä havaituista ongelmista on olemassa valmiiksi erittäin paljon asiakaskohtaista materiaalia jota voidaan käyttää tutkimuksissa hyödyksi.

3.3.2 Analyysiyksiköt

Analyysiyksikkö eli kohteen määrittely on prosessin tärkeimpiä vaiheita. On suuri riski, että tutkimus lähtee rönsyilemään ja pyritään kattamaan kaikki mahdollinen, vaikka tutkimukselle on asetettu tutkimuskysymykset sekä kysymysten tueksi väitteet. Tällöin kohteen rajauksen avulla pystytään tarkentamaan tutkittavaa ilmiötä sekä saadaan varmuus, että kerätty aineisto viittaa tutkittavaan ilmiöön eikä kaikkeen, myös löyhästi tutkimusongelmaan liittyvään aiheeseen. (Yin 2014, 31-34.)

Opinnäytetyön tapauksessa tutkimusaineiston kannalta merkittäväksi ilmiöksi valikoitui tuotantoympäristöissä tapahtuneiden IT-palveluongelmatilanteiden tutkiminen. Tuotantoympäristöissä tapahtuneet IT-palveluongelmatilanteet määrittelevät myös rajat itse tutkimuksen kohteelle. Näitä tapahtumia oli tiedossa useita ja lopullisiksi tutkimuskohteiksi valikoituivat ne, joista oli saatavilla eniten aineistoa, mm. teknisten mittausten mittausaineistoa, lokitietoa sekä virhetietoja taustajärjestelmistä sekä loppukäyttäjäkokemuksesta tietoa asiakaspalveluun tulleiden yhteydenottojen kautta, loppukäyttäjiltä kerättynä tietona sekä itse livepalvelussa toteutetun tutkivan testauksen osalta.

3.3.3 Looginen linkki aineistosta väittämiin

Aineistoa tutkittaessa on tärkeää löytää linkit aineistosta väittämiin sekä aineiston analyysia varten tutustua erilaisiin analyyttisiin tutkimustapoihin, joilla aineiston tutkimusta voidaan toteuttaa. Tämän pohjustuksen avulla luodaan vankka pohja tulosten kriteereille ja lopullisel-le tulkinnalle. (Yin 2017, 35.)

3.3.4 Kriteerit tulosten tulkintaan

Aineistona tutkimuksessa toimi asiakkaiden IT-palveluympäristöissä tapahtuneet tekniset mittaukset, mittausten avulla havaitut ongelmat IT-palveluympäristöissä sekä havainnot, miten IT-palvelutuotantoympäristön ongelmat ovat heijastuneet loppukäyttäjiin.

Tärkeinä kriteerinä tulosten tulkinnoille oli, että IT-palvelutuotannossa oli tapahtunut virhe joka näkyi teknisissä mittauksissa, IT-palveluiden koetussa laadussa oli koettu laadun heikkenemistä tai jos palvelussa oli toteutettu koetun laadun synteettisiä mittauksia ja niissä havaittiin koetun laadun heikkenemistä.

3.4 Tutkimuksen valmistelu

Valmistelu on tutkimusaineiston kannalta hyvin tärkeää, sillä ilman valmistelua on riski, että kerättävät aineisto ei ole tarpeeksi laadukasta. Valmistelun tarkoituksena on myös varmistaa, että tutkimukseen liittyvät henkilötiedot säilyvät suojattuina.

Hyvä tapaustutkimuksen valmistelu edellyttää, että tutkijalla on tarvittavat tiedot ja taidot, menetelmät tutkimuksen hoitamiseksi sekä seulotut ja valitut tiedonkeruukohdeympäristöt (Yin 2014, 71).

Tapaustutkimuksen aiheen taustalla on tutkijan usean vuoden kokemus tietojärjestelmien teknisestä mittaamisesta sekä useista kymmenistä kohtaamisista tutkimuskohteina olleiden IT-palveluiden loppukäyttäjien, palveluiden kehittäjien ja ylläpitäjien kanssa. Kohdeyrityksessä on käytössä IT-palveluiden mittaamiseen niin teknisesti kuin koetun laadun osalta soveltuvia mittausjärjestelmiä. Aineiston taustalle pyydettiin myös lisäaineistoa mittausjärjestelmän toimittavalta taholta ja aineistoiksi valikoitui järjestelmien mittaustietoja sekä järjestelmälokeja, joka muodosti pohjan luvussa 3.6.3 esiteltävälle ensimmäiselle tapaustutkimukselle, client-server-tapaus. Mittauspalvelua ja aineistoa toimittavan yrityksen kanssa sovittiin yhdessä, että mistä mittausympäristöistä aineistoa otettiin tutkimukseen sekä miten aineistoa käytetään.

Aineistojen anonymiteetti ja luottamuksellisuus hoitui ilman erillistä työtä, sillä mittausjärjestelmän tiedot olivat ainoastaan numeerista tietoa, ilman henkilöitä yksilöiviä. Myös saadut lokitiedot olivat sellaista, että ne eivät pitäneet sisällään ollenkaan henkilötietoa, vaan ainoastaan tietojärjestelmien virhetilanteita.

Laadullisista ja määrällisistä tutkimuksista saatu tieto ei pitänyt sisällään luottamuksellista tietoa, sillä laadulliset tutkimukset toteutettiin anonyymin verkkokyselyn avulla, jossa ei tarvinnut ilmoittaa vastaajan nimeä eikä järjestelmään tallennettu vastaajan ip-osoitteita. Myöskään kyselyissä ei pyydetty vastauksia palveluiden käyttäjiin liittyen saati yrityksiin joihin palvelut liittyivät.

Määrällisten haastatteluiden osalta sovittiin haastatteluiden alussa, että järjestelmien nimiä eikä käyttäjätietoja tai käyttäjäprofiileja tarvitse kertoa, eli haastattelut hoidettiin täysin ilman sellaista tietoa joka olisi voitu yhdistää esim. järjestelmän käyttäjiin, käyttäjäryhmiin tai edes järjestelmän omistaviin yrityksiin.

3.5 Tutkimusaineiston kerääminen

Tapaustutkimuksissa voidaan tutkia joko yhtä tapausta tai useita tapauksia. Aineiston pohjana voi olla kyselyt, haastattelut, havainnointi, arkistointimateriaali, media-aineisto, tilastot, erilaiset dokumentit jne. Tapaustutkimuksen materiaali voi siis olla kvalitatiivista tai kvantitatiivista, kuten tilastoja, tutkimustuloksia tai aikasarja-aineistoja. (Järvinen & Järvinen 2004, 75; Eriksson & Koistinen 2014, 30.)

Jotta tapaustutkimuksen aineisto on riittävän laajaa ja monipuolista, Yin (2014, 105-106) suositteleekin käyttämään kuuden päälähteen menetelmää, joiden avulla pyritään todistamaan lopputuloksen luotettavuutta.

Nämä yllämainitut kuusi lähdettä ovat:

1. Dokumentaatio
2. Arkistoaineisto
3. Haastattelut
4. Suorat havainnot
5. Osallistujien havainnointi
6. Fyysiset esineet

Tapaustutkimuksessa monenlaiset aineistot ja aineistolähteet ovat käyttökelpoisia ja niitä käytetään rinnakkain. Tämä monenlaisen aineiston käyttäminen mahdollistaa rikkaamman ja luotettavamman lopputuloksen (Eriksson & Koistinen 2014, 31). Näistä kaikista yllämainituista seikoista johtuen opinnäytetyön aineiston hankinnassa käytettiin useita menetelmiä myös osittain rinnakkain, aineiston oikeellisuuden ja luotettavuuden varmistamiseksi. Käytettyjä aineiston hankintamenetelmiä olivat taulukossa 3 määritellyt menetelmät:

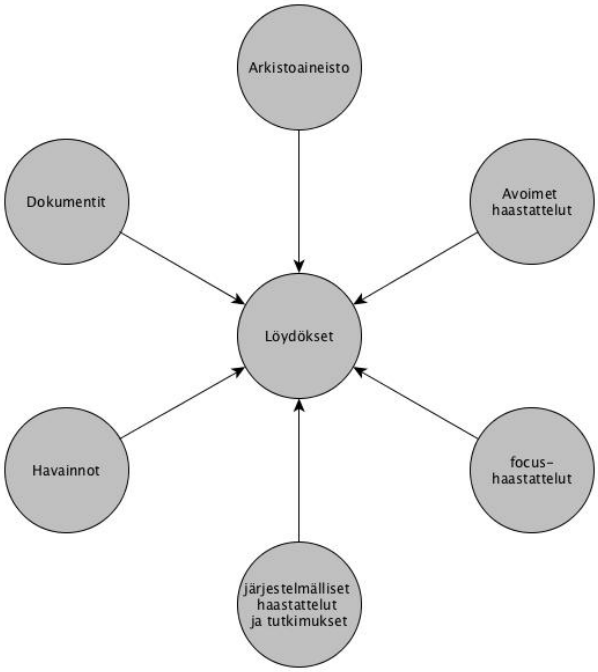
Tutkimusmenetelmä	Tutkimustapa	Kohderyhmä, kohdejärjestelmät sekä tutkittava aineisto
määrällinen tutkimus	www-lomakemuotoinen kysely	• IT-palveluiden ohjelmistokehittäjät • IT-palveluiden ohjelmistotestaajat
laadullinen tutkimus	laadulliset haastattelut	• IT-palveluiden ohjelmistokehittäjät • IT-palveluiden ylläpitäjät • IT-palveluiden loppukäyttäjät
IT-palveluiden tuotantokäytön mittaus ja mittaustulosten analysointi	• suorat havainnot • olemassa olevan tieto-aineiston analysointi	• olemassa olevien IT-palveluiden (client-server-palvelu, www-palvelu) teknistä mittaustietoa • suoria havaintoja käyttämällä mittausten piirissä olevaa järjestelmää

Taulukko 3: aineiston hankintamenetelmät

Kuten Gilham (2000,2) toteaa, vasta tapaukseen tutustuminen, aineiston kerääminen ja kontekstin ymmärtäminen osoittavat, mitkä teoriat toimivat parhaiten ja auttavat ymmärtämään tapausta. Siksi suurin painoarvo tutkimusaineistossa lepääkin IT-palveluiden tuottamien mittausaineistoissa sekä niiden analysoinnissa.

Tutkimuksen konvergenssin saavuttamiseksi näitä yllämainittuja menetelmiä käytettiin, sillä tutkimuksen kannalta on tärkeää, että tutkimuksen laadullinen tasapaino saavutetaan. Jokaisen tutkimusosion jälkeen toteutettiin tulosten analysointia, verrattiin löydöksiä muista aineistoista todettuihin löydöksiin. Löydökset myös kirjattiin ylös niin sanottuun tutkimustietopankkiin, jotta löydöksiin on tarvittaessa mahdollista palata takaisin.

Kuvio 2 toimii esimerkkikaaviona tiedon konvergenssista yhden tutkimuksen osalta (Yin, 2014, 121).



Kuvio 2: tiedon konvergenssi

Näitä samoja elementtejä oli läsnä myös tutkimuksessa siten, että tutkimuksessa saatiin aikaiseksi triangulaatio, eli erilaiset lähteet tukevat tutkimuksen löydöksiä.

Tiedon luotettavuuden eteen käytettiin Yin (2014, 127) suosittelemaan menetelmää, tiedon todistusketjua, jossa minkä tahansa tutkimustiedon polku johtopäätöksistä tutkimuskysymyksiin voidaan analysoida jälkikäteen per tutkimusporras sekä seurata, miten tieto on jalostunut tutkimuksen edetessä.

Määrällisten ja laadullisten tutkimusten kohteina olivat pääasiallisesti IT-palveluiden kehittäjät, testaajat, ylläpitäjät ja mittausteknologioista vastaavat henkilöt. Näiden tutkimusten lisäksi toteutettiin analyysi tuotantokäytössä olevista IT-palveluista siten, että tutkittiin tuotannossa havaittuja ongelmia sekä niihin johtaneita tilanteita sekä miten nämä tapahtumat heijastuivat loppukäyttäjiin. Näiden tuotantokäytössä olevien mittausten ja olemassa olevan suuren tietomäärän avulla kerätyn tiedon resoluutiota pystyttiin nostamaan, kuten Swanborn (2010, 99) suosittelee, sekä tietoaineistoa kerättiin ja analysoitiin pidemmältä aikaväliltä. Kaiken tämän tarkemman ja pidempikestoisen tietomassan tarkoituksena on saada analyysivaiheessa poistettua ajasta ja paikasta johtuvien, yksittäisten virheiden vaikutusten näkyminen tutkimusta vääristävänä tietona.

3.5.1 Määrällinen tutkimus osana tapaustutkimuksen aineistohankintaa

Määrällisen tutkimuksen tarkoituksena on saada objektiivista aineistoa tutkittavasta aiheesta ja tutkimustyön luonne on hyvin määrämuotoinen sekä kontrolloitu. Aineistoa kerätään struk-

turoidusti ja kerätyn aineiston luonne on pääsääntöisesti numeerista tietoa. (The Open University 2018, 10).

Opinnäytetyön ensimmäinen tutkimus tehtiin määrällisenä, lomakemuotoisen kyselynä kohdeyrityksen tuotekehitysyksikölle. Tutkimus lähetettiin 35 henkilölle joista 23 vastasi tutkimukseen. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää se, että oliko tuotekehitysprosessin aikana havaittu ongelmia niin IT-alustan tai loppukäyttäjien koetun laadun laatutason kanssa. Pääpaino oli ei-funktionaalisissa, pääasiallisesti suorituskykyyn liittyvissä ongelmissa.

Määrällisen tutkimuksen perimmäisenä kysymyksenä oli, että ovatko kehittäjät törmänneet tuotekehitysprojekteissaan haasteisiin, joilla oli ollut vaikutusta loppukäyttäjien kokemaan laatuun joko projektin testijaksojen, mahdollisten pilottivaiheen tai tuotantoonsiirtovaiheen aikana. Tutkimuksessa keskityttiin pääasiallisesti kehitettävän palvelun suorituskykyyn vaikuttaviin tekijöihin, mutta myös tuotantoonsiirtovaiheen IT-palvelualustan tekniset ongelmat huomioitiin haastatteluissa.

Tutkimuksessa selvitettiin myös, että kuinka tuotekehittäjät ovat ottaneet huomioon palvelua kehittäessään suorituskyvyn niin kehityksen aikana kuin tuotannossa. Tutkimuksen sisältönä tuli selvyys siitä, että miten kehityksen aikaiset toimenpiteet ei-funktionaalisen toiminnan eteen realisoituivat tuotantokäytössä. Eli oliko toimenpiteet olleet oikeita, riittävän kattavia vai oliko toimenpiteistä ollut ylipäätään apua palvelun tuotantovaiheessa. Tästä nousikin kappaleen 5.1, jatkotutkimustarve 3 esille, jota olisi hyvä lähteä tulevaisuudessa tutkimaan.

3.5.2 Laadullinen tutkimus osana tapaustutkimuksen aineistonhankintaa

Aaltola ja Valli (2010, 74) ovat todenneet, että laadullinen tutkimus on enemmän matka tutkittavan aiheen käsitteellistämiseksi kuin olemassa olevan teorian testausta. Laadullisen tutkimuksen luonteeseen kuuluu kerätyn aineiston subjektiivisuus (The Open University 2018, 10). Tarkoitus olikin saada haastatteluiden kautta uusia käsitteitä ja ajatuksia tutkittavan ongelman luonteesta ja ilmenemisestä. Aaltola ja Valli (2010, 75) myös toteavat, että aineiston keruu ja teorian kehittämisen vuorovaikutteisuutta voidaan pitää luontevana. Opinnäytetyössä tiedonkeruu ja teorian kehitys kulkivat rinnakkain ja erittäin vuorovaikutteisesti, ei pelkästään laadullisen tutkimuksen osana vaan muidenkin aineistonhankintavaiheiden osana.

Haastatteluiden tarkoituksena oli löytää ne vaiheet projekteissa, jolloin palvelun suorituskyvylliset haasteet tunnistettiin ensimmäistä kertaa, miten ne havaittiin ja olisiko jatkossa keinoja havaita ne jo aiemmin, esimerkiksi kattavampien teknisten mittareiden avulla. Tutkimuksessa pyrittiin myös selvittämään, että millaisilla teknisillä mittareilla palvelua tulisi mitata palvelun kehitysvaiheessa jotta voitaisiin havaita tehokkaammin koetun laadun laatutasossa tapahtuvat muutokset.

Tutkimuksessa tarkennettiin niitä toimenpiteitä, mitä esimerkiksi kehittäjät olivat tehneet ei-funktionaalisen laadun varmistamiseksi ohjelmiston kehitysvaiheessa.

Tutkimuksessa pyrittiin myös selvittää, oliko palvelun kehityksenaikaisella suorituskyvynseurannalla ollut minkäänlaisia vaikutuksia tuotannonaikaiseen suorituskykyyn projektin päästyä tuotantovaiheeseen. Ja oliko käytetyissä mittausmenetelmissä ja tavoissa ollut puutteita, mikä olisi näkynyt tuotantokäyttövaiheen koetun laadun ongelmina?

Laadullinen tutkimus toteutettiin haastattelemalla tuotekehittäjiä ja IT-palveluiden ylläpitäjiä, niin kohdeyrityksessä kuin mittauspalvelua tuottavassa yrityksessä. Haastattelut toteutettiin kuudelle henkilölle, joista neljällä oli tuotekehittäjän tausta sekä kahdella IT-palveluiden ylläpitotausta.

Laadullisen tutkimuksen tarkoituksena oli syventää ja rajata tutkittavan ongelman luonnetta, eli löytää vastauksia kysymyksiin, että millaisia ongelmia havaittiin IT-palvelutuotantoympäristöissä mm. hyväksyntätestausten aikana, näkyikö ongelmat myös käyttäjille ja miten. Aineiston objektiivisuuden saavuttamiseksi, pyrittiin saamaan vähintäänkin kaksi haastattelua per tutkittava järjestelmä, sillä Swanborn (2010, 46) toteaa että on tavallista, että haastateltavilla saattaa olla subjektiivisiakin näkökulmia kohdejärjestelmistä.

3.5.3 Tuotannonaikaisten ongelmatilanteiden läpikäynti osana tapaustutkimuksen aineistohankintaa

Tuotannonaikaisten ongelmatilanteiden läpikäynnin tarkoituksena oli tutustua, oikeisiin jo tuotantokäytössä oleviin IT-palveluihin sekä niissä ilmenneisiin niin koetun laadun ongelmiin kuin teknisiin ongelmiin. Tutkimuskohteet pystyttiin rajaamaan huomattavan tarkasti sillä määrällinen ja laadullinen tutkimustulos auttoivat kohdentamaan tutkimusten osa-alueita hyvinkin tarkasti.

Tutkimukset keskittyivät olemassa olevien IT-palveluympäristöjen tutkimiseen. Ensimmäiseksi tutkimuskohteeksi päätyi yrityksen Y palvelu, joka on ollut jo vuosia tuotannossa ja edustaa vanhempaa teknologia-arkkitehtuuria. Tähän tapaukseen saatiin tekniset mittausaineistot mittauspalvelua toimittavalta yritykseltä. Kyseessä on client-server-sovellus jossa mittaukset ovat hyvin loppuun asti mietittyjä ja käyneet kymmeniä kehittämiskierroksia ennen kuin ovat päätyneet nykyiseen laajuuteen.

Toiseksi tapaustutkimuksen kohteeksi päätyi kohdeyrityksen uusin, hyvin vähän aikaa tuotannossa ollut www-palvelu. Tähän kyseiseen palveluun rakennettiin tutkimuksen osana, osin resurssienkin ja ajan rajallisuuden vuoksi, ensimmäisen tason tekninen mittaristo ilman mitään syvempiä mittauksia.

Olennaista näille palveluille on se, että palvelut ovat loppukäyttäjien käytettävissä. Palveluiden toteutustavassa haettiin kohdeympäristöissä tarkoituksenmukaisesti eroavaisuuksia, jotta voidaan paremmin havainnoida toteutustapaan liittyvien ratkaisujen vaikutus ongelmatilanteissa loppukäyttäjiin.

Tapaustutkimuksen kannalta keskeisimmäksi kohdeympäristöksi valikoitui tapaus 2, eli kohdeyrityksen uusi www-sovellus.

Tämän opinnäytetyön kannalta kyseinen palvelu sopii tapaustutkimuksen kohteeksi erityisen hyvin, sillä järjestelmässä ei ole aikakriittisiä riippuvuuksia muihin ulkoisiin järjestelmiin eikä rajapintoja muiden ylläpitämiin ulkoisiin järjestelmiin. Näistä seikoista johtuen muista palveluista ja palveluntarjoajista johtuvat ongelmat eivät pääse heijastumaan palvelun koettuun laatuun. Palvelun laadun toteutuminen on pääosin kyseisen palvelun varassa. Myös kohdepalvelun IT-palveluarkkitehtuuri on hyvin selkeä ja tarkasti rajattu joka mahdollistaa teknisten mittareiden toteutuksen nopeasti pienillä resursseilla.

Tärkeänä syynä palvelun valinnaksi oli myös se, että palvelu ei ollut teknisten mittausten piirissä. Tämä mahdollisti uusien mittarien toteuttamisen opinnäytetyössä havaittujen havaintojen pohjalta. Mittaukset oli mahdollista myös toteuttaa, sillä projektin budjetissa oli varattu tietty summa mittausten toteuttamiseksi. Nämä valvonnat oli myös pakko toteuttaa, sillä yrityksen projektimalli vaatii projektin hyväksyntävaiheessa, että tuotantokäytössä olevalla palvelulla pitää olla tekniset mittaukset toteutettuina.

Myös sillä, että palvelu on toteutettu julkiseen internetiin ja on tuotantokäyttövaiheessa vaikutti myös valintaan. Nämä seikat mahdollistavat riittävästi myös koetun laadun havaintoja, sillä palvelu on aktiivisessa käytössä useilla sadoilla loppukäyttäjillä.

Osin näistä yllämainituista seikoista johtuen voidaan todeta, että valittu palvelu on paikallinen ja ainutkertainen, joka Laineen & ym. (2015, 41) mielestä auttaa ymmärtämään paremmin moniulotteisia kysymyksiä.

Pureutumalla palveluissa havaittuihin ongelmakohtiin, tarkoitus oli löytää hyviä käytäntöjä, joilla näitä ongelmatilanteita on selvitetty, mitattu ja millaisia toimenpiteitä löydökset aiheuttivat niin IT-palvelutuotannolle kuin mittauksille. Myös syy-seuraussuhteet loppukäyttäjäkokeman ja IT-palvelualustan ongelmien kanssa pyrittiin todentamaan, jotta ymmärrettäisiin paremmin se, millaisia ongelmia käyttäjien kokemalla laatutasolle tapahtuu kun palvelualustassa tapahtuu ongelmia.

Tapaus 1, client-server-palvelun mittauksista oli olemassa vuosien ajalta teknistä mittausaineistoa, joten aineiston valintaa rajattiin siten, että aineistoista haettiin selkeitä ongelmatapahtumia ja näiden pohjalta voitiin rajata käsiteltävää aineistoa. Tapaus 1:n osalta oli saatu

aikojen saatossa suullisia vastauksia koetun laadun osalta ja tällä tiedolla pyrittiin saamaan näkökulmia teknisen mittausaineiston havaintojen tueksi, koetun laadun laatutason osalta.

Tapaus 2, www-palvelun osalta ei ollut saatavilla historia-aineistoa ja tästä johtuen mittausaineistoa saatiin kerrytettyä sitä mukaan kun mittareita saatiin toteutettua. Mittausaineistoa pystyttiin keräämään useiden viikkojen ajalta, sillä mittareiden vähyys ja siitä johtuva vähäinen käsiteltävä aineisto mahdollisti pidemmän otoksen analysoinnin. Tältä mittausajankohdalta kerättiin tietoa myös asiakaspalvelusta, että oliko asiakaspalveluun tullut palautetta koetun laadun osalta.

Jos oli tiedossa ongelmien juurisyy, niiden johdosta oli myös saatavilla näkemyksiä, että mitä muita asioita olisi pitänyt mitata, että ongelmatilanne olisi saatua ratkaistua nopeammin ja paremmin. Näitä tietoja analysoimalla ja yhdistämällä laadullisen tutkimuksen tietoihin on mahdollista määritellä tarkemmat tekniset mittarit, joilla palveluita tulee jatkossa mitata

Tutkimusten avulla saatiin kerätty laaja-alaisesti tutkimusmateriaalia, joka voidaan jakaa kahteen pääkategoriaan, IT-palvelualustan järjestelmistä kerättyyn tekniseen laadun mittaustietoon sekä palvelun koetun laadun aineistoon.

IT-palvelualustan järjestelmistä kerätty tekninen aineisto muodostaa tutkimuksen kannalta tärkeimmän aineiston, sillä ilman tietoa teknisestä toimivuudesta ei voida päätellä, että ongelmat olisivat johtuneet teknisistä ongelmista. Tekninen mitta-aineisto koostuu tietoliikennetason, palvelinarkkitehtuurin sekä palvelutason teknisistä mittareista.

Palvelun koetun laadun aineisto koostuu mm. suullisesta tiedosta ja kokemuksista palveluista mutta myös asiakaspalveluun saapuneista palautteista palvelun laatuun ja vikatilanteisiin liittyen.

Jotta havaintoja voidaan varmentaa sekä todentaa, osasta IT-palvelutuotantoalustoja saatiin kerättyä teknistä mitta-aineistoa tukevaa aineistoa lokitietojen muodossa. Lokitieto mahdollistaa havaintojen todentamisen sekä tarvittaessa syvemmän analyysin joiden pohjalta on mahdollista kehittää teknisiä mittareita paremmiksi.

Ongelmana suullisen, koetun laadun aineiston kanssa on vastausten epämääräisyys, että milloin tapahtui ja mitä tapahtui ja vastaukset ovat hyvin henkilöriippuvaisia. Myös aineiston vähäisyys haittaa etsintää.

Tapaus 2, www-palvelun osalta oli saatavilla myös tutkivan testauksen osalta koetun laadun tietoa.

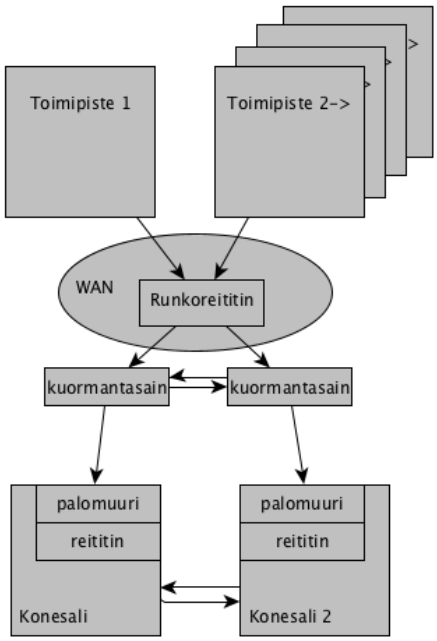
3.5.4 Tapaus 1, client-server-palvelun kuvaus ja toteutetut tekniset mittarit

Palvelu on hyvin perinteinen client-server-sovellus, jossa palvelun käyttäjä käyttää palvelua työasemalla olevan sovelluksen kautta siten, että itse palvelun taustajärjestelmä, ydin, sijaitsee toisaalla, keskitetyssä sijainnissa ja palvelua käytetään tietoliikenneverkkojen yli. Järjestelmän ydin, eli itse palveluntuotantoalusta sijaitsee perinteisessä palvelinsalissa joka on kahdennettu fyysisesti eri paikkoihin. Palveluiden loppukäyttäjät sijaitsevat useissa eri toimipisteissä, osa kymmenienkin kilometrien päässä konesaleista. Loppukäyttäjien sijainnit ja käyttöpaikat eroavat keskenään hyvinkin suuresti, niin käyttäjämääriltään kuin tietoliikennearkkitehtuuriltaankin. Toimipisteet ovat erilaisten tietoliikenneyhteyksien päässä ja ainoana samankaltaisuutena on se, että paikat sijaitsevat aina kiinteiden tietoliikenneyhteyksien päässä.

IT-palvelutuontoympäristöön liittyvä tietoliikenneverkkoja on mm.:

- Paikalliset lähiverkot, joista käyttäjät käyttävät palveluita
- Yhteydet lähiverkkojen ja palvelinsalien välillä
- Palvelinsalien verkot
- Palvelinsalien väliset verkot

Kuvioon 3 on kuvattu ylätason kuva palvelun verkkotopologiasta:



Kuvio 3: tapaus 1 – verkkotopologia

Seuraavat verkot ja verkkoyhteysvälit oli asetettu teknisten laatumittausten pariin:

- Toimipisteistä konesaleihin
- Konesaleista toimipisteisiin
- Konesalien välinen verkkoyhteysväli, molempiin suuntiin
- Toimipisteiden sisäiset lähiverkot
- Konesalien verkot

Näiden verkkojen ja verkkoa tuottavien laitteiden osalta palveluun oli jo valmiiksi toteutettu valmiiksi taulukon 4 kuvaamia teknisiä mittareita:

Tietoliikenteen osa-alue	Toteutetut tekniset mittarit
Laitetaso • palomuurit • kytkimet • reitittimet	• ICMP Echo Request i. laitteen saatavuus ii. laitteen viive • Laitetason tilatieto i. OK/NOK ii. prosessorien käyttöaste iii. lämpötila • Tietoliikenteen käyttöasteet ja liikennemäärät i. porttikohtaisesti ii. kokonaismäärät • Pakettitason mittarit, määrä sekä %-osuus i. lähetetyt paketit ii. vastaanotetut paketit - määrä iii. tiputetut paketit

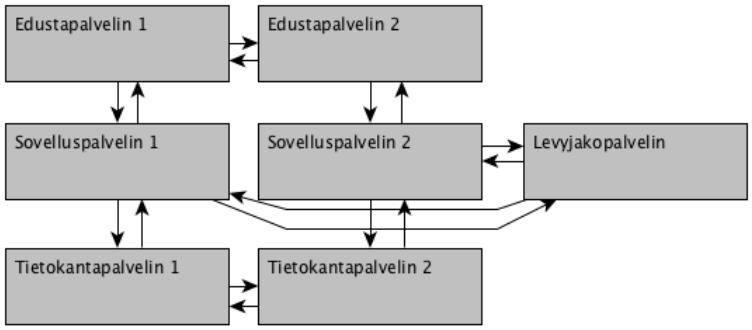
Tietoliikenneverkon tekniset laatumittarit	• Kiertoaikaviive • Pakettihäviö i. sisääntulevasta liikenteestä ii. ulostulevasta liikenteestä iii. purskittainen pakettihäviö iv. TCP sekä UDP • Pakettihäviösuhde • Jitter

Taulukko 4: tapaus 1 – toteutetut tietoliikenteen mittarit

Palvelinarkkitehtuuri:

Palvelinarkkitehtuuri on hyvin selkeä, sillä konesalissa olevat palvelimet ovat fyysisiä palvelimia ja tarjoavat palveluita kutakin palvelua varten. Palvelimia per konesali on seitsemän ja konesalien välillä ei ole eroa, vaan ovat laitteistoltaan, palveluiltaan ja tietosisällöltään identtisiä.

Kuviossa 4 on kuvattu ylätason kuvaus palvelinarkkitehtuurista:



Kuvio 4: tapaus 1 – palvelinarkkitehtuuri

Näiden palvelinten ja palvelimilla palvelua tuottavia palveluita varten oli jo valmiiksi toteutettu taulukon 5 kuvaamia teknisiä mittareita:

Palvelinarkkitehtuurin osa-alue	• Toteutetut tekniset mittarit

Palvelinarkkitetuuritason mittarit	• Saatavuus, ICMP Echo Request i. palvelinten saatavuus ii. palvelinten vasteaika • Laitetason tilatieto i. Levyjen tila, OK/NOK ii. lämpötilat • Prosessorimittarit i. Kokonaiskäyttöaste ii. Prosessoriytimien käyttöaste • Prosessimittarit i. Prosessin käyttämä muisti ii. Prosessin käyttämä prosessoriaika iii. Prosessien määrä per prosessi iv. Prosessien kokonaismäärä • Muistin käyttö i. Vapaan muistin määrä ii. väliaikaismuistin käyttö • Tallennuskapasiteetti i. täyttöaste ii. vapaana olevan tilan määrä iii. levy I/O • Tietoliikenneverkon käyttöasteet porttitasolla

Palvelutason mittarit	• Palvelun simuloitu käyttö loppukäyttäjän näkökulmasta i. palveluun kirjautuminen ii. palvelun vasteajat iii. palvelun virhetilanteet iv. palvelun sisällölliset varmistukset

Taulukko 5: tapaus 1 – toteutetut palvelinarkkitehtuurimittaukset

Mittareiden maturiteetti on hyvin korkea johtuen palvelun vuosia kestäneestä IT-palvelutuotantovaiheesta. Palvelun elinkaaren alkuvaiheessa palvelussa oli huomattavan paljon loppukäyttäjille näkyviä ongelmia ja tästä johtuen teknistä mittaristoa on syvennetty ja laajennettu kattamaan IT-palvelutuotantoympäristö hyvin kattavasti, ottaen huomioon myös palvelutason mittarit joissa simuloidaan loppukäyttäjien toimintaa työasemalta käsin.

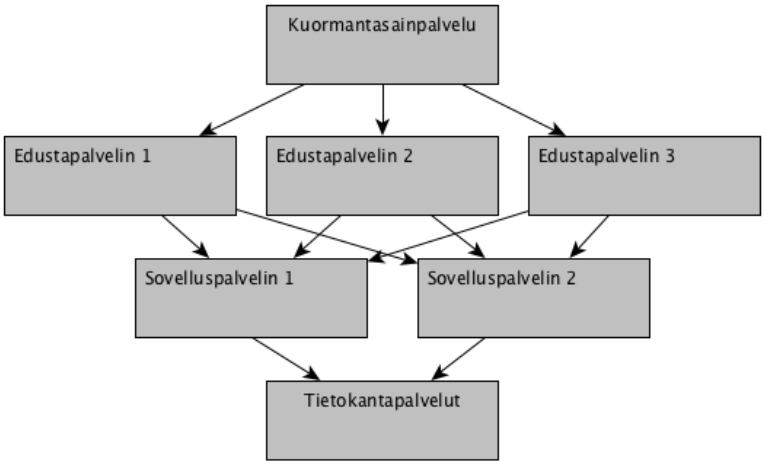
Mittausten ulkopuolelle on jätetty toimipisteissä olevien langattomien verkkojen mittaukset, sillä suurin osa palvelun käytöstä tapahtuu langallista verkkoa käyttäen, joten ei ole nähty kannattavaksi investoinniksi toteuttaa kyseistä mittausta.

Palvelusta saatiin myös suullista tietoa loppukäyttäjien kokemasta laadusta ja tätä tietoa käytettiin myös hyödyksi analysointivaiheessa.

3.5.5 Tapaus 2, www-palvelun kuvaus ja toteutetut tekniset mittarit

Palvelu on hyvin moderni www-sovellus, jossa palvelun käyttäjä käyttää palvelua internet-yhteyden yli selaimella. Palvelun taustajärjestelmän ydin sijaitsee julkisessa pilvessä virtualisoiduilla palvelimilla ja osin palvelussa käytetään myös pilvipalvelutarjoajan pilvinatiiveja komponentteja, joita oli mm. edustapalvelinten edessä oleva kuormantasauspalvelu sekä tietokantapalvelu, joka hoitaa sisäisesti tiedon jakamisen oikeisiin kantoihin sekä kantojen sisäisen kuormanjaon. Palvelun kehityksen kantavana voimana on ollut palvelun skaalautuvuus suurille käyttäjämäärille, joskin palvelu on vielä aivan taipaleensa alkuvaiheessa ja käyttäjämäärät luetaan tuhansissa käyttäjissä per kuukausi.

Kuviossa 5 on kuvattu palvelinarkkitehtuurin ylästaso:



Kuvio 5: tapaus 2 – palveluarkkitehtuuri

Mittareiden määrittelyiden pohjana toimi toteutetut määrälliset ja laadulliset tutkimukset, joissa palveluiden kehittäjät ja ylläpitäjät toivat näkemyksiään esille, että missä saattavat sijaita palvelun suurimmat tekniset ongelmat, joiden virheellinen toiminta saattaisi näkyä koetussa laadussa. Näitä tietoja rikastettiin yleisellä tiedolla siitä, että mitä palveluista tulisi mitata, jotta saataisiin selvyys palveluiden toiminnasta.

Taulukon 6 mukaiset osa-alueet huomioitiin tuotantoympäristön mittareiden osalta:

Palvelutuotantoympäristön osa-alue	Valitut tekniset mittarit
Tietoliikennetason mittarit	• Verkon viive edustapalvelimille
Palvelinarkkitetuuritason mittarit	• ICMP Echo Request i. palvelinten saatavuus • Prosessorin käyttöaste • Muistin käyttö i. Vapaan muistin määrä ii. väliaikaismuistin käyttö • Tallennuskapasiteetti i. täyttöaste

	ii. vapaana olevan tilan määrä • Tietoliikenneverkon käyttöaste
Palvelutason mittarit	• Verkkosivuston saatavuus ja sisällöllinen analyysi hyödyntäen Selenium webdriver-teknologiaa i. vasteaika ii. sisällöllinen tarkistus, OK/NOK

Taulukko 6: tapaus 2 – toteutetut tekniset mittarit

Nämä toteutetut mittarit olivat ensimmäisen tason teknisiä mittareita, ilman syventäviä mittareita, sillä palvelun maturiteetti on hyvin alhainen ja palvelu on juuri päässyt pilotointivaiheesta IT-palvelutuotantovaiheeseen.

Mittausten ulkopuolelle jouduttiin jättämään ainakin pilvipalvelualustan valmiiden palvelukomponenttien mittaus, sillä mittausteknologia ei mahdollista tässä vaiheessa niiden tarkempaa mittausta.

Teknistä mittausaineistoa oli mahdollista rikastaa IT-palvelutuotantojärjestelmän lokitiedoilla niiltä osin kuin lokitiedot olivat saatavilla. Saatavilla oli mm. edustapalvelinten ja sovelluspalvelinten lokit koko mittausjakson ajalta. Pilvinatiivien komponenttien lokeja ei ollut mahdollista käyttää.

3.6 Tutkimustiedon analysointi

Suurin haaste tutkimustiedon analysoinnille, riippumatta tutkimustavasta, onkin saada suuri kerätty tietomassa kutistettua muotoon, että tutkimuskysymyksiin voidaan vastata (Swanborn 2010, 114). Valitettavaa onkin, että Yin (2014, 132-133) mukaan analysointi on tapaustutkimuksen heikoimmin kehittynyt osa-alue. Analysoinnille ei ole olemassa tapaustutkimuksen osalta yhtä ainoaa oikeaa tapaa toteuttaa vaan tapaustutkimuksen perusluonteen mukaisesti menetelmiä on useita, kuten on tiedon keruumenetelmiäkin. Tärkeää onkin tutustua ja ns. leikkiä aineistolla ennen varsinaista analysointia, etsiä aineistosta toistuvuuksia, tehdä oivalluksia sekä toteuttaa konsepteja lupaavista havainnoista. (Yin 2014, 135). Tämän tiedon edestakaisen käsittelyn tarkoituksen on oivalluttaa sekä auttaa saamaan syvällisempi ymmärrys tietosisältöön, mitä tutkimukset ovat tuottaneet. Tämän jälkeen on helpompi lähteä analysoimaan analyyttisemmin aineistoa. Analyyttisempaa analyysia varten on olemassa useita menetelmäaihioita joilla voi auttaa tiedon järjestämistä sekä tiedon kasaan saattamista.

Menetelmiä tiedon analysointiin on Yin (2014, 135) mukaan tiedon taulukoiminen, tietomatriisien toteuttaminen, tiedon visualisointia esim. vuokaavioiden avulla tai muun graafisen esitystavan avulla, tiedon taulukoimista esiintymien frekvenssien perusteella sekä tiedon järjestämistä aikajärjestykseen tai muuhun ajalliseen järjestykseen. Frekvenssitaulukoita voidaan syventää tarkempien analyyseja varten laskemalla esim. prosentuaalisia osuuksia frekvenssistä. (6 Methods of data collection, 2018, 21).

Yhtenä hyvänä vaihtoehtona yllä mainittujen menetelmien lisäksi on myös muistioiden kirjoitus, siitä mitä löydöksiä on oletettu löydettävän aineistoista (Yin, 2014, 135).

Opinnäytetyön ajatus lähti aivan alkujaan liikkeelle siitä, kun tutkija oli tutustunut vuosien saatossa useisiin tietojärjestelmäongelmiin töiden kautta sekä havainnut, että tietynlaisilla ongelmilla on usein vaikutuksia käyttäjien kokeman laadun kanssa. Täyttä varmuutta korrelaatioista ei ollut, sillä tallennettua mittaustietoa ei ollut saatavissa tuolloin vielä laajempaa analysointia varten, tiedon yksipuolisesta luonteesta johtuen ja tiedon laaja-alaisuus ei olisi riittänyt tarkempien analyysien tekemiseen. Tästä johtuen, analysoinnin yhtenä keinona käytettiin muistioiden kirjoittamista, sillä oli olemassa selkeä ajatus, että millaisia havaintoja saattaisi olla tiedossa, kun mittausaineistoa on käytössä enemmän.

Tässä opinnäytetyössä aineistoa analysointiin aina sitä mukaan, kun aineistoa saatiin käytettäväksi. Analysointi eteni hyvin kronologisessa järjestyksessä, samassa järjestyksessä kuin tutkimusten toteutus, sillä tutkimusten ja analysointien välillä oli selkeä ajallinen korrelaatio. Ilman määrällisen tutkimuksen tuloksia, ei voitu aloittaa laadullisia tutkimuksia ja ilman laadullisten tutkimusten tuloksia ei voitu toteuttaa tuotannossa tapahtunutta reaaliaikaista mittausta ja havainnointia. Ainoastaan olemassa olevien mittausdatojen analysointia oli mahdollista tehdä rinnakkain muiden analysointien kanssa, mutta määrälliset ja laadulliset tutkimukset antoivat hyvää taustatietoa aineiston analysoinnille ja tämä havaittiinkin jo alkuvaiheessa ja tästä johtuen olemassa olevan aineiston analysointia viivytettiin laadullisten tutkimusten analysoinnin jälkeiseen aikaan.

3.6.1 Määrällisen tutkimuksen aineiston analysointi

Ensimmäisenä analysoitiin määrällisen tutkimuksen tuottama aineisto, sillä aineisto analysoinnista saadut havainnot toimivat pohjana laadullisten tutkimusten tekemiselle.

Määrällisesti kerätyn aineiston läpikäynnissä käytettiin teemoittelua hyödyksi, sillä teemoittelun avulla on mahdollista tavoittaa aineiston merkityksellinen ydin (Aaltola & Valli, 2010, 55).

Teemoittelun avulla pyrittiin tunnistamaan määrällisesti kerätyn aineiston usein toistuvat ongelmat ja haasteet sekä näiden vaikutukset loppukäyttäjien kokemaan laatuun, joko simuloidusti toteutettuna tai oikeiden käyttäjien kokemuksiin, jos palvelu oli tilassa missä oikeat käyttäjät pystyivät palvelua käyttämään. Näiden avulla pyrittiin löytämään ensimmäiset teki-

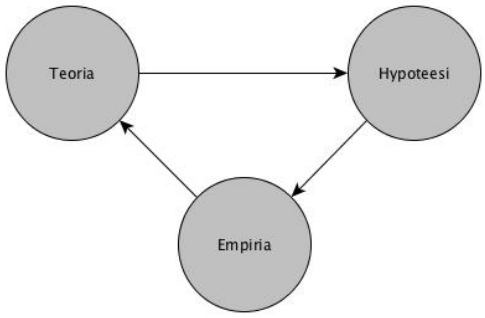
jät, jotka vaikuttavat koettuun laatuun ja miten koetun laadun laatutaso muuttui ongelmien ilmaantuessa, jos ylipäätään muuttui.

Teemoittelun avulla saatiin selville kehitysvaiheen toistuvat tekniset ongelmat sekä havaintoja siitä, kuinka nämä ongelmat näkyivät käyttäjille. Jotta vastausten analysointi olisi ollut helpompaa, käytettiin tiedon visualisointiin kaavioiden piirtoa selkeimpänä menetelmänä, joka on myös Yin (2014, 135) mukaan yksi tapa analysoida tietoa. Kaavioiden lisäksi toteutettiin ensimmäinen taulukkopohjainen tiedon visualisointimalli. Taulukkoon kirjattiin ylös, että millaisia toimenpiteitä oli toteutettu palvelun teknisen laadun varmistamiseksi sekä miten palvelua mitattiin teknisillä mittareilla. Taulukossa myös huomioitiin, että missä vaiheessa tuotekehitysprosessia testattu järjestelmä oli, jotta pystyttiin poimimaan tutkittavaksi mahdollisimman kehittyneessä vaiheessa olevat palvelut, jotta palvelusta on saatu suurin osa mm. suorituskykyyn vaikuttavat virheet korjattua. Taulukkoon myös lisättiin tieto, jos oli saatavilla, että oliko palvelu siirretty IT-palvelutuotantovaiheeseen ja oli oliko tuotantoonsiirtovaiheessa tai tuotantovaiheessa havaittu ongelmia palvelun niin teknisessä kuin koetussa laadussa.

3.6.2 Laadullisen tutkimuksen aineiston analysointi

Toisena vaiheena tutkimusmateriaalin keräämisessä oli laadullisen tutkimuksen toteuttaminen sekä aineiston analysointi. Laadullisen aineiston analysoinnissa pyrittiin kokonaisvaltaiseen teemojen käsittelyyn, kuten Aaltola & Valli (2010, 80) suosittelevat. Tarkoitus on välttää työn tutkimusten osalta liika sirpaloituminen, joka olisi työn kohteen huomioiden hyvinkin helppoa sillä IT-palvelutuotanto usein koostuu monimutkaisista rakenteista ja useista teknisistä osa-alueista.

Aaltola ja Valli (2010, 183) mainitsevat yhtenä keinona aineiston analysointiin sen, että lähdetään tutkimaan yhtä suurta teoriaa. Ensimmäinen versio teoriasta on ollut alusta alkaen lähtien opinnäytetyössä läsnä, joten tästä mallista saatiin hyvä menetelmä laajentaa tiedon analysointimenetelmiä ja menetelmä jäikin käyttöön laadullisen tutkimuksen analysoinnin jälkeen myös muihin analysointivaiheisiin.



Kuvio 5: suuri teoria

Tämän Aaltola ja Vallin (2010, 183) teoriasta lähtevä menetelmä, yllä oleva kuvio 5, toimii yhtenä johtavana ajatuksena aineiston analysoinnin taustalla, sillä kerättyä aineistoa analysoimalla pyrittiin tutkimaan, että saiko teoriasta johdettu hypoteesi tukea kerätyltä aineistolta vai ei.

Tuloksia analysoitiin myös taulukoimalla määrällisessä tutkimuksessa toteutetulla taulukoinnilla, mutta myös erilaisia vuokaavioita yritettiin käyttää tiedon visualisoimiseen ja syy-seuraus-suhteiden havainnollistamiseksi. Vuokaavioiden käyttö tosin lopetettiin hyvinkin pian, sillä kaaviot eivät pystyneet tuottamaan sellaista lisäarvoa suhteessa käytettyyn aikaan, vaan saman tiedon sai selkeämmin ilmi taulukkomuotoisesta tiedosta.

Näiden tutkimusten aineiston suurimmaksi ongelmaksi muodostui lopulta se, että asiantuntijat kyllä osasivat kertoa, että jos ongelmia oli havaittu, mutta havaintojen vahvistamiseksi ei oltu tehty riittäviä mittaustoimenpiteitä. Eli kohdejärjestelmiä ei oltu mitattu riittävän tarkalla tasolla ja mittausten määrä ja laatu ei ollut tarpeeksi hyvää. Siksi tutkimusten osalta päädyttiin siihen, että lähdettiin tutustumaan oikeisiin, IT-palvelutuotantovaiheessa havaittuihin ongelmiin.

3.6.3 Tuotannonaikaisten aineistojen analysointi

Määrällisten ja laadullisten tutkimusten havaintojen avustamana tuotannonaikaisista aineistoista pystyttiin toteuttamaan selkeästi paremmin kohdennetut tutkimukset tuotantoympäristöihin. Tutkimusten perusteella osattiin valita tarkemmin tuotannonaikaiset, tutkittavat kohdeympäristöt, rajata mitattavia määreitä ettei tutkittavan aineiston määrä pääse laajenemaan liian suureksi, joka vaikeuttaa jo pelkästään aineiston käsittelyä ja tutkimusten tekoa. Pahimmillaan aineistoa olisi saattanut kertyä kymmenien miljoonien rivien verran ja tällöin riskinä olisi ollut mm. tutkimusaineiston keskiarvoistuminen keräystavasta johtuen ja tällöin pienimmät ja lyhytkestoiset virheet ja ongelmatapaukset olisivat hävinneet kokonaan näkyvistä.

Aineistoa analysoitiin samoin menetelmin kuin aiemmissa tutkimuksissa mutta käytössä ollutta taulukkoa laajennettiin huomattavasti. Alla taulukossa 7 on esimerkinomaisesti, rajattu näkökulma pieneen otokseen tiedon analysoinnista aikavälilta 20.8.-26.8.2018. Kyseessä oleva otos on case 2 – www-palvelun tuottamasta tiedosta ja kuinka tietoa mm. taulukoitiin.

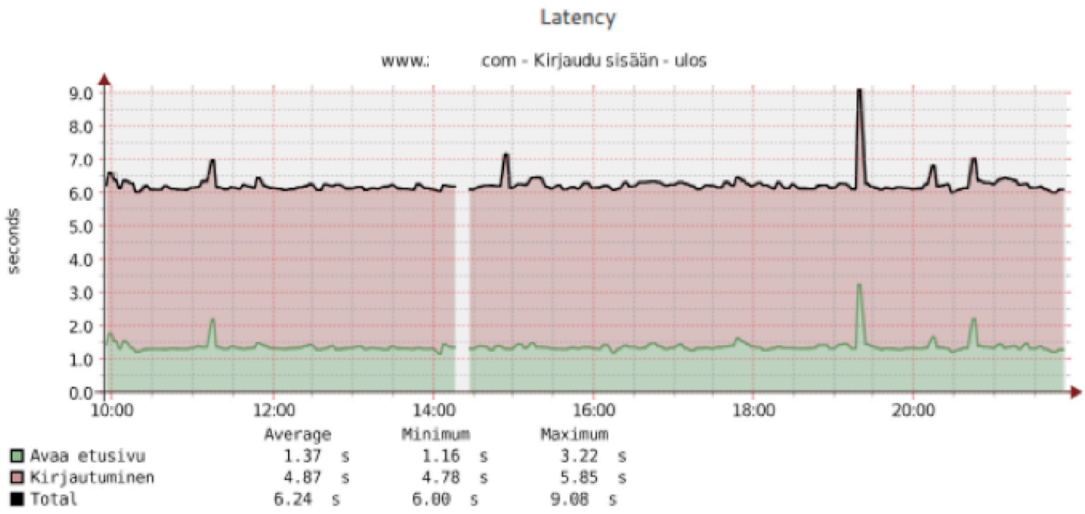
Tuotannonaikainen tietotaulukko, Case I

			2018-08-20	2018-08-21	2018-08-22	2018-08-23	2018-08-24	2018-08-25	2018-08-26
Virhetilanteet	määrä		5	6	6	5	2	4	4
Webdriver- Haku	kpl	error:step 2/3 'Siirry hakuun': wait_for_content(1465) failed	0	0	0	0	0	0	0
Webdriver - Etusivu	kpl	error:step 1/2 'Avaa etusivu': wait_for_content(Welcome) failed	0	0	0	0	0	1	0
Webdriver - Kirjautuminen	kpl	error:step 2/2 'Kirjautuminen': wait_for_content(e-ID) failed	2	1	1	0	0	0	0
HTTP 408	kpl	down, error:408 Request Time-out	0	2	2	3	1	1	2
HTTP 504	kpl	down, error:504 GATEWAY_TIMEOUT	1	1	1	0	0	0	0
Sovellus	yhteensä		5	6	6	5	2	4	4
DB	kpl		4	3	3	2	1	3	2
WWW-Palvelu	kpl		1	3	3	3	1	1	2
HTTP-latenssi	s		0,764-15,55	0,764-15,55	0,764-15,55	0,764-15,55	0,764-15,55	0,764-15,55	0,764-15,55
Infra									
suoritin	kpl		0	0	0	0	0	0	0
muisti	kpl		0	0	0	0	0	0	0
verkko	kpl		0	0	0	0	0	0	0
Pakettihäviö	%		0	0	0	0	0	0	0
Virhetilanteet	vikatilanteen kesto		10	8	10	3	1	6	2
Webdriver- Haku	min	error:step 2/3 'Siirry hakuun': wait_for_content(1465) failed	0	0	0	0	0	0	0
Webdriver - Etusivu	min	error:step 1/2 'Avaa etusivu': wait_for_content(Welcome) failed	0	0	0	0	0	5	0
Webdriver - Kirjautuminen	min	error:step 2/2 'Kirjautuminen': wait_for_content(e-ID) failed	9	5	7	0	0	0	0
HTTP 408	min	down, error:408 Request Time-out	0	2	2	3	1	1	2
HTTP 504	min	down, error:504 GATEWAY_TIMEOUT	1	1	1	0	0	0	0
Infra									
suoritin	kpl		0	0	0	0	0	0	0
muisti	kpl		0	0	0	0	0	0	0
verkko	kpl		0	0	0	0	0	0	0
Pakettihäviö	%		0	0	0	0	0	0	0
Asiakaspalvelusta tulleet	kpl		0	0	0	0	0	0	0

Taulukko 7: tapaus 2 – tietoaineiston taulukointiesimerkki

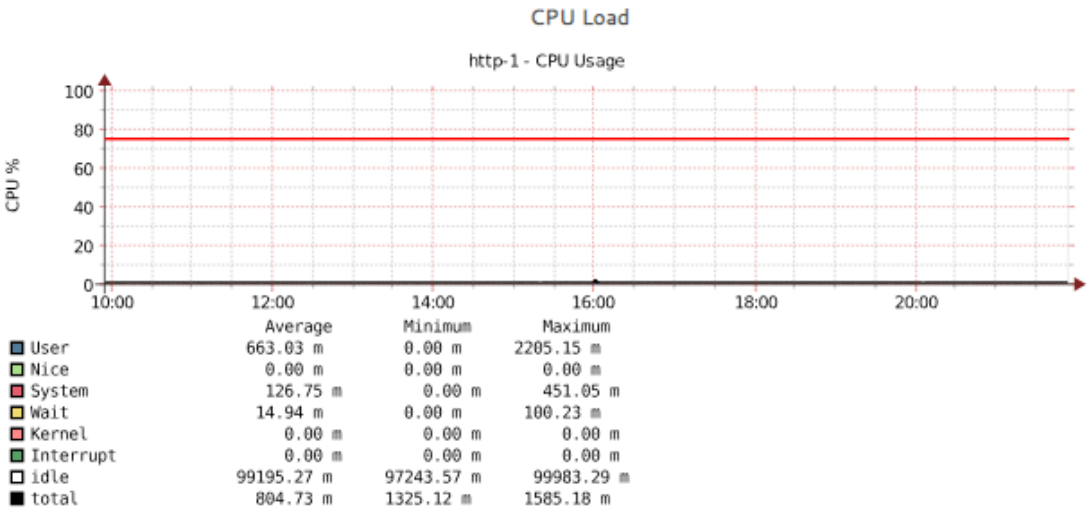
Taulukoinnin avulla pystyttiin haarukoimaan laajasta massasta päiviä, milloin virhetilanteita oli tapahtunut eniten ja mahdollisimman laajoilla osa-alueilla. Näiden päivien kohdalla toteutettiin aineiston tarkempaa visualisointia kuvaajien avulla, hyvinkin lyhyille ajanjaksoille, jotta ongelmien korrelaatiot olisivat todennettavissa eri mittausten välillä. Ajanjaksojen pituus oli muutamia tunteja havaitun virhetilanteen molemmilta puolilta. Tarkennetusta mittausaineistoista tuotettiin kuvaajia ja niitä vertailemalla pystyttiin todentamaan, jos ympäristön eri osa-alueilla on tapahtunut samaan aikaan ongelmia tai muita poikkeavuuksia. Ilman kuvaajia ei olisi ollut mahdollista havainnoida muissa mittauksissa tapahtuneita poikkeamia, sillä poikkeamat eivät aina aiheuta virhettä vaan näkyvät kuvaajissa esim. latenssin kasvuna, mutta ei täydellisenä katkona.

Alla olevat kuvaajat, kuviot 6-9, visualisoivat hyvin, että koetun laadun teknisessä mittauksessa, palvelutason mittaus, on tapahtunut ongelma n. klo 14:15. Tämä havainto ei näy mitenkään, ei edes poikkeavana havaintona muissa palvelun teknisissä mittareissa, kuten ei myöskään latenssissa tapahtunut iso piikki vaikuta johtuvan muista palvelun teknisistä osa-alueista, sillä muut kuvaajat eivät tue latenssipiikkiä mitenkään. Loppukäyttäjiltä kerättyä aineistoa ei voida, epämääräisyytensä vuoksi visualisoida vastaavasti, mutta yhteydenottojen ajankohdasta/palautteen ajankohdasta voidaan käsin poimia ne kohdat, miten osuvat kuvaajien kanssa yhteen. Alla olevasta tapahtumasta ei ollut yhtään havaintoa tai ilmoitusta, että käyttäjät olisivat kokeneet alentunutta laatua palvelun osalta.



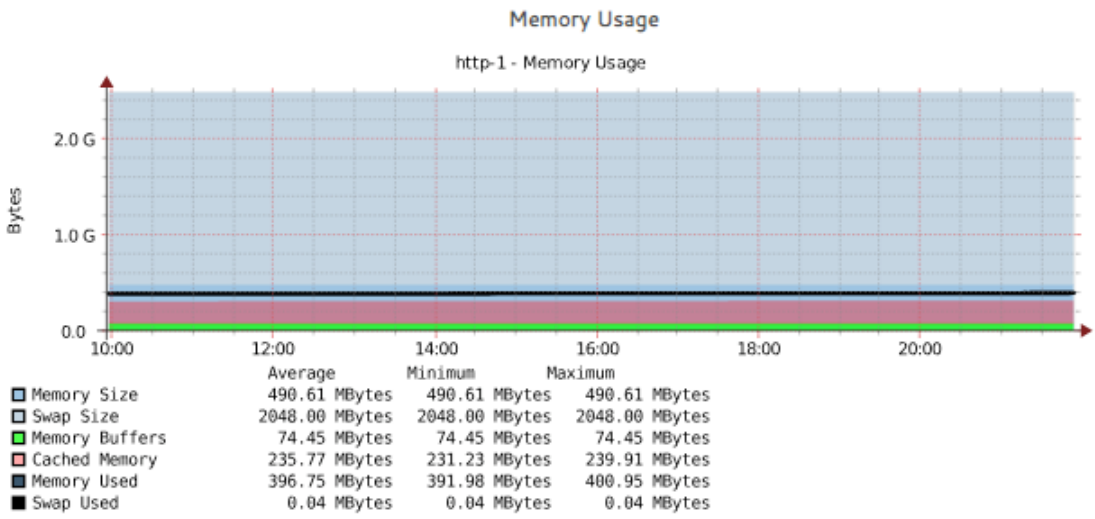
Kuvio 6: kokonaisviive 12.9.2018 – 10:00 – 22:00

Kuviossa 6, joka kuvaa palveluiden saatavuutta sekä toimintoketjun käyttämää kokonaisaikaa, on havaittavissa selkeä katkos klo 14:15. Mittausta tulkittaessa voidaan päätellä, että palvelun etusivu eikä kirjautuminen ole toiminut lainkaan, eli palvelussa on tapahtunut vikatilanne. Jotta voidaan lähteä etsimään vikaa tarkemmin, pitää pureutua tarkempiin teknisiin mittareihin jotta voidaan löytää kuvion 6 havaintoa tukevia mittauksia.



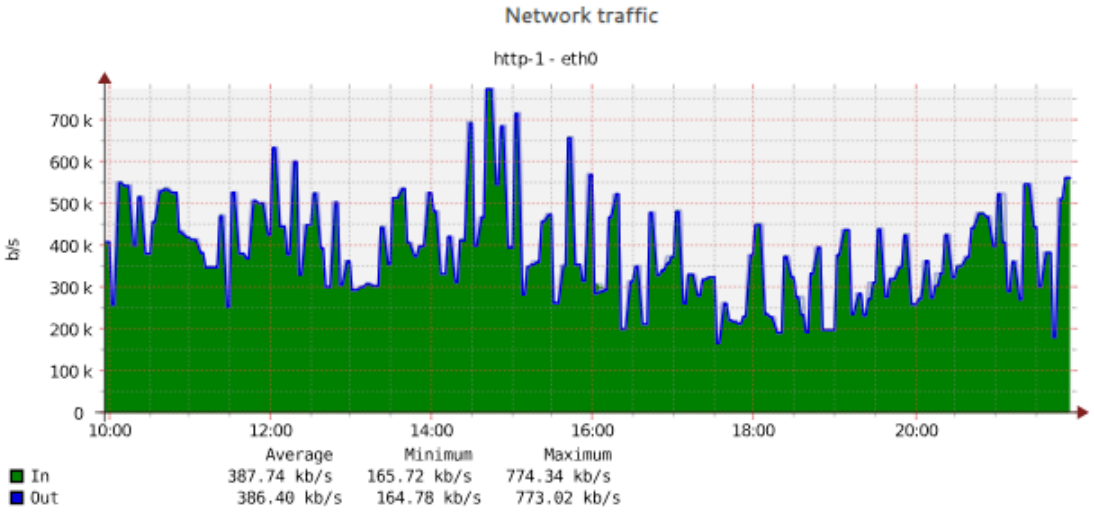
Kuvio 7: prosessorin kuorma 12.9.2018 – 10:00 – 22:00

Kuvio 7 kuvaa prosessorin kuormaa ja kuviota tutkittaessa ei ole havaittavissa mitään poikkeavaa tapahtumaa kello 14:15, jolloin palvelussa synteettisten mittareiden osalta havaittiin ongelmia.



Kuvio 8: muistinkäyttö 12.9.2018 – 10:00 – 22:00

Kuvio 8 kuvaa muistin käyttöä muistin eri osa-alueilla ja tutkittaessa kuviota ei ole havaittavissa tavallisuudesta poikkeavaa tapahtumaa kello 14:15, jolloin palvelussa synteettisten mittareiden osalta havaittiin ongelmia.



Kuvio 9: liikennemäärä 12.9.2018 – 10:00 – 22:00

Kuvio 9 kuvaa verkkoliikenteen määrää niin sisälle kuin ulos palvelua tuottavan alustan osalta. Kuvaajasta on havaittavissa selkeä piikki kello 14:15 jolloin palvelukatkos havaittiin synteettisten mittareiden osalta. Jos ongelma synteettisissä mittareissa olisi johtunut verkkoliiken-

teen määrästä, olisi palvelussa pitänyt tapahtua katkoksia myös n. kello 14:30-15:00 välisenä aikana, sillä verkkoliikenteen määrä on vastaavaa tai peräti enemmän kuin oli kello 14:15.

3.7 Tutkimustiedon raportointi

Tutkimustiedon lopputulosten raportointi on erittäin tärkeä vaihe tutkimuksessa, sillä raportin avulla on tarkoitus esitellä lopulliset tutkimustulokset yleisölle. Lopputulosten raportointiin on olemassa eri menetelmiä ja onkin sama, että kerrotaanko lopputuloksista suullisesti vai kirjallisesti, kunhan tutkimus ja löydökset saadaan raportoitua. (Yin 2014, 176.)

Menetelmät ja tavat raportin luomiseksi poimittiin Yin (2014, 195) suosittelemasta menetelmistöstä siten, että raportin kokoaminen aloitettiin heti, kun vain tapaustutkimustyö oli saatu käyntiin sekä työssä saatu ensimmäisiä havaintoja. Tämä helpotti raportin kirjoittamisen ja kokoamisen viimeistelyä, sillä pääosa materiaalista oli syntynyt jo tutkimusvaiheessa.

Raportoinnin osalta päädyttiin myös anonymisoimaan tutkittavat aineistot yritysten X ja Y pyynnöstä ja tämä ei ole lainkaan tavatonta ja Yin (2015, 197) toteaakin, että on tutkimuksen päätettävissä, että kerrotaanko tutkimuksissa tutkimusten kohteet ja millä tarkkuudella vai anonymisoidaanko kohteet tunnistamattomiksi. Tutkimuskohteiden osalta oli jo tutkimusta aloittaessa selvää ja sovittua, että aineistot ja yritysten nimet täytyy jättää kokonaan pois eikä osa-anonymisointia sallittu.

Raporttia kirjoitettaessa pyrittiin myös luomaan raportille järkevästi toteutettu rakenne, selkeää kirjoitusta mutta siten, että työ on lukijaa kiinnostavaa. Kuten Yin (2015, 206) toteaakin, on työn oltava niin mielenkiintoista, että raporttia ei malta lopettaa ennen kuin lopun näkee.

Opinnäytetyön raportin kohdeyleisö oli jo selkeästi tiedossa kun opinnäytetyötä lähdettiin toteuttamaan. Tärkeimpänä kohderyhmänä toimii kohdeyrityksen henkilöstö. Tarkemmin jaoteltuna kohderyhmään kuuluu yrityksestä ainakin tuotekehittäjät, palveluiden ylläpitäjät, sekä johto.

Tuotekehittäjillä on suurin vaikutus siihen, kuinka järjestelmiä kehitetään sekä miten järjestelmät teknisesti toteutetaan. Kehityksen aikaisten mittauksien ja sitä seuranneiden, koettuun laatuun liittyvien havaintojen kautta tuotekehittäjät pystyvät keskittymään jatkossa tuotekehityksessä paremmin sellaisiin osa-alueisiin joilla voidaan parantaa loppukäyttäjien kokemaa laatua. Palveluiden ylläpitäjillä on mahdollisuus vaikuttaa loppukäyttäjien kokemaan siten, että palveluiden palvelutuotantovaiheessa mitataan oikeita asioita sekä pystytään IT-palvelualustaa kehittämällä parantaa loppukäyttäjien kokemaa laatua. Tämä mahdollistaa myös IT-palvelualustan kustannusoptimoinnin, sillä tiedossa on tarkka ymmärrys, että mitä laadukas käyttäjäkokemus vaatii IT-palvelualustalta ja tämän vuoksi ei tarvitse olla var-

muuden vuoksi mm. ylimääräistä alustakapasiteettia käytössä. Yrityksen johdolle raportti mahdollistaa ymmärryksen siitä, kuinka IT-palveluiden teknistä laatua mittaamalla voidaan saada näkökulmia koetun laadun tasoon, sekä jatkossa näiden havaintojen perusteella mahdollisesti priorisoida tai käynnistää uusia IT-hankkeita olemassa olevien IT-palvelualustojen jatkokehittämiseksi tai uusien toteuttamiseksi, koetun laadun varmistamiseksi. Kohdeyrityksessä on käytössä tiedon avoimuuteen perustuva kulttuuri ja täten työ tulee myös kaikkien saataville, ilman rajoitteita.

4 Tulokset ja pohdinnat

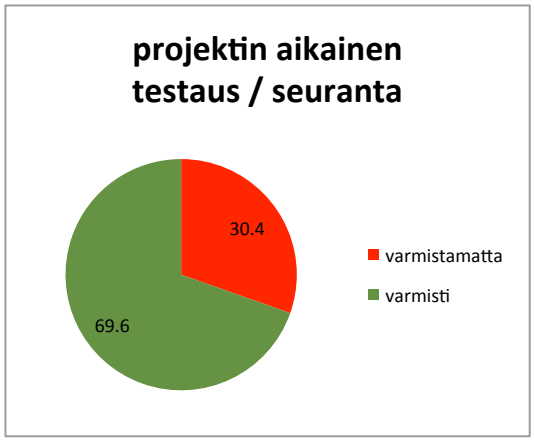
Tutkimusten tuloksia tutkittaessa on merkillepantavaa, että IT-palveluiden tekniset ongelmat jotka heijastuvat myös loppukäyttäjien kokemaan laatuun, ovat hyvin yleisiä IT-palveluiden elinkaaren vaiheista huolimatta, oli kyseessä vasta palvelukehityksen alkuvaiheessa olevat palvelu tai jo IT-palvelutuotantovaiheeseen edennyt palvelu.

4.1 IT-palvelun kehitysvaihe

Opinnäytetyössä havaittiin, että koetun laadun ongelmia havaitaan jo aivan projektin alkuvaiheissa, huolimatta siitä, että projektit ovat huomioineet loppukäyttäjäkokemuksen muodostumisen kehityksen aikana. Kuvio 10 kuvaa sitä, että määrälliseen tutkimukseen päätyneistä projekteista 87% ilmoitti huomioineensa teknisiä vaatimuksia ja menetelmiä suorituskyvyn osalta palvelun kehitysvaiheessa.

Kuvio 10: teknisen laadun huomioiminen palvelun kehitysvaiheessa

Menetelmiksi IT-palvelualustan teknisen laadun varmistamiseksi mainittiin jatkuva-aikainen tekninen mittaus, palvelun suorituskyvyn huomioiva ohjelmointitapa, testiautomaatio, kertaluonteiset suorituskykytestaukset ja jatkuva-aikainen suorituskyvyn seuranta.



Kuvio 11: projektin aikainen tekninen testaus ja/ tai seuranta

Kuvion 11 avulla nähdään, että projekteista 69,6% oli toteuttanut kehitettävän palvelun teknistä, ei-funktionaalista testausta jossakin vaiheessa palvelun kehitystä. Osassa projekteja tekninen testaus oli ollut kertaluonteista ja osassa projekteja oli toteutettu jatkuva-aikaista, teknisen laadun seurantaa, vaikka perinteistä kertaluonteista suorituskykytestausta ei oltu toteutettu.

Kuvio 12: tuotantovaiheen tekniset ongelmat

Kuten kuvioy 10 ja 11 havainnollistavat, että suurin osa projekteista on panostanut teknisen laadun varmistamiseen, mutta kuviota 12 tutkittaessa havaitaan, että suurin osa projekteista 73,9% on silti lopulta törmännyt toiminnallisiin, myös loppukäyttäjille näkyviin ongelmiin viimeistään tuotantokäyttövaiheessa. Tämä lopputulos on hyvin huolestuttava, sillä projektit luulivat varmistavansa teknisen laadun ja kuitenkin panostuksista huolimatta, projektit päättyivät suuressa määrin ongelmien kanssa IT-palvelutuotantovaiheeseen.

Tämän ilmiön taustalle nousi muutamia epäilyksiä, että mistä ongelmat ja sitä seuranneet käyttäjän kokemaan liittyvät ongelmat saattaisivat johtua:

1. Keskitytäänkö ei-funktionaalisissa laadunvarmistuksellisissa toimenpiteissä vääriin asioihin ja suoritetaanko testauksessa oikeita asioita?

2. Onko palvelualustan ja sovellusten tekniset mittarit riittävän laajat ja yksityiskohtaiset, että pystytään havaitsemaan virhetilanteet?

3. Ovatko ne ympäristöt, missä testausta tehdään mm. palvelukehityksen aikana, riittävän samankaltaisia tuotantoympäristöjen kanssa, jolloin jos ympäristöt eroavat kovasti toisistaan, siirtyminen tuotantoympäristöön voi olla kohtalokasta palvelun toiminnan kannalta.

Näihin kysymyksiin ei saatu selitystä määrällisen tutkimuksen avulla, mutta tärkein asia kuitenkin saatiin selville määrällisen tutkimuksen avulla, eli se, että tekniset ongelmat ovat läsnä lähes kaikissa tutkituissa projekteissa ja projekteissa oli havaittu myös koetussa laadussa ongelmia. Näistä lähtökohdista oli hyvä lähteä syventymään teknisen laadun ja koetun laadun välistä korrelaatiota, laadullisten haastatteluiden kautta.

Jo ensimmäisistä haastatteluista asti, kävi selväksi, että aiemmin esitetyt olettamukset ovat valideja, eli haastatteluista saatiin lisävarmuutta näille mainituille väitteille, eli ei-funktionaalisessa testauksessa keskitytään vääriin asioihin, ei mitata riittävästi ja oikeita asioita sekä testiympäristöt eivät vastaa tuotantokäyttöympäristöjä.

Näiden havaintojen osalta tämän tutkimuksen fokusta saatiin tarkennettua siten, että laadulliseen tutkimukseen lähdettiin keskittymällä siihen, mitä ei-funktionaalisissa laadunvarmistuksellisissa toimenpiteissä tehdään ja onko palvelualustan ja sovellusten tekniset mittarit riittäviä.

Nämä tekijät liittyvät oleellisesti toisiinsa, sillä pitää ymmärtää miten palvelu toimii ja mikä on palvelun kannalta tärkeää, eli pitää saavuttaa ymmärrys testauksen sisällöstä, mitä testataan ja miksi. Kun palvelun toiminnan ymmärtämys on riittävän hyvää, että osataan vastata kohtiin: mitä testataan ja miksi, osataan näiden perusteella myös määritellä että mitkä asiat ovat tärkeitä mittausten kannalta, eli vastataan kohdan: ”Ei mitata riittävästi ja oikeita asioita” asettamiin haasteisiin. Kyseessä on siis erittäin tärkeät asiat mittareiden validiteetin kannalta jota käsiteltiin tarkemmin kappaleessa 2.4.

Haastatteluista jätettiin pois testiympäristöjen eroavaisuudet tuotantokäyttöympäristöistä, sillä IT-tuotantoympäristöjen rakenne testissä ja tuotannossa on erittäin yritys-, ja palvelukohtaista sekä täysin riippuvaista palvelun tietosisällöstä. On tapauksia, että ympäristöjen saaminen identtisiksi, testiympäristöjen ja IT-palvelutuotantoympäristöjen osalta on täysin mahdotonta. Yksi yleisimmistä syistä tälle on palvelun tietosisällön monimutkainen, muuttuva rakenne palvelun elinkaaren vaiheissa ja/tai palvelun tietosisällön arkaluonteisuus, eli testi-

aineiston siirtäminen testiympäristöihin on mahdotonta tai laitonta. Myös monimutkaisten IT-palvelualustapalveluiden tuottaminen testiympäristöihin on monimutkaisista rakenteista johtuen liian kallista.

Laadullisten tutkimusten perusteella pystyttiin havaitsemaan, että palveluita kyllä testataan hyvinkin paljon perinteisin testiautomaation keinoin, funktionaalisen laadun näkökulmasta, mutta ei-funktionaalinen testaus jää selkeästi vähemmälle määrälle johtuen testauksen hankalasta luonteesta. Esimerkiksi jatkuvan suorituskykytestauksen toteutus on hyvin hankalaa ja kallista toteuttaa. Suurin osa projekteista kertoi huomioineensa teknisen suorituskyvyn osana projektin hyväksyntäkriteerejä, mutta tällöin on hyvin usein kyse kertaluonteisista testauksista.

Haastatteluiden kautta saatiin ensimmäisiä, pääasiallisesti olettamiin liittyviä ajatuksia, että missä yleisimmät ongelmat IT-palvelutuotantoympäristöissä sijaitsevat ja oliko näillä mahdollisesti ollut vaikutuksia loppukäyttäjien kokemaan laatuun. Tämä jäi vain olettamusten varaan, sillä kuten aiemmin on todettua, ei testeissä ole ollut riittävän laaja-alaisia mittauksia tai mittaukset ovat keskittyneet vääriin asioihin.

Tarkempaa teknistä tietoa saatiin sellaisista projekteista, joissa oli toteutettu suorituskykytestausta perinteisin menetelmin siten, että järjestelmää testataan järjestelmän suorituskyvyllisillä äärirajoilla. Testauksen aikana toteutettiin teknisen laadun mittausta, koetun laadun synteettisiä mittauksia mutta myös perinteistä, manuaalista tutkivan testauksen toteuttamista. Tällöin saatiin selville, että miten järjestelmän loppukäyttäjäkokemus, niin synteettisesti toteuttama kuin oikeiden käyttäjien kokema, muuttui siinä vaiheessa, kun järjestelmässä havaittiin teknisiä ongelmia, esim. verkon kuormituksesta johtuen.

Näiden, ei-funktionaalisten ja funktionaalisten testausten avulla pystyttiin löytämään niitä teknisiä osa-alueita, toteutettujen teknisten mittareiden puitteissa, joissa oli tavallisuudesta poikkeavia havaintoja niin teknisen kuin koetun laadun osalta. Ongelmaksi näissä ympäristöissä ongelmaksi muodostui se, että testiympäristöt eivät vastaa tuotantoympäristöjä ja tästä johtuen nämä havainnot jäävät olettamuksiksi, ilman täyttä varmuutta siitä, että käyttäytyykö koettu laatu vastaavasti teknisen laadun heiketessä myös lopullisessa IT-palvelutuotantoympäristöissä.

4.2 IT-palvelun tuotantokäyttövaihe

Laadullisten haastatteluiden havaintojen perusteella osattiin lähteä haarukoimaan niitä teknisiä perusmittareita, joita jokaisesta palvelusta pitäisi mitata, millaisella intervallilla, millaisia erityispiirteitä haastateltavat olivat havainneet eri tekniikoilla toteutetuilla palveluissa ja miten erityispiirteitä tulisi huomioida tulevissa tuotantopalveluihin asetetuissa mittareissa.

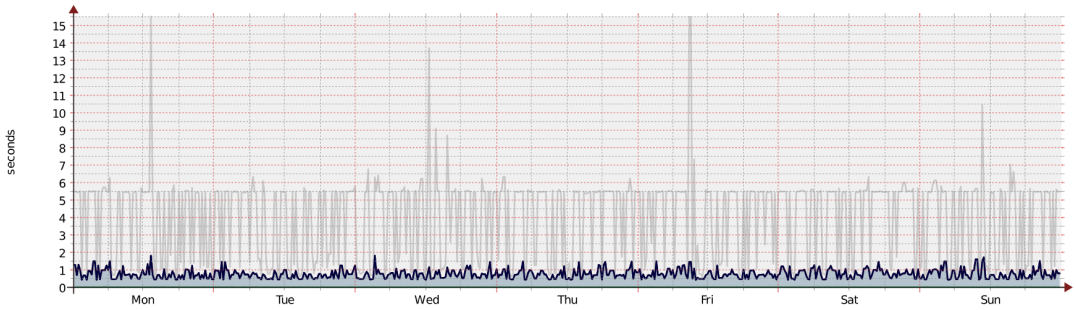
Olettamusten johdosta ja vahvistamiseksi päädyttiin tutkimaan oikeita, tuotantokäytössä olevia järjestelmiä siten, että haastatteluissa havaitut tekniset mittarit olivat keskiössä.

Asiantuntijoiden avulla saatiin haarukoitua kaksi, luonteiltaan hyvin erilaista palvelua jatkuvaan mittaukseen ja seurantaan. Tapaus 2 - www palveluun saatiin toteuttaa mittarit tyhjältä pöydältä, edellisissä tutkimusvaiheissa hyväksi epäillyillä mittaustavoilla ja mittareilla. Palvelu saatiin erinomaisesti, olosuhteet huomioiden, mittausten pariin. Palvelussa käytettiin myös simuloituja palvelulaadun mittauksia koetun laadun osalta, tuomaan jonkinlaista tietoa loppukäyttäjille näkyvästä laadusta. Tätä koetun laadun laatutasoa myös selvitettiin havainnoimalla järjestelmää siten, että kohdepalvelua testattiin tutkivan testauksen menetelmin.

Tässä palvelussa, tapaus 2 – www palvelu, oli mahdotonta löytää korrelaatioita koetun laadun ja teknisen laadun ongelmien välille, sillä molemmissa mittauksissa oli havaittavissa ongelmia, mutta ongelmat eivät olleet korreloitavissa keskenään eikä havainnointijaksoilla havaittu mitään toiminnallista poikkeavuutta joka olisi vaikuttanut koettuun laatuun.

Selkeimpinä ongelmina olivat koetun laadun, simuloitujen testien päättymiset HTTP-virheisiin (HTTP virhe 408 & HTTP virhe 504), mutta itse IT-palvelualustan mittauksissa näille virheille ei löytynyt mitään syytä. Näitä virheitä ei saatu havaittua myöskään tuotantoympäristöä havainnoimalla tai käyttämällä, sillä tutkivassa testauksessa yksikään testausvaihe ei päätynyt kyseisiin virheisiin.

Toisena hyvin yleisenä ongelmana oli HTTP-latenssin suuri vaihteluväli, joka näkyi teknisissä mittauksissa hyvinkin selkeästi ja alla kuvaaja, kuvio 13, HTTP-latenssin samalta ajanjaksolta.

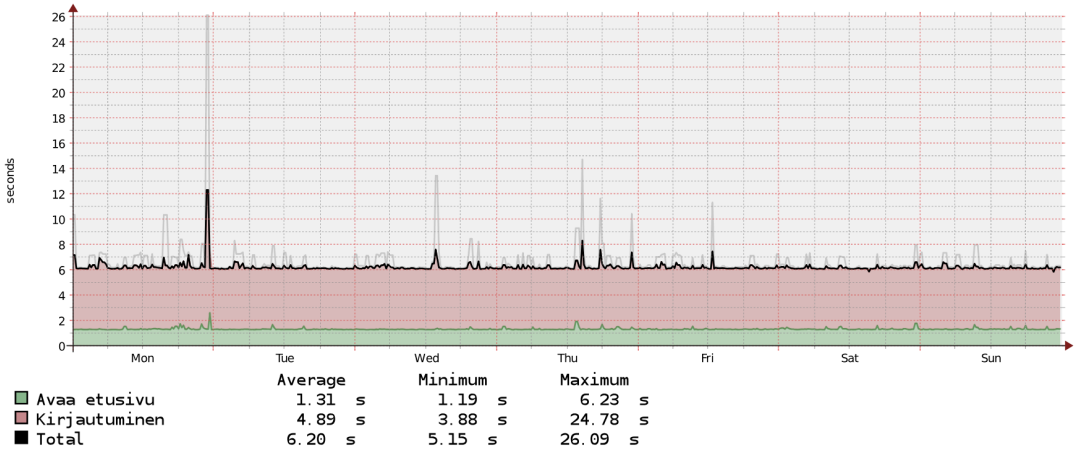


	Average	Minimum	Maximum
Request DNS Time	0.00 s	0.00 s	0.00 s
Request Connect Time	13.15 ms	5.49 ms	288.81 ms
Request Transmit Time	750.70 ms	326.00 ms	15499.75 ms
Server Response Time	0.46 ms	0.34 ms	0.81 ms
Response Receive Time	0.27 ms	0.16 ms	201.04 ms
Total Latency	764.57 ms	336.91 ms	15510.29 ms

Kuvio 13: tapaus 2 - http-latenssi 20.-26.8.2018

Kuten kuvaajasta, kuvio 13, näkyy, palvelun latenssit vaeltelevat selkeästi ja jatkuvaaikaisesti.

Samalta ajanjaksolta kun tarkastelee simuloitua, koetun laadun mittaria, kuvio 14, jossa palvelun etusivu avataan ja kirjaudutaan sisälle, niin ei ole havaittavissa vastaavaa vaihtelua palvelun toiminnassa vaan vasteaika-kuvaaja on lähes suora, paria hitaampaa sivulatausta huomioimatta. Eli HTTP-testeissä olevat havainnot eivät tue simuloitua, koetun laadun mittaustuloksia.



Kuvio 14: tapaus 2 – simuloitu loppukäyttäjäkokemus, kirjautuminen 20.-26.8.2018

Samaa ajanjaksoa kun tarkastellaan asiakaspalveluun tulleiden vikatilanteiden osalta, ei latenssien vaihtelu ole näkynyt tai ainakaan haitannut käyttäjiä, sillä asiakaspalvelussa ei ollut kyseiseltä ajankohdalta yhtään yhteydenottoa palvelussa tapahtuneista häiriötilanteista tai palvelun hitaudesta johtuen.

Palvelussa tapahtui muutama täydellinen toimimattomuus, simuloidun loppukäyttäjäkokemuksen osalta kyseisen mittausjakson aikana, mutta nämä tapahtumat eivät näy yllämainitussa kuvaajassa kuvaajan pitkän ajanjakson takia ja katkojen lyhyen keston takia. Katkoajankohtia analysoitiin vertaamalla niitä HTTP-latenssia mittaavan testin kanssa ja mittauksilla ei ollut minkäänlaisia korrelaatioita keskenään. Palvelun HTTP-latenssia mittaava testi ei kertaakaan mittausajanjaksolla jättänyt saamatta arvoa, eli palvelu vastasi aina HTTP-pyyntöön. Muutkin mittausten piirissä olevat kuvaajat käytiin läpi sekä verrattiin katkoajankohtiin, eikä yksikään mittari näyttänyt mitään poikkeavaa katkojen ajankohdille. Katkojen ajankohdilta ei löytynyt yhtään yhteydenottoa asiakaspalveluun.

Syitä palvelun virheisiin tai latenssin vaihteluun ei saatu selville yrityksistä huolimatta. Pohdittaessa palvelun kehittäjien ja ylläpitäjien kanssa ongelmaa, epäilys ongelmien juurisyistä päätyi IT-palvelualustatarjoajan suuntaan. Palvelun IT-arkkitehtuuri, on toteutettu Amazon Web Services –ympäristöön siten, että käytössä on itse kehitettyjen komponenttien ja palveluiden lisäksi Amazonin tarjoamia, valmiiksi paketoituja komponentteja kuten mm. ELB (kuormanjakaja) ja RDS (relaatiotietokantapalvelu). Näiden palveluiden valvonta on käytössä

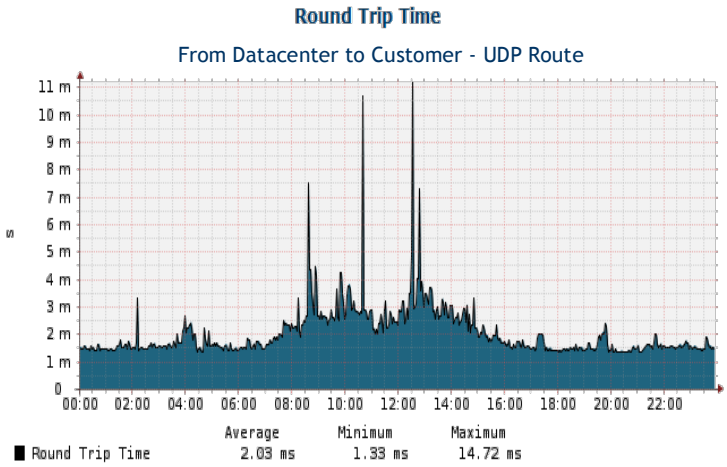
olevalla järjestelmällä haastavaa ja erittäin kallista. Tästä johtuen valvontaa ei voitu laajentaa näiden komponenttien valvontaan, jolloin olisi ehkä ollut mahdollista löytää näiden komponenttien teknisistä mittareista korrelaatioita koettuun laatuun. Tämän kaltaisen valvonnan laajentaminen tuleekin tulevaisuudessa toteuttaa, jotta palvelun koettua laatua voitaisiin ennakoida edes jollakin tasolla.

Toisaalta, Tapaus 1 – client-server –palvelun osalta löydettiinkin hyvinkin tarkkoja syyseuraussuhteita IT-palvelualustasta johtuvien ongelmien ja palvelun loppukäyttäjien koetun laadun laatutason laskun välillä.

Mittaustuloksia analysoitaessa, havaittiin että suurin osa ongelmista johtui palvelun loppukäyttäjien ja palvelun IT-palveluympäristön välisistä verkkoyhteyksistä. Tämä pystyttiin todentamaan erittäin tarkasti, sillä palvelun IT-palveluarkkitehtuurista johtuen, oli palveluun aikoinaan määritelty verkon laadulliset mittaukset erittäin tarkalle tasolle ja mittausaineistoa oli saatavilla vuosien ajalta. Mittausten tarkkuus oli riittävän tarkkaa, jotta palvelun käytössä, mm. palautetta käyttäjiltä, tapahtuneet ongelmat pystyttiin havainnoimaan myös teknisten mittareiden avulla.

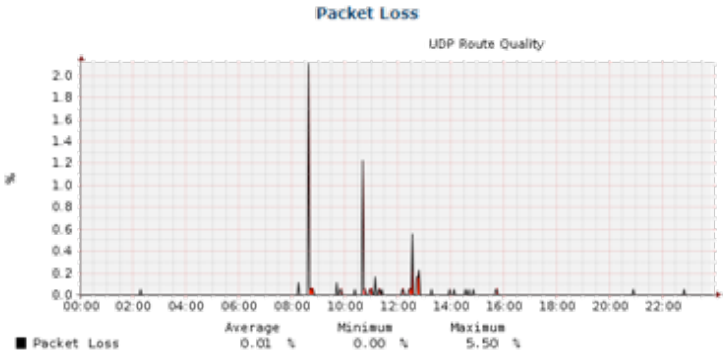
Kyseinen sovellus paljastui tutkimuksissa hyvinkin vika-alttiiksi verkon häiriöille ja pienikin verkon ongelma heijastui suoraan loppukäyttäjille. Yleisin verkkoon liittyvä ongelma oli verkossa tapahtuva pakettihävikki ja jos pakettihävikki nousi yli yhden prosentin, palvelu lakkasi toimimasta kunnolla.

Alla kuvattuna yksi tutkituista ongelmatapauksista sekä niitä varten piirretyt kuvaajat eri kohdista IT-palvelutuotantoalustaa. Kuvaajista käy selkeästi ilmi ongelmien juurisyy, pakettihävikki sekä se, että miten se vaikuttaa verkon kiertoaikaviiveeseen sekä palvelun simuloituihin loppukäyttäjätesteihin. Verkko-oireet näkyvät suurena hidasteluna palvelun käytössä, hidastaen sovelluksen toimintaa useilla sekunneilla. Näitä havaintoja tukivat myös itse loppukäyttäjiltä aiemmin saadut suulliset kommentit palvelun koetun laadun osalta, sillä järjestelmän toimintaa kuvattiin hitaaksi aina välillä ja näitä tapauksia tutkimalla on löydetty korrelaatioita juuri verkon heikkoon laatuun.



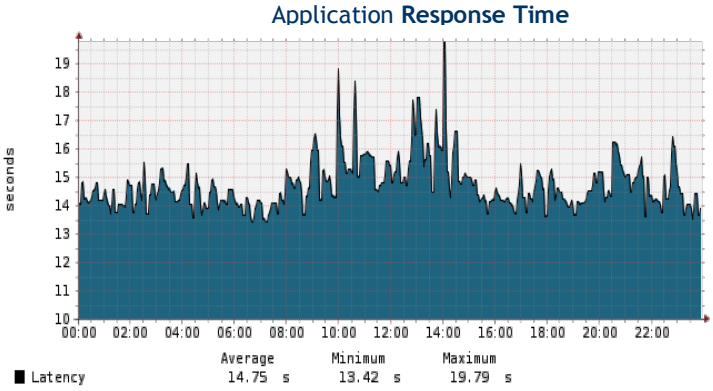
Kuvio 14: tapaus 1 - kiertoaikaviive 20.-26.8.2018

Kuvaajaa 14 kertoo kiertoaikaviiveen konesalista asiakkaan toimipisteeseen. Kiertoaikaviiveessä on havaittavissa selkeää kasvua aikavälillä 07:00-16:00 siten, että pahimmat piikit osuvat ajankohdille n. kello 09:00, 11:00 ja 13:00.



Kuvio 15: tapaus 1 - pakettihävikki 20.-26.8.2018

Kuvio 15 kuvaaja kertoo verkon laadusta, eli pakettihävikistä, konesalista asiakkaan toimipisteeseen. Mittauksissa on havaittavissa selkeät piikit samoille ajoille, kun oli havaittavissa kuviossa 14, eli mittauksissa on havaittavissa korrelaatioita keskenään. Pakettihävikki on erittäin huolestuttava piirre verkossa ja kertoo, että verkossa kaikki ei ole hyvin. Latenssin kasvu on suora seuraus pakettihävikistä, sillä latenssi kasvaa kun paketteja joudutaan lähettämään uudelleen hävinneiden pakettien tilalle ja mitä enemmän paketteja lähetetään, sitä enemmän viive kasvaa.



Kuvio 16: tapaus 1 – simuloitu loppukäyttäjäkokemus, vasteaika 20.-26.8.2018

Kuvio 16 kuvaaja kuvaa simuloitua loppukäyttäjäkokemusta ja tässäkin mittauksessa on havaittavissa selkeä yhdenmukaisuus edellä mainittujen (kuvio 14, kuvio 15) kuvaajien kanssa, eli simuloitu loppukäyttäjäkokemus korreloi teknisissä mittauksissa havaittujen ongelmien (pakettihävikki) ja havaintojen (latenssin kasvu) kanssa. Kaikilla kuvaajilla on hyvin samankaltainen profiili, siten että laadulliset ongelmat sekä latenssin kasvu alkavat n. kello 07:00 ja päättyvät n. kello 16:00. Myös korkeimmilla piikeillä kuvaajissa on samankaltaisuuksia keskenään. Valitun mittausajankohdan osalta ei ollut olemassa aineistoa loppukäyttäjiltä.

Järjestelmää on mitattu teknisesti vuosia ja vastaavista ongelmatilanteista kyseisen palvelun verkon pakettihävikin osalta on olemassa, myös suullista tietoa palvelun loppukäyttäjiltä, että palvelun käyttö on ollut tavallista haasteellisempaa palvelun hitaudesta johtuen tai palvelu on lakannut toimimasta kokonaan.

Nämä tuotantoympäristöissä tehdyt tutkimukset näyttävät esimerkeillään, että järjestelmien toteutustavoilla on erittäin suuri merkitys siihen, miten ongelmat näkyvät loppukäyttäjille, jos näkyvät. Palveluiden koettuun laatuun vaikuttavia tekijöitä on useita ja ovat aina järjestelmäkohtaisia, riippuen käytetyistä ohjelmistokielistä, verkoista, sovelluksista sekä niitä ympäröivästä yleisestä IT-palveluarkkitehtuurista. Pienikin virhe ohjelmistossa tai häiriö tietoliikenneyhteyksissä voi aiheuttaa suuriakin ongelmia loppukäyttäjän kokemaan palvelulaatuun tai sitten ongelmat voivat jäädä täysin loppukäyttäjän huomaamattomiin.

Jotta mittauksilla on mitään arvoa koetun laadun päättelemiseksi, on tärkeää, että IT-palvelujärjestelmiä mitataan teknisillä mittareilla, sillä ilman mittauksia on mahdotonta todentaa ongelmatilanteita luotettavasti. Palvelua tuleekin mitata niillä mahdollisilla keinoilla kuin vain on ja seurata mahdollisimman pitkältä ajalta tapauksia, jossa koetun laadun kanssa on havaittu ongelmia. Näiden ongelmatilanteiden peilaaminen teknisiin mittareihin antaa näkemyksiä siihen, että olisiko ongelma voitu havaita olemassa olevilla mittareilla. Teknisiä mittareita pitää laajentaa ja syventää aina sitä mukaan, jos koetun laadun ongelmat eivät

heijastu teknisiin mittareihin. Kun mittaustietoa on kerätty riittävän pitkältä ajalta ja mittauksia laajennettu ja tarkennettu, on mahdollista luoda järjestelmäkohtaisia syy-seuraussuhteita erilaisten ongelmatilanteiden osalta, että miten jokin tietty tekninen ongelma näkyi käyttäjille. Tämä tosin vaatii sen, että järjestelmää jatkuva-aikaisesti mitataan sekä mittareita kehitetään niin tarvittaessa.

4.3 Tutkimuksen validiteetti ja reliabiliteetti

Tutkimusta toteutettaessa pyrittiin poissulkemaan vain yhteen näkökulmaan lukittuminen, jonka Yin (2015, 204) mainitsee riskinä. Aineistoa tämän aiheen tiimoilta on niin vähän, että muiden tutkimuksiin tutustuminen ei ollut mahdollista.

Tätä tutkimusongelmaa varten näkökulmia haettiin tutkimuksilla eri tilanteissa olevista järjestelmistä sekä eri teknologioilla toteutetuilla järjestelmillä. Aineiston monipuolisuuden ja riittävän laajan näkökulmakirjon varmistamiseksi aineistoa kerättiin myös eri rooleissa toimivilta henkilöiltä, niin määrällisten kuin laadullisten tutkimusten kautta. Määrällisen tutkimuksen avulla saatiin käsitys ongelmien laajuudesta ja yleisyydestä. Laadullisen tutkimuksen avulla saatiin varmistettua määrällisen tutkimuksen havainnot mutta myös varmistettua tuotantokäyttövaiheen tekniset mittarit siten, että mittaustavat ja mitattavat kohteet ovat oikein määriteltyjä. Tuotantokäyttövaiheen tutkimuksista saadut havainnot tukivat vahvasti aikaisempien tutkimusvaiheiden havaintoja.

5 Opinnäytetyön Johtopäätökset

Tämän osion tarkoituksena on vastata opinnäytetyössä asetettuun ongelmaan ja tarkastella, onko ongelmaan löydetty ratkaisua. Opinnäytetyön tutkimusongelma oli: Miten IT-palveluiden loppukäyttäjien kokemaa laatua voidaan indikoida teknisillä mittareilla? Opinnäytetyön tutkimusongelman tukena käytettiin tutkimuskysymyksiä, joiden avulla haettiin vastauksia itse tutkimusongelmaan. Tutkimuskysymykset olivat:

- Onko IT-palvelun koettua laatua mahdollista mitata teknisen laadun mittareilla?
- Miten IT-palvelun koettu laatu mitataan teknisillä mittareilla?

Koettua laatua on ainakin osittain mahdollista indikoida teknisillä mittareilla. Jotta tähän tilanteeseen, koetun laadun indikointiin teknisillä mittareilla päästään, vaatii se määrätietoista asennetta niin palvelun teknisen laadun ja mittareiden kuin koetun laadun mittauksen osalta. Jokainen järjestelmä on omanlainen kokonaisuutensa ja näin ollen jokaisella järjestelmäkokonaisuudella on omat erityispiirteensä sen suhteen, mitä kaikkea voidaan mitata teknisillä mittareilla ja miten koettu laatu muuttuu kun IT-palvelutuotantoalustassa tapahtuu häiriöitä tai poikkeustilanteita.

Tämän opinnäytetyön tutkimustiedon perusteella voidaan todeta se, että jos IT-palvelutuotantoalustan tekniset mittarit eivät ole riittävän tarkkoja ja kohdeympäristöä varten suunniteltuja, voivat loppukäyttäjien kokemat ongelmat jäädä täysin indikoimatta teknisten mittareiden osalta. Pelkkä tekninen mittaaminen ei riitä mittausten alkuvaiheessa, sillä jotta koetun laadun laatutasoa voidaan indikoida teknisten mittareiden kautta, pitää olla tietoaineistoa myös järjestelmän loppukäyttäjien kokeman laadun laatutasosta. Kun kohdejärjestelmästä on mittausten kautta saatu riittävästi teknistä mittausaineistoa ja koetun laadun aineistoa, voidaan aineistot yhdistämällä analysoida, että miten palvelun koetun laadun laatutaso muuttuu kun järjestelmässä havaitaan teknisiä ongelmia teknisten mittareiden kautta. Havaintojen pohjalta voidaan toteuttaa tarkempia mittareita sekä malleja, että millaisissa teknisissä ongelmissa ongelmat heijastuvat myös loppukäyttäjille ja miten loppukäyttäjän kokema laatu muuttuu. Näiden mallien ja tarkempien teknisten mittareiden avulla voidaan jatkossa havainnoida tarkemmin IT-palvelutuotantoalustassa tapahtuvia muutoksia sekä ennakoida koetun laadun muuttumista.

Opinnäytetyöprosessin aikana on noussut kaksi jatkotutkimustarvetta tutkittavan aiheen tiimoilta. Ensimmäinen tarve on tutkia kohdeyritykselle, että miten yrityksen käytössä olevia teknisiä mittareita pitäisi kehittää. Tällä hetkellä käytössä olevilla mittareilla ei ole mahdollista löytää yhteyksiä koetun laadun laatutason ja teknisen laadun välille, kuten opinnäytetyön tutkimuksen avulla kävi ilmi. Kun mittaristo on saatu kehitettyä esimerkiksi tapaus 2, www-palvelun osalta riittävän syväksi ja koetun laadun havaintoja tukevaksi, tulee tutkia myös kohdeyrityksen muita palveluita samalla mittaristolla sekä seurata, että miten hyvin mittaristo toimii eri teknologioilla toteutetuilla järjestelmillä sekä tarvittaessa tarkentaa teknologiakohtaisia mittareita. Tavoitteena on saavuttaa tila, jossa jokaiselle teknologiavalinnalle on toteutettuna riittävän syvä ja kattava tekninen mittaristo, jonka avulla voidaan havainnoida koetun laadun laatutason muutoksia.

Toinen tarve on tutkia, joko kohdeyritykselle tai yleisesti ohjelmistokehitystä toteuttavien yritysten keskuudessa, että miten ensimmäisessä jatkotutkimustarpeessa määritelty, tarkempi ensimmäisen tason mittaristo auttaa vasta kehitysvaiheessa olevan palvelun koetun laadun varmistamisessa. Saadaanko mittaristolla kiinni virheitä aikaisemmassa vaiheessa kehitystä, paraneeko kehitettävän tuotteen laatu ja onko parantuneella koetulla laadulla vaikutusta projektin kustannuksiin, esimerkiksi vähentyneiden virheenkorjausten takia?

Lähteet

Painetut

Aaltola, J., Valli, R. (toim.) 2010. Ikkunoita tutkimusmetodeihin II. Jyväskylä: PS-kustannus.

Ahvenainen, P., Gylling, J., Leino, S. 2017. Viiden tähden asiakaskokemus. Viro: Meedia Zone.

Eaton, M. 2013.The Lean Practitioner's Handbook. Lontoo: Kogan Page Limited.

Dale, Barrie G., van der Wiele, Ton., van Iwaarden, Jos. (Edited) 2007. Managing quality. Malden: Blackwll publishing.

Eriksson, P., Koistinen, K. 2014. Monenlainen tapaustutkimus. Helsinki. Kuluttajatutkimuskeskus.

Filenius, M. 2015. Digitaalinen asiakaskokemus - Menesty monikanavaisessa liiketoiminnassa. Jyväskylä: Docendo.

Grönroos, C. 2009. Palvelujen johtaminen ja markkinointi. Juva: WS Bookwell.

Grönroos, C. 2015. Service management and marketing Managing the service profit logic. West Sussex; John Wiley & Sons Ltd.

Hutcheson, M. L. 2003. Software Testing Fundamentals : Methods and Metrics. Indiana: Wiley publishing inc.

Järvinen, P., Järvinen, A. 2004. Tutkimustyön metodeista. Tampere: Opinpajan kirja.

Laine, M., Bamberg, J., Jokinen, P. (toim.) 2008. Tapaustutkimuksen taito. Helsinki: Gaudeamus.

Persse, J. 2006. Process Improvement Essentials. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc.

Polaine, A., Lovlie, L.& Reason, B. 2013. Service Design From Insight to Implementation. New York: Rosenfeld Media.

Rose, S., Hair, N & Clark, M. 2011. Online Customer Experience: A Review of the Business-to-Consumer Online Purchase Context. International Journal of Management Reviews.

Tuulaniemi, J., 2011. Palvelumuotoilu. Hämeenlinna: Talentum Media.

Yin, Robert K., 2014. Case Study Research Design and Methods, 5 edition. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.

Wright, T., Snook, C. 2017. Digital Sense. Hoboken, New Jersey: John Wilaey & Sons, Inc.

Sähköiset lähteet

Andersen, R. 2004. Monitoring Linux with native tools. Nevada: 30th Annual international Conference of The Computer Measurement Goup, Inc. Viitattu 31.10.2018. https://static.aminer.org/pdf/PDF/000/100/413/monitoring_linux_with_native_tools.pdf

An Introductory Overview of ITIL V3. 2007. itSMF Ltd. Viitattu 19.2.2018. http://www.itsmf.org.rs/sites/default/files/itSMF%20ITIL%20V3%20Introduction%20Overview.pdf

Ei pahalla parempaa palveluiden laatua. 2013. Tampere. Tampereen ammattikorkeakoulu. Viitattu 20.1.2018. http://julkaisut.tamk.fi/PDF-tiedostot-web/B/64-Ei-paha.pdf

Internet Control Message Protocol RFC 792. 1982. The Internet Engineering Task Force (IETF). Viitattu 31.10.2018. https://tools.ietf.org/html/rfc792

JUHTA - Julkisen hallinnnon tietohallinnnon neuvottelukunta. 2009. JHS 174 ICT-palvelujen palvelutasoluokitus Liite 1 Palvelutasoluokitus. Viitattu 12.3.2018. http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS174_liite1/JHS174_liite1.pdf

Helsingin Yliopisto. 2009. Korkeakoulujen kokonaisarkkitehtuurin käsikirja. Viitattu 1.4.2018 http://www.helsinki.fi/julkaisut/aineisto/hallinnon_julkaisuja_65_2009.pdf

KvantiMOTV 2008. Mittaaminen: Mittarin luotettavuus. Viitattu 1.4.2018. http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/mittaaminen/luotettavuus.html

SeleniumHQ. 2018. Selenium WebDriver. Viitattu 26.11.2018. https://www.seleniumhq.org/projects/webdriver/

The Open University. 2018. 6 Methods of data collection and analysis. Viitattu 5.12.2018. www.open.edu/openlearncreate/mod/resource/view.php?id=52658

Gallo, A. 2014. The Value of Keeping the Right Customers. 2014. Harvard Business Review. Viitattu 18.9.2018. https://hbr.org/2014/10/the-value-of-keeping-the-right-customers

Valtiokonttorin selvitys. 2015. Digitalisaatio ja virastojen tuottavuuspotentiaali. Viitattu 18.9.2018. http://www.valtiokonttori.fi/download/noname/%7B8B28514D-E7AA-4384-A6D6-6B85615A3D93%7D/92716

Kuviot

Kuvio 1: tapaustutkimuksen vaiheet 23

Kuvio 2: tiedon konvergenssi 29

Kuvio 3: tapaus 1 – verkkotopologia 34

Kuvio 4: tapaus 1 – palvelinarkkitehtuuri 36

Kuvio 5: tapaus 2 – palveluarkkitehtuuri 39

Kuvio 5: suuri teoria 43

Kuvio 6: kokonaisviive 12.9.2018 – 10:00 – 22:00 45

Kuvio 7: prosessorin kuorma 12.9.2018 – 10:00 – 22:00 45

Kuvio 8: muistinkäyttö 12.9.2018 – 10:00 – 22:00 46

Kuvio 9: liikennemäärä 12.9.2018 – 10:00 – 22:00 46

Kuvio 10: teknisen laadun huomioiminen palvelun kehitysvaiheessa 48

Kuvio 11: projektin aikainen tekninen testaus ja/ tai seuranta 49

Kuvio 12: tuotantovaiheen tekniset ongelmat 49

Kuvio 13: tapaus 2 - http-latenssi 20.-26.8.2018 52

Kuvio 14: tapaus 2 – simuloitu loppukäyttäjäkokemus, kirjautuminen 20.-26.8.2018 53

Kuvio 14: tapaus 1 - kiertoaikaviive 20.-26.8.2018 55

Kuvio 15: tapaus 1 - pakettihävikki 20.-26.8.2018 55

Kuvio 16: tapaus 1 – simuloitu loppukäyttäjäkokemus, vasteaika 20.-26.8.2018 56

Taulukot

Taulukko 1: Keskeisimmän termit tiedonhaussa..... 22

Taulukko 2: Keskeisimmän teoreettiset lähteet..... 22

Taulukko 3: aineiston hankintamenetelmät..... 28

Taulukko 4: tapaus 1 – toteutetut tietoliikenteen mittarit..... 36

Taulukko 5: tapaus 1 – toteutetut palvelinarkkitehtuurimittaukset..... 38

Taulukko 6: tapaus 2 – toteutetut tekniset mittarit 40

Taulukko 7: tapaus 2 – tietoaineiston taulukointiesimerkki 44