



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Elsa Yletyinen

Asiakas- ja potilastietojärjestelmän integraatioiden automaatiotestaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinöörityö

28.10.2020

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Elsa Yletyinen Asiakas- ja potilastietojärjestelmän integraatioiden automaatiotestaus 43 sivua + 5 liitettä 28.10.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	automaatiotekniikka
Ohjaajat	integraatiopäällikkö Panu Peltola lehtori Timo Kasurinen
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä selvitystä kohdeyrityksen asiakas- ja potilastietojärjestelmän integraatioiden automaatiotestauksen tarpeesta, sekä jatkaa integraatioiden regressiotestauksen automatisointiprojektia toteuttamalla esimerkiksi valitulle integraation ulospäinlähtevien HL7 SIU -sanomille automatisoitu regressiotestitapaus. Työ toteutettiin yritykselle Oy Apotti Ab.</p> <p>Integraatioiden automaatiotestauksen tarvetta kartoitettiin kohdeyrityksen työntekijöille laaditulla kyselylomakkeella, jonka tuloksia käsiteltiin ja analysoitiin laadullisen sekä määrällisen tutkimuksen keinoin. Kysely laadittiin hyödyntäen automaatiotestauksen teorian pohjalta tunnistettuja hyötyjä ja tarkoituksena oli selvittää parhaat käyttökohteet testiautomaation hyödyntämiselle integraatioiden testauksessa sekä kartoittaa integraatiotestauksen nykytilaa kohdeyrityksessä.</p> <p>Integraatiotoiminnallisuuksien laadukas ja kokonaisvaltainen testausprosessi on keskeinen osa asiakas- ja potilastietojärjestelmien integraatioiden toteutusta. Ketterän kehityksen myötä kohdeyrityksen regressiotestaukselle oli jo entuudestaan tunnistettu tarve testauksen automatisoinnille ja aloitettu integraatiotoiminnallisuuksien testauksen automatisointiprojekti. Opinnäytetyössä integraatioiden regressiotestausta laajennettiin HL7-sanomien sisällön tarkistukseen. Toteutettu regressiotestitapaus voidaan ottaa käyttöön osana regressiotestejä ja sitä voidaan käyttää mallina muiden HL7-sanomaintegraatioiden regressiotestien automatisoinnissa.</p> <p>Opinnäytetyössä toteutetun kyselytutkimuksen perusteella integraatioon liittyvistä testausprosesseista regressiotestauksen automatisointi nousi suurimmaksi tarpeeksi ja kehityskohteeksi. Integraatioiden testauksen automatisointi vaatii resursseja ja toteutuksen alkupanostus on suuri, mikä tulee ottaa huomioon kohdeyrityksen suunnitellessa automatisointiprosessin prioriteetteja suhteessa yrityksen muihin projekteihin ja käynnissä oleviin tehtäviin.</p>	
Avainsanat	asiakas- ja potilastietojärjestelmä, integraatiot, automaatiotestaus, regressiotestaus

Author Title Number of Pages Date	Elsa Yletyinen Automation testing of Client and Patient Information System integrations 43 pages + 5 appendices 28 10 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation technology
Professional Major	Automation
Instructors	Panu Peltola, Integration team lead Timo Kasurinen, Principal Lecturer
<p>The aim of this study was to investigate the need for automation testing for the target company's Client and Patient information System integrations, and to continue the integration regression testing automation project by implementing a new automated regression test case for selected integration's outgoing HL7 SIU messages. This study was carried out for Oy Apotti Ab.</p> <p>The need for automation testing of integrations was examined using a questionnaire prepared for the employees of the target company. The results were processed and analyzed by means of qualitative and quantitative research. The survey was prepared using the benefits identified on the theory of automation testing. The purpose was to find out the best suitable processes for utilizing test automation, as well as to clarify the current state of integration testing in the target company.</p> <p>A high-quality and comprehensive functionality and integration testing process is central to the implementation of the integration functionalities of information systems. With qualified testing one can avoid possible fault situations in production environment and speed up the identification and correction of errors and bugs.</p> <p>The need for automation in regression testing became the clearest resolution based on the research of the thesis. Automating the testing of integrations requires a lot of resources and a high initial investment, which should be considered when the target company plans the priorities of the automation process in relation to the company's other projects and tasks.</p> <p>The regression test case implemented in the thesis can be introduced as part of the regression tests and can be used as a model in the automation of regression tests of other HL7 messages. Based on the thesis and the conclusions presented in it the target company has additional material for developing its operations in the future.</p>	
Keywords	client & patient information system, integration, automation testing

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sosiaali- ja terveydenhuollon tietojärjestelmät ja integraatiot	3
2.1	Kohdeyritys ja yhteistyökumppanit	4
2.2	Apotti-järjestelmä ja monitoimittajaekosysteemi	5
2.3	Integraatiot sosiaali- ja terveydenhuollon järjestelmissä	6
2.3.1	HL7-standardin sanomaintegraatiot	7
2.3.2	Apotti-järjestelmän integraatiot	8
3	Järjestelmä- ja integraatiotestaus	11
3.1	Testauksen tasot	11
3.2	Regressiotestaus	12
3.3	Automaatiotestaus	14
3.3.1	Hyödyt	15
3.3.2	Haasteet	16
4	Kehittämiskohteet ja tutkimus	18
4.1	Tutkimuskysymys	18
4.2	Hypoteesi	19
4.3	Suunnitelma	20
4.3.1	Kyselylomakkeen määrittely	21
4.3.2	Testiautomaatiotapauksen määrittely	22
5	Toteutus	24
5.1	Kyselylomake	24
5.2	Kyselylomakkeen jälkiarviointi	25
5.3	Automaatiotestitapaus	26
5.4	Automaatiotestitapauksen jälkiarviointi	29
6	Tulokset	31

6.1	Kyselyn tulokset	31
6.2	Kehitysprojektin tulokset	37
6.3	Johtopäätökset	38
7	Yhteenveto	39
	Lähteet	41

Liitteet

Liite 1. Apotti-ekosysteemin arkkitehtuuri yksinkertaistetussa muodossa – salattu, vain työn tilaajan käyttöön

Liite 2. Apotti tiedonsiirtoekosysteemin verkkokaavio – salattu, vain työn tilaajan käyttöön

Liite 3. Kyselylomake – salattu, vain työn tilaajan käyttöön

Liite 4. Testiautomaatioajon HL7 SIU mallisanomat – salattu, vain työn tilaajan käyttöön

Liite 5. Kyselyn tulokset, avoimet kysymykset – salattu, vain työn tilaajan käyttöön

Lyhenteet ja käsitteet

DVV	<i>Digi- ja väestötietovirasto.</i>
EAI	<i>Enterprise Application Integration.</i>
FHIR	<i>Fast Healthcare Interoperability Resources.</i>
HL7	<i>Health Level 7. Terveystieteiden standardi sanomatekniikka</i>
HUS	<i>Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri.</i>
sote	<i>sosiaali- ja terveydenhuolto.</i>
STM	<i>Sosiaali- ja terveysministeriö.</i>
THL	<i>Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitos.</i>
VTJ	<i>Väestötietojärjestelmä.</i>

1 Johdanto

Opinnäytetyössä käsitellään sosiaali- ja terveydenhuollon tietojärjestelmän integraatioita ja automaatiotestausta. Työssä keskiössä on kohdejärjestelmästä erillisjärjestelmiin toteutettujen integraatioiden testaus, ja tavoitteena on selvittää ja tutkia tarvetta integraatiotoiminnallisuuksien automaatiotestaukselle ja arvioida automaatiotestauksen edellytyksiä, päämääriä ja prioriteetteja. Kohdeyritykseen toteutetaan esimerkiksi valitun integraation regressiotestitapausten automaatioajo, joka näin ollen laajentaa yrityksen integraatioiden regressiotestien automatisointia.

Kohdeyritys, jota työssä käsitellään, on Oy Apotti Ab. Apotti tuottaa asiakkailleen maailman ensimmäisen sosiaali- ja terveydenhuollon yhdistävän asiakas- ja potilastietojärjestelmän. Asiakkaisiin kuuluvat Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri (HUS) ja useat Uudenmaan kunnat, esimerkiksi Helsinki ja Vantaa. Järjestelmä on tähän mennessä otettu käyttöön onnistuneesti HUS:in sairaaloissa ja Vantaalla. Seuraavat suunnitellut käyttöönotot tapahtuvat vuonna 2021 viiden Uudenmaan kunnan käyttöönottojen myötä. Apotin toimintaa ohjaaviin arvoihin lukeutuvat tavoitteet toimia tuloksentekijänä, uudisraivaajana ja luotettavana kumppanina sekä tyytyväiset ihmiset.

Apotti-järjestelmään on rakennettu tällä hetkellä yli sata integraatioita erillisiin ulkoisiin järjestelmiin. Integroituihin järjestelmiin kuuluu asiakaskohtaisia, alueellisia ja kansallisia ulkoisia järjestelmiä. Esimerkkinä kansallisista liitynnöistä ovat Kanta-palvelujen integraatiot ja integraatio Digi- ja väestötietoviraston (DVV) väestötietojärjestelmään (VTJ). Apotti-järjestelmään toteutetaan uusia toiminnallisuuksia ja integraatioita tällä hetkellä Apotti-hankkeen ja jatkokehityksen kautta.

Järjestelmän toiminnallisuuksien ja niihin liittyvien integraatioiden toteutuksessa ja ylläpidossa laadukas kokonaisvaltainen järjestelmätoiminnallisuuksien ja liityntöjen testausprosessi on tärkeässä roolissa. Testausprosessi sisältää muun muassa yksikkö-, yhteys-, toiminnallisen - ja hyväksyntätestauksen. Muutos-, päivitys- ja ylläpitotöiden ohella suoritetaan vanhojen toiminnallisuuksien osalta regressiotestausta.

Apotti-järjestelmän toiminnallisuuksia kehitetään jatkuvasti ja järjestelmään tehdään muutoksia ketterää kehitystä mukailen. Muutoksia voidaan implementoida nopealla tahdilla, jolloin riittävän kattava manuaalisesti tehtävä regressiotestaus on haasteellista etenkin integraatioiden osalta. Integraatioiden testaukseen tarvitaan yleensä useampi erillinen sisäinen ja ulkoinen taho osallistumaan testaukseen, mikä aiheuttaa sekä resurssi- että aikatauluhaasteita.

Opinnäytetyön toiminnallisessa osuudessa tutkitaan kohdeyrityksen integraatioiden testauksen nykytilaa ja tulevaisuuden tavoitteita kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen tutkimuksen keinoin. Tehtävänä on selvittää, mitä hyötyjä integraatioiden testiautomaatio tuo yritykselle. Tutkimusta toteutetaan yrityksen henkilökunnalle toteutettavalla kyselylomakkeella. Lisäksi toiminnallisessa osuudessa suunnitellaan ja toteutetaan automaatiotestiajo HL7-sanomaintegraation sanoman sisällön validoinnin regressiotestitapaukselle.

Kohdeyrityksen järjestelmän toiminnallisuuksien ja eri työkulkujen testausta on automatisoitu enenevässä määrin ja tämä opinnäytetyö selvittää tarvetta laajentaa automaatiotestaus koskemaan yhä laajemmin integraatiotoiminnallisuuksia. Opinnäytetyössä tutkitaan, voidaanko integraatioiden automaatiotestauksella tehostaa yrityksen toimintaa, parantaa testauksen kattavuutta ja laatua sekä tuottaa kokonaisuudessaan yrityksen arvojen mukaisesti hyötyä. Opinnäytetyössä arvioidaan myös haasteita liittyen automaatiotestaukseen.

Opinnäytetyön teoriaosuuden lähteinä käytetään kirjallisuutta sekä tietokannoista ja Internetistä löytyviä lähteitä. Työn toiminnallisen toteutuksen osalta hyödynnetään yrityksen työntekijöiden asiantuntijuutta. Opinnäytetyön oppimistavoitteina on perehtyä automaatiotestauksen teoriaan ja käytännön toteutukseen. Työn tarkoituksena on auttaa hahmottamaan eri työkalujen käyttöä automaatiotestauksessa ja oppia arvioimaan automaatiotestauksen hyötyjä ja haittoja. Opinnäytetyön avulla perehdytään myös tutkimusmuotoihin ja pienprojektimaiseen työskentelyyn. Tavoitteet ja oppiminen tukevat opinnäytetyön tekijän kehitystä IT-alan ammattilaiseksi.

2 Sosiaali- ja terveydenhuollon tietojärjestelmät ja integraatiot

Asiakas- ja potilastietojärjestelmällä tarkoitetaan ohjelmistoa, jonka avulla käsitellään ja tallennetaan sähköisesti asiakas- ja potilasasiakirjoja ja niissä olevia tietoja. Suomessa sosiaali- ja terveydenhuollon (sote) tietojärjestelmiä määrittelee ja ohjaa lainsäädäntö ja valvoo julkinen virkavalta. Sosiaali- ja terveysministeriö (STM) valmistelee lainsäädännön sote-alaan liittyen ja ohjaa toteutustyötä, sekä vastaa alan kehittämisestä ja sosiaali- ja terveyspolitiikan suunnasta. [1.] Sosiaali- ja terveysministeriön hallinnonalaan kuuluvat

- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos THL
- Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus Fimea
- Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto Valvira
- Säteilyturvakeskus
- Työterveyslaitos. [2.]

Vaatimuksia sähköisen asiakas- ja potilastietojärjestelmän osalta on kirjattu lainsäädännössä Asiakastietolakiin 159/2007. Osa vaatimuksista/säännöksistä on tarkennettu THL:n laatimissa määräyksissä. Lupa- ja valvontavirasto Valvira valvoo sote-alan tietojärjestelmien olennaisten vaatimusten toteutumista. Tietojärjestelmän tulee täyttää toimivuuden, tietoturvan ja -suojan, sekä toiminnallisen laajuuden osalta ennalta määritetyt vaatimukset ennen järjestelmän käyttöönottoa. Järjestelmän toimittajalla on itsellään vastuu vaatimustenmukaisuuden osoittamisesta. Vaatimusten täyttämiseksi asiakas- ja potilastietojärjestelmien käyttöönotto ja ylläpito vaatii laadukasta ja jatkuvaa testausta, minkä avulla vaatimustenmukaisuutta pystytään todentamaan. [1; 3.]

Asiakastietolaissa on veloitettu julkisia ja yksityisiä sote-alan organisaatioita tallentamaan sähköiset potilastiedot valtakunnallisesti keskitettyyn arkistoon. Lakiin on linjattu myös muun muassa, että potilastietojen luovuttamisen tulee tapahtua valtakunnallisen tietojärjestelmäpalvelujen avulla. Kanta-palvelut ja Digi- ja väestötietoviraston väestötietojärjestelmä (VTJ) toimivat lain määrääminä valtakunnallisina palveluntuottajina. Lain nojalla sote-tietojärjestelmiin tulee rakentaa integraatiot tiedonsiirtoa varten. Integraatioilla tietoja siirretään lainvelvoittamana kansallisiin järjestelmiin sekä muihin järjestelmiin varmistuen turvallisen ja katkeamattoman tiedonkulun ammattilaisten välillä sekä potilaiden ja asiakkaiden hoito- ja palveluketjussa. [4.]

2.1 Kohdeyritys ja yhteistyökumppanit

Apotti-järjestelmä on asiakas- ja potilastietojärjestelmä sekä toiminnanohjausjärjestelmä, jota tuottaa Oy Apotti Ab. Apotissa työskentelee noin 600 henkilöä ja yritys on perustettu vuonna 2015. Apotti-järjestelmän käyttöönotto asiakaskunnissa toteutetaan osana Apotti-hanketta. Apotti-hanke aloitti toimintansa vuonna 2012. Apotti-yritys vastaa Apotti-järjestelmän tuotannon tuesta ja palvelutuotannosta yhteistyössä kumppaniensa kanssa.

Uudenmaan kunnilla ja HUS:illa on ollut käytössä entuudestaan lukuisia eri asiakas- ja potilastietojärjestelmiä, sekä monia muita erillisjärjestelmiä. Apotti-järjestelmä on käytössä perus-, suun- ja erikoisterveydenhuollossa sekä sosiaalihuollon puolella. Apotin asiakas- ja potilastietojärjestelmä korvaa suurimman osan kuntien eri sote-järjestelmistä ja sen tavoitteena on näin yhtenäistää Uudenmaan alueen asiakas- ja potilastietojärjestelmiä. Osa erillisjärjestelmistä tulee jatkossakin toimimaan Apotin rinnalla ja osaan näistä toteutetaan integraatioita. Käyttöönottojen jälkeen Apotti-järjestelmää tulee arviolta käyttämään noin 46 000–50 000 sote-alan ammattilaista. Apotti-järjestelmä vaikuttaa yli 1,7 miljoonan suomalaisen sosiaali- ja terveydenhuoltoon. [5; 6.]

Lainsäädännössä on määrätty erikseen kuntakohtaisesta rekisterinpidosta. Kunnat ja HUS tulevat käyttämään yhtenäistä Apotti-järjestelmää, kuitenkin rekisterirajat huomioiden järjestelmäkehityksessä. Valtakunnallisesti suunnitellun sote-uudistuksen myötä jatkossa sosiaali- ja terveydenhuollon järjestämistä vastuu siirtyisivät kunnilta maakunnille, jolloin myös rekisterirajat laajenisivat. Sote-uudistuksen myötä myös erillisjärjestelmien kuntakohtaiset integrointitarpeet vähentyisivät, sillä erillisjärjestelmien rekisterit olisivat yhdistettävissä esimerkiksi taloushallinnon järjestelmien osalta ja tieto voitaisiin tallentaa yhteiseen rekisteriin. [7.]

Apotti-järjestelmän ydin on Epic Systems Corporations -toimittajan Epic-järjestelmä. Epic Systems Corporations valittiin järjestelmän toimittajaksi julkisen hankinta- ja kilpailutusmenettelyn kautta. Hankintaprosessissa painotettiin sekä laadullisia tekijöitä että hintaa. Apotin tavoitteena on mukauttaa Epic-järjestelmä toimivaksi asiakas- ja potilastietojärjestelmäksi Suomessa ja vastata järjestelmän käytöstä ja ylläpidosta. [5; 8.]

Apotin käyttöpalveluiden toimittaja on Fujitsu Finland Oy. Myös käyttöpalveluiden toimittajan valinta tehtiin noudattamalla julkista kilpailutusmenettelyä. Lisäksi Apotilla on käytössään Intersystems Corporation -yrityksen tuottama integraatioalusta. Intersystemsintegraatioalusta (EAI) on kehitetty erityisesti terveydenhuollon tarpeisiin.

Apotissa ollaan kesän 2020 aikana aloitettu organisaatiomuutos, jonka myötä Apotin kehityksessä otetaan käyttöön SAFe-mallinen kehittäminen. Kehitystä toteutetaan junamoduuleissa, jotka toimivat omien osa-alueiden projektin eteen viemisessä.

2.2 Apotti-järjestelmä ja monitoimittajaekosysteemi

Apotti-järjestelmä koostuu mukautetun Epic-järjestelmän lisäksi Apottiin integroiduista ulkoisista palveluista. Apotin ytimenä toimiva Epic-järjestelmä on modulaarinen järjestelmä sisältäen useita erillisiä toiminnallisia moduuleita ja sovelluksia. Esimerkkejä moduuleista ovat avoterveydenhuollon -, kotihoidon -, leikkaus- ja anestesiatyön moduulit. Epic-järjestelmään on sisällytetty avoimet rajapinnat, joiden avulla voidaan toteuttaa liityntöjä ulkoisien palveluihin. Integraatiot voidaan reitittää suoraan Epicin rajapinnoista tai käyttää Apotin omaa integraatioalustaa (EAI) tiedonvälityksessä ja reitityksessä Apotin ja muiden toimijoiden välillä. [5.]

Apotti toimii kokonaisuudessaan monitoimittajaekosysteeminä, joka sisältää myös erillistoimijoiden tuottamia ja keräämiä sisältöjä ja toiminnallisuuksia. Apotti-järjestelmän arkkitehtuurin tavoitteena on toteuttaa sosiaali- ja terveydenhuollon toimintojen, prosessien ja asiakkaan palvelujen sekä välineiden yhteensopiva ja toimiva kokonaisuus. Liitteessä 1 on esitetty Apotti-ekosysteemin arkkitehtuurikuva yksinkertaistetussa muodossa. [5.]

Liitteessä 1 esitetyt integroitavat palvelut voivat jakaa Apottiin tietoa tai vastaanottaa sitä. Esimerkiksi hallinnollisten palveluiden osalta Apotti välittää asiakas- ja potilastietoja laskutusta varten kuntien taloushallintojen erillisjärjestelmiin. Suomessa on käytössä myös esimerkiksi erilaisia kansallisessa käytössä olevia rekistereitä benchmarkingia varten. Osa rekistereistä kuuluu kansallisiin palveluihin, ja toiset rekisterit ovat yksityisten yritysten ylläpitämiä. Rekistereistä voidaan lukea tietoa Apottiin ja vaihtoehtoisesti siirtää dataa rekistereille Apotista.

Tiedonsiirto potilas- ja asiakastietojärjestelmän sekä kansallisten palveluiden välillä on tarkoin säädetty ja asetettu julkisen virkavallan toimesta. Osalla kansallisista palveluista on palveluihin toteutettavia liityntöjä varten oma sertifiointiprosessi, joka asiakasorganisaation tulee suorittaa ennen liittymän ja järjestelmän käyttöönottoa. THL vastaa esimerkiksi Kanta-yhteensopivuuteen liittyvistä vaatimusmäärittelyistä. [9.]

2.3 Integraatiot sosiaali- ja terveydenhuollon järjestelmissä

Sosiaali- ja terveydenhuollon tietojärjestelmien integraatioissa potilas- ja asiakasasiakirjoja ja niiden sisältämiä tietoja jaetaan järjestelmästä toiseen. Kuten jo aiemmin on mainittu, osa sähköisten sote-järjestelmien integraatioista on laissakin määrättyjä kansallisia liityntöjä valtakunnallisesti käytössä oleviin palveluihin ja osa yksityisiin erillisjärjestelmiin. Sote-puolella yleisesti käytössä olevia integraatiotekniikoita ovat sanoma- ja työpöytäintegraatiot.

Sanomaintegraatiot ovat tekstitiedostopohjaisia integraatioita ja niissä välitetään tietoa järjestelmästä toiseen sanomien avulla, jotka vastaavat standardin mukaista sanomatyyppejä. Tieto siirretään kohdejärjestelmästä vastaanottajan rajapintaan, josta data luetaan tietojärjestelmään. Työpöytäintegraatioilla pyritään jakamaan yhteiset tiedot järjestelmien välillä ja helpottamaan erillisten järjestelmien yhtäaikaista käyttöä samanaikaisesti. Tällöin voidaan käyttää muun muassa kertakirjautumista ja välittää tarkasteltava potilastieto järjestelmästä toiseen potilasturvallisuuden parantamiseksi ja käyttäjien työn helpottamiseksi. [10; 11.]

Sosiaali- ja terveydenhuollon integraatioita varten on lisäksi laadittu erillisiä standardeja. Näissä standardeissa on otettu pääasiassa kantaa välitettävän tiedon sisältöön ja muotoon. Yhteisten standardien noudattaminen helpottaa tiedonsiirtoa sekä integraatioiden kehittämistä ja ylläpitoa, millä saadaan säästettyä työtunteja ja kustannuksia. Sote-alan tiedonsiirto standardit helpottavat asiakas- ja potilastiedon jakamista eri toimijoiden kesken ja esimerkiksi integroitumista valtakunnallisiin järjestelmiin.

Sosiaali- ja terveydenhuollon järjestelmien tiedonsiirron standardeihin lukeutuvat muun muassa seuraavat:

- HL7-versiot
- FHIR
- DICOM
- suomalainen minimikontekstinhallinta.

Health Level Seven (HL7) Inc. on voittoa tavoittelematon organisaatio, joka kehittää terveydenhuollon standardeja. HL7:n tarjoamien sanomaprotokollien tarkoitus on yhdenmukaistaa tapaa siirtää tietoja järjestelmästä toiseen. HL7-standardit määrittelevät siirtoformaatin, tietoelementit ja näiden rakenteet. HL7-järjestön standardit on versioitu ja versionsa perusteella tunnistettavia, vaikka niihin viitataan yleisesti myös vain HL7-terminillä. Suomessa HL7-standardeja on sovellettu suomalaisen HL7 Finland -organisaation toimesta. Suomessa terveydenhuollon tarpeisiin on sovellettu erityisesti HL7 Version 2 (v2.3) standardikokonaisuutta, sekä HL7 Version 3:sta, joka on uudempi HL7-standardi. HL7-versiot ovat laajalti käytössä terveydenhuollon tietojärjestelmien integroinnissa. [12;13.]

2.3.1 HL7-standardin sanomaintegraatiot

Opinnäytetyössä keskitytään integraatioiden osalta erityisesti HL7-sanomaintegraatioihin. Toiminnallisessa osuudessa toteutetaan regressiotestausta varten automaatioajo HL7 SIU -sanomille. Apottiin rakennetut HL7-integraatiot noudattavat pääasiassa versiota v2.3 ja 2.5, joten niiden muotoa käsitellään tarkemmin.

HL7-versio 2 (HL7 v2) -standardi määrittelee sähköisen sanomamuodon, joka tukee muun muassa klinisen, hallinnollisen ja logistiikan tiedon välitystä. HL7 v2 -standardista on laajennettu 2.1–2.8.2 välisiin versioihin, jotka ovat yhteensopivia tarkoittaen, että ylemmät versiot ymmärtävät matalamman version sanomamuodon. Sanomalla voidaan välittää tietoja tapahtumasta, esimerkiksi potilaan sisäänkirjauksesta. Sanomat on jaettu eri tyypeiksi välitettävän tapahtumatiedon mukaan, esimerkiksi ADT- (*sisään-/ulkoskirjaussanoma*), ORM- (*tilaussanoma*), SIU-sanomiksi (*ajanvaraustietojen sanoma*). [13.]

HL7 v2 -sanomat sisältävät segmenttejä ja tietokenttien erotinmerkkejä. Segmenttien kentät on erotettu erotinmerkillä ja kenttien tiedot alierotinmerkeillä. Oletuserotinmerkeinä sanomassa toimivat seuraavat merkit:

- |-merkki erottaa segmentin kentät toisistaan.
- ^-merkki toimii kentän sisäisenä erotinmerkkinä.
- &-merkki toimii komponenttien erotinmerkkinä.
- ~-merkki toimii toistuvan komponentin erotinmerkkinä.
- \-merkki toimii koodinvaihtomerkkinä (escape). [13.]

Segmentit alkavat segmentin identifioivalla kirjainyhdistelmällä ja segmentit sisältävä sovitun kategorian mukaiset tiedot, esimerkiksi MSH-segmentti sisältää sanoman identifioivia tietoja, PID-segmentti potilastietoja, PV1-segmentti käyntitietoja ja NTE-segmentti vapaata tekstiä ja kommentteja. HL7 v2 -sanomat alkavat aina MSH-segmentillä, joka identifioi sanomatyypin. Kuvassa 1 on esitetty HL7 v2.3 ADT A01 -sanomarakenteen kuvaus.

Rakennekuvaus

ADT (A01)

MSH	sanoman alkunimiö
EVN	tapahtuman laji
PID	potilaan tunniste
[PD1]	potilaan demografinen lisätieto
[{ NK1 }]	lähiomaiset
PV1	hoitojakson/käynnin perustiedot
[PV2]	hoitojakson/käynnin lisätiedot
[{ DB1 }]	invaliditeetti
[{ OBX }]	tutkimusvastaus
[{ AL1 }]	potilaan allergiatieto
[{ DG1 }]	diagnoosi
[DRG]	drg-ryhmä
[{	
PR1	toimenpide
[{ ROL }]	henkilön rooli
}]	
[{ GT1 }]	takaaja
[{	
IN1	vakuutus
[IN2]	vakuutuksen lisätieto
[IN3]	vakuutuksen varmennus
}]	
[ACC]	tapaturmatiedot
[UB1]	UB82 laskutustiedot
[UB2]	UB92 laskutustiedot

Kuva 1. HL7 ADT A01 -sanoman rakennekuvaus. [10.]

2.3.2 Apotti-järjestelmän integraatiot

Apotti-järjestelmään on integroitu järjestelmän toiminnan kannalta välttämättömiä ja asiakkaiden edellyttämiä tuki- ja hallinnollisia palveluita [5]. Integroidut palvelut jakautuvat

asiakaskohtaisiin, alueellisiin ja kansallisiin palveluihin. Liityntöjä on toteutettu sekä suoraan Epic:in avoimista rajapinnoista, sekä Apotin integraatioalustan (EAI) kautta erillisjärjestelmiin. Lisäksi Apotin lääkintälaitteintegraatioissa tietoja välitetään monitorointilaitteilta väliohjelmiston kautta Apotti-järjestelmään. Tässä opinnäytetyössä ei perehdytä lääkintälaitteintegraatioihin tarkemmin.

Apottiin on integroitu alueellisia järjestelmiä, jotka kattavat jonkin Epic-moduulin toiminnallisuudet. Apotista on esimerkiksi toteutettu integraatiot HUS:in laboratoriojärjestelmiin, jotka ovat käytössä ensisijaisina palveluina laboratoriotutkimusten dokumentoinnissa Uudellamaalla. Myös Epic-toimittaja tarjoaa laboratoriomoduulia asiakkailleen, mutta sitä ei valittu mukaan käyttöön Apotin arkkitehtuurisuunnitelmissa.

Kansallisten palveluiden liityntöjen osalta Apotti on esimerkiksi yhteydessä Digi- ja väestötietoviraston väestötietojärjestelmän (VTJ) rajapintaan henkilötietojen kyselyn ja tietojen päivitysten osalta. Asiakkaat välittävät VTJ:n Webservice-rajapinnalle kyselyn VTJ:hin ja rajapinta palauttaa asiakkaalle vastauksen XML-muotoisena. Tulos palautetaan Apotin loppukäyttäjälle ja esimerkkikäyttötapauksessa käyttäjälle näytetään potilaan henkilötiedot potilashaku aktiviteetissa. Kansalliset palvelut ovat toiminnassa ympäri vuorokauden joka päivänä, samoin kuin Apotti-järjestelmä. [14.]

Apottiin on toteutettu integraatioita, joissa järjestelmien välille on rakennettu suora liitäntä. Apotilla on käytössä lisäksi oma integraatioalusta, jonka kautta tietoja voidaan reitittää sekä muokata vastaamaan vastaanottajapään tarpeita. Apottiin on toteutettu myös hajautettuja integraatioita, joissa tiedon käsittely ja muuntaminen voi tapahtua useammassa eri kohteissa.

Liitteessä 2 on esitetty Apotin ekosysteemin verkkokaavio yksinkertaistetussa muodossa esittäen tiedonsiirtoa Apotin integraatioalustan kautta. Integraatioissa lähde- ja kohdejärjestelmä voi olla sekä Apotti että asiakkaan tai muiden palveluntarjoajien järjestelmä. Integraatioita on toteutettu yksi- ja kaksisuuntaisina, synkronisina ja asynkronisina sanomaintegraatioina ja tiedostonsiirtoina. Liitteessä 2 on esitetty eri kohteet, jotka voivat välittää tietoja Apotin integraatioalustalle.

Tiedot voidaan siirtää integraatiossa push-tyyppisesti, jolloin lähettävä järjestelmä siirtää tiedon kohdejärjestelmän saataville esimerkiksi sanomaintegraatiolla. Vaihtoehtoisesti

tiedot voidaan siirtää pull-tyyppisesti, jolloin kohdejärjestelmä toimii aktiivisena osapuolena ja käy hakemassa tiedot lähettävältä järjestelmältä esimerkiksi kyselyrajapinnan kautta.

3 Järjestelmä- ja integraatiotestaus

Järjestelmätestauksen päätehtävä on tutkia ohjelman toimintaa ja virheettömyyttä, sekä vahvistaa järjestelmälle asetetut vaatimukset [15]. Testauksella voidaan varmistua järjestelmän toimivuudesta ja saada tietoa muun muassa käytettävyydestä ja järjestelmän muista ominaisuuksista. Integraatioiden testauksella varmistetaan liityntöjen tekninen toimivuus, sekä käyttötarkoituksen toteutuminen. [16.]

Kohdeyrityksessä integraatiotoiminnallisuuksien kehitys aloitetaan määrittelytyöllä, joka toteutetaan yhdessä asiakkaiden ja toimittajien kanssa. Määrittelyt ovat oleellinen osuus kehityksessä, sillä määrittelyissä sovitaan toteutettavan integraatiotoiminnallisuuden runko, käyttötarkoitukset ja toiminta. Määrittelyjen perusteella luodaan toiminnallisuuden testitapaukset, joiden avulla voidaan varmistua toteutuksen toimivuudesta ja sille asetettujen vaatimusten täyttämistä.

Määrittelyjen jälkeen aloitetaan tekninen suunnittelu, toteutus sisältäen tarvittavien toiminnallisuuksien ja teknisen integraation konfiguroinnin sekä yhteysavaukset ja toteutuksen katselmoinnit. Kehityksen yhteydessä suoritetaan komponenttien yksikkötestausta ja toiminnallista testausta kokonaisuuden valmistuttua. Testaus suoritetaan kehitys- ja testiympäristöissä sekä integraatiotoiminnallisuuden käyttöönoton yhteydessä tuotannossa.

3.1 Testauksen tasot

Ohjelmistokehityksen ja -testauksen yhteydessä voidaan puhua usein V-mallista, jossa on määritelty testauksen perustasot, joita voidaan soveltaa tarpeiden mukaan. Mallia hyödynnetään myös kohdeyrityksen järjestelmätestauksessa. Opinnäytetyössä keskitytään V-mallin testaustasoihin ja niiden mahdollisiin automaatiotesteihin. V-mallin testauksen avulla virheitä havaitaan jo aikaisessa vaiheessa. Virheiden tunnistaminen mahdollisimman aikaisemmassa vaiheessa helpottaa korjausprosessia ja laskee kustannuksia. [17.] V-mallisen ohjelmistotestauksen voi jakaa esimerkiksi seuraaviin komponentteihin:

- yksikkötestaus

- yhteystestaus
- toiminnallinen testaus
- hyväksyntätestaus.

Yksikkötestaus pitää sisällään pienimmän ohjelman osan toiminnallisen testaamisen omana kokonaisuutenaan. Integraatioiden osalta yksikkötestaus koskee muun muassa rajapinnan konfiguraation ja mahdollisten transformaatioiden testauksen ja toiminnan varmistamisen. Integraatiotoiminnallisuuksien toteutuksessa myös toiminnallisuus, josta tietoja ollaan siirtämässä, tulee yksikkötestauksella todeta määritysten mukaisesti toimivaksi osaksi. Yksikkötestauksella varmistetaan, että ohjelmiston osat toimivat määritettyjen kuvaamalla tavalla, eivätkä tee mitään sellaista, mitä niiden ei ole tarkoitus. [17.]

Integraatioiden testauksessa on yleensä mukana myös yhteys- eli savutestaus (*smoke testing*). Yhteystestauksessa testataan esimerkiksi rajapintojen väliset yhteydet ja varmennetaan tiedonsiirron onnistuminen järjestelmästä toiseen. Onnistuneen yhteystestauksen jälkeen voidaan edetä laajempiin ja monimutkaisempiin testitapauksiin. Kun myös integraatioiden toiminnallisuuden komponentit ovat valmiit, voidaan kokonaisuudessa edetä toiminnalliseen testaukseen. Toiminnallisella testauksella tarkoitetaan useamman komponentin toiminnan testausta ja tavoitteena on löytää virheitä, joita ei yksikkötestauksen yhteydessä ole vielä havaittu. Toiminnallisella testauksella varmennetaan kokonaisuuden toimivuus. [16;17.]

Hyväksyntätestaus on osa, jossa vahvistetaan vaatimusten mukainen toimivuus. Testattavana ovat normaalit tietojärjestelmän käyttötilanteet ja tapaukset, jotka on luotu vaatimusmäärittelyjen pohjalta. Hyväksyntätestaus vahvistaa koko ohjelman sekä mahdollisten rinnakkaisohjelmistojen toiminnan. Hyväksyntätestaus toteutetaan aidossa ympäristössä, jossa mukana on toimiva laitteisto ja tietokannat. [17.]

3.2 Regressiotestaus

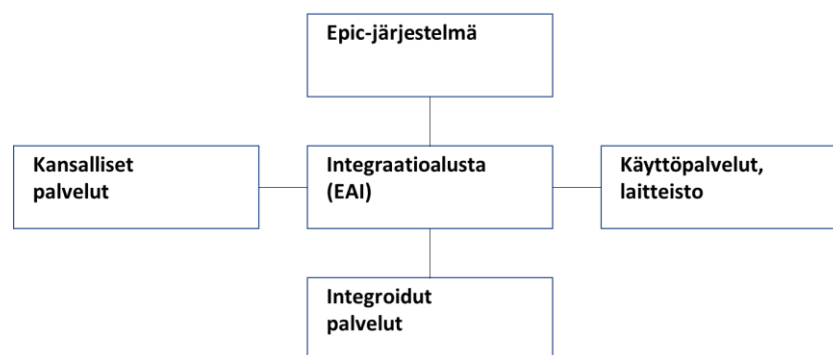
Regressiotestauksella tarkoitetaan käytännössä uudelleen testaamista. Järjestelmän toimintaa tulee testata esimerkiksi muutoksien yhteydessä uudestaan, jotta voidaan varmistua siitä, ettei uusia virheitä ole päässyt syntymään esimerkiksi uuden kehityksen tai ylläpitotöiden ja päivitysten myötä. Regressiotestaus ei ole itsessään testaustaso, vaan sillä voidaan viitata eri tason testaukseen, joka toteutetaan uudestaan. Regressiotestaus

voi pitää sisällään laajan kokonaisuuden esimerkiksi versiopäivityksen yhteydessä, jolloin varmistetaan, että järjestelmä tai integraatiokokonaisuus toimii kuten aikaisemmin ja todentaa esimerkiksi, että vanhat virheet ovat poistettu järjestelmästä. [15.]

Apotti-järjestelmä on otettu onnistuneesti käyttöön jo HUSin sairaaloissa erikoissairanhoidossa ja Vantaalla perusterveyden-, hammas- ja sosiaalihuollossa. Järjestelmän perustoiminnallisuudet ja ohjelmiston kokonaisvaltainen toimivuus on todennettu määritysten mukaiseksi ja testattu hyväksytysti ennen käyttöönottoja. Seuraavia käyttöönottoja varten uudet toiminnallisuudet ja integraatiot testataan V-mallia mukailleen. Regressiotestauksella varmistetaan jo rakennettujen toiminnallisuuksien yhteensopivuus uusien toimintojen kanssa.

Apotti-järjestelmään tehdään muutoksia ketterän kehityksen mallin mukaisesti. Pienkehitystä, muutostöitä ja uusia toiminnallisuuksia toteutetaan nopealla aikataululla ja implementoidaan tuotantoon. Lisäksi Apottiin toteutetaan laajempia versiopäivityksiä sovittu muutamana kerran vuodessa. Käyttöpalveluiden osalta konesalien laitteistoon tehdään ylläpito- ja huoltotöitä säännöllisesti. Myös Apotin integraatioalustaa päivitetään säännöllisesti.

Kuvassa 2 on havainnollistettu ylätasolla komponentit, joihin voidaan tehdä muutoksia ja jotka tuottavat regressiotestatarpeita Apotin integraatioalustaan toteutettujen integraatioiden osalta. Opinnäytetyössä tutkitaan, pystyykö testausautomaatiolla edistämään regressiotestausta ja tehostamaan sitä.



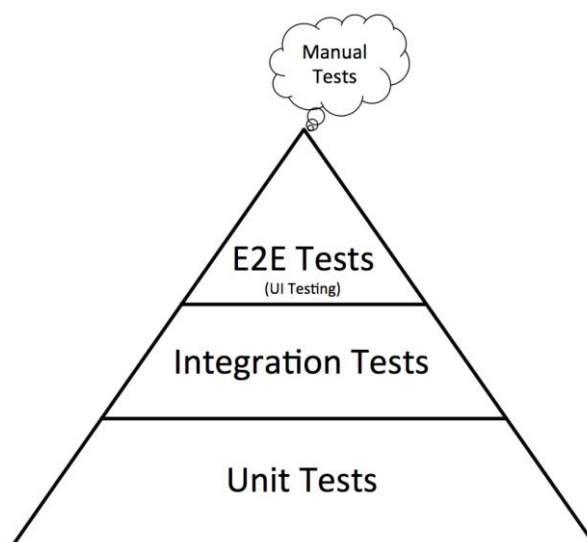
Kuva 2. Kuvassa esitetty komponentit, joihin tehtävät muutokset, huolto- ja päivitystyöt vaikuttavat Apotin integraatioalustaan ja tuottavat regressiotestitarpeita.

3.3 Automaatiotestaus

Automaatiotestaus voidaan määrittellä manuaalisen testauksen suorittamiseksi koneellisesti eri ohjelmia hyödyntäen. Automaatiotestauksessa ohjelmistorobotti suorittaa ajastetusti komponentin testauksen automaattisesti sille ennalta asetetun määrittelyn mukaisesti. Ohjelmistorobotina toimii erillinen automaatio-ohjelmisto. Määrittelyssä voidaan tarkentaa haluttu toiminta, vasteajat ja muut vaatimukset ohjelmistolle, jonka robotti sitten suorittaa. Ihmisen tulee laatia testitapaus ja tarvittaessa analysoida virheet, mikäli testiajo epäonnistuu tai jos ajossa havaitaan virheitä. [18.]

Järjestelmätestauksen eri osa-alueiden testauksen automatisointi voidaan esittää pyramidimuodossa, joka jakaa testien automatisoinnin kolmeen eri osaan: yksikkö- (*unit tests*), käyttöpalvelu-/rajapinta- (*integration tests*) ja käyttöliittymätestaukseen (*E2E Tests, UI testing*). Kuvassa 3 on esitetty esimerkkikuva automatisoinnin pyramidista. Mitä ylemmällä tasolla automaatiotestaus otetaan pyramidissa käyttöön, sitä kattavampia ja monimutkaisempia testausautomaatioajot ovat. Ylläpito ja kehittäminen kasvavat suhteessa pyramidissa tasojen nousuun.

Automaatiotestauksen osalta joissakin tapauksissa on mahdollista käsitellä pyramidia myös käänteisesti eli ylösalaisin muun muassa tapauksissa, joissa yksikkötestit ovat pitkälti liitännäisiä muihin komponentteihin ja yksikkötestien automatisointi näin ollen työläämpää. Kohdeyhteyksessä toiminnallisuudet ovat pitkälti liitännäisiä toisiinsa, ja näin ollen käyttöliittymätestien luonti on myös hyödyllistä, eikä liian monimutkaista. [19.]



Kuva 3. Automaatiotestauksen työkajakauma pyramidimallissa esitettynä, missä taso vaatii yleensä enemmän työtä. [19.]

Automaatiotestaus säästää resursseja ja aikaa sekä laajentaa testauskapasiteettia. Automaatiotestauksella voidaan helposti toteuttaa esimerkiksi rasitus- ja suorituskykytestejä. Rutiininomainen testaus on usein korvattavissa automaatiolla, jolloin toiminnan jatkuvuus voidaan todeta automaattisesti. Rutiininomaista testausta voi esiintyä usein muutosten yhteydessä vanhalla toiminnallisuudella toistettavien regressiotestitapausten muodossa. Samoja testitapauksia voidaan myös toistaa eri muuttujilla, esimerkiksi eri yksikkötiedoilla, mikä rutinoi testausta. [20; 21.]

Apotin automaatiotestauksen työkaluiksi on valittu käyttöön automaatio-ohjelmisto Ranorex ja automaatiotestitapausten hallintatyökaluksi Jenkins. Automaatiotestitapausten versionhallinta on toteutettu Git-ohjelmistolla. Testauksen seurannan ja manuaalitestauksen työkaluna toimii Meliora-järjestelmä. [21.]

3.3.1 Hyödyt

Testiautomaation käyttö ohjelmistotestauksessa on olennainen osa ketterää kehitystä ja ylläpitoa, sillä uudiskehityksen ja muutosten osalta on voitava varmistua järjestelmän ja sen osien toiminnallisuudesta ja mahdollinen vanhojen toiminnallisuuksien rikkoutuminen on tunnistettava nopeasti. [21.] Automaatiotestaus toistaa testitapaukset aina identtisesti ja on siten käyttäjän tekemään testaukseen verrattuna luotettavampaa, poissulkien käyttäjävirheet. Ketterän kehityksen yhteydessä puhutaan DevOps-toimintamallista, jonka avulla pyritään automatisoimaan ohjelmistokehitykseen, testaukseen ja ylläpitoon liittyvät tehtävät. DevOps yhdistää ohjelmistokehityksen IT-palvelutoiminnot. DevOps-toiminnalla voidaan toteuttaa jatkuvaa tuotantojulkaisua ja tukea tuotantoa. [22.]

Asiakas- ja potilastietojärjestelmät ovat laajoja kokonaisuuksia ja niiden toimintavarmuus on kriittistä monilta osin. Automaatiotestaus lisää testauksen kattavuutta ohjelmistotestauksen eri vaiheissa. Automaatiotestauksella pystytään automatisoimaan esimerkiksi kuormitustestejä ja esimerkiksi regressiotestien automatisoinnilla voidaan vahvistaa järjestelmän eri komponenttien toimivuus korjausten tai päivitysten yhteydessä.

Automaatiotestaus lisää testauksen tehokkuutta merkittävästi. Samat testit voidaan ajaa ihmistä nopeammin ja useammin. Automaatiotestaus vapauttaa työntekijäresurssit muuhun tekemiseen, ja esimerkiksi itseään toistava testaus voidaan automatisoida. Pitkällä aikavälillä testausautomaatio usein laskee testaukseen käytettäviä kuluja ja resursseja. [18.]

Järjestelmästä ulkoihin erillisiin järjestelmiin rakennetut liitännät sitovat käsin tehtävän testauksen osalta paljon resursseja ja testitilaisuuksien yhteensovittaminen usean eri työntekijän kalentereihin on hankalaa. Integraatioiden testauksen automatisointi voi olla haasteellista, mikäli halutaan automatisoida integraation toiminnalliset testitapaukset. Toiminnallisen integraation eri osuuksien yksikkötestauksen automatisoinnilla voidaan varmistua, että vanhat komponentit toimivat ja näin ollen integraatiotoiminnallisuuksien yksikkötestaus tukee muun muassa ketterää kehitystä, sekä versiopäivitysten yhteydessä tehtäviä kattavaa testausta.

3.3.2 Haasteet

Testausautomaatio voi olla ratkaisu moneen ongelmaan, mutta se ei ratkaise niitä kaikkia haasteita. Testausautomaation osalta on tunnistettava myös haasteet ja rajoitteet. Automaatiotestauksen käyttöönotto on usein kallis ja aikaa vievä investointi.

Automaatiotestaus poistaa käsin tehtävän testauksen hyvät puolet. Manuaalitestauksen yhteydessä pystytään arvioimaan myös järjestelmän käytettävyyttä ja huomioimaan inhimilliset elementit. Näin voidaan löytää havaintoja tai virheitä esimerkiksi ohjeistusta poikkeavasta testitapauksesta. Testausautomaatiolla ei yleensä löydetä uusia virheitä, vaan sillä voidaan varmistaa haluttu järjestelmän toiminta.

Testiautomaation osalta on kiinnitettävä huomiota ylläpitoon. Mikäli järjestelmään ja toiminnallisuuksiin tehdään paljon muutoksia, tulee testiautomaatiotapausten olla myös ajan tasalla. Ohjelmistoa muutettaessa tarvitaan usein myös automaatiotestien päivitys. Tähän liittyen myös muutosten koordinointi on tärkeää. Automaatiotestauksen käyttöä kannattaa harkita, mikäli muutokset ja automaatiotestien ylläpito vievät enemmän aikaa kuin manuaalinen testaus. [18; 23.]

Ohjelmistotestauksen automatisoinnissa ongelmia voivat aiheuttaa myös ohjelmiston erilaiset tekniset ominaisuudet. Esimerkiksi vaihtelevat viiveet tai vasteajat, erilaiset näkymät ja käyttäjäkohtaiset toiminnot, voivat pilata testiajon. Myös objektien yksiselitteinen löytäminen voi aiheuttaa ongelmia. Haastavat ja laajat, harvemmin ajettavat testitapaukset kannattaa yleensä suorittaa manuaalisesti. [21.]

Järjestelmien integraatiot ulkoisiin toimijoihin ja komponentteihin voivat tuottaa haasteita automaatiotesteissä. Myös integraatiotoiminnallisuuksien testaus, joka on riippuvainen useasta eri komponentista, hankaloittaa automaatiotestitapauksen luontia.

4 Kehittämiskohteet ja tutkimus

Aikaisemmissa luvuissa on käyty läpi integraatioita, niiden testausta ja automaatiotestauksen teoriaa. Teoriaosuudessa on käsitelty lisäksi Apotti-järjestelmää ja sen toiminnan kokonaiskuvaa ja integraatiotoiminnallisuuksien testauksen haasteita. Tässä luvussa käydään jo mainittuja haasteita ja hyötyjä läpi tarkemmin ja käsitellään opinnäytetyön tutkimusongelmaa, sekä käydään läpi tutkimusmenetelmiä ja opinnäytetyössä suoritettavien lopputuotoksien suunnittelua. Opinnäytetyössä keskitytään kohdeyrityksessä käytössä olevaan testausmalliin ja jo tunnistettuihin automatisointitarpeisiin.

4.1 Tutkimuskysymys

Opinnäytetyön päämääräksi asetetaan selvittää, mitä hyötyjä integraatioiden testiautomaatiolla on ja mihin integraatioiden testauksen osa-alueisiin testiautomaatio soveltuu kohdeyrityksessä. Tarkoituksena on selvittää, onko automaatiotestauksen yleensä tuomat hyödyt ja haitat sovellettavissa kohdeyrityksen integraatioiden nykyisiin testausprosesseihin ja pohtia, onko automaatiotestauksen laajentaminen koskemaan yhä useampia integraatiotoiminnallisuuksia kannattavaa.

Automaatiotestaus on yleisesti todettu hyödylliseksi muun muassa usein toistettavissa regressiotesteissä, missä uusien toiminnallisuuksien testauksen yhteydessä myös vanhojen toimintojen toimivuus tulee todentaa. Tällaisten testien automatisointi säästää yleensä pidemmällä aikavälillä aikaa ja henkilöresursseja. Opinnäytetyössä suunnitellaan ja toteutetaan valitulle regressiotestille testiautomaatiotapaus, jonka pohjalta kohdeyrityksessä pystytään jatkossa arvioimaan automatisointiin kuluva aikaa ja vertailemaan manuaalisen ja automaatiotestauksen eroja HL7-integraatioiden regressiotestauksen osalta. Tutkimusongelmaan haetaan ratkaisuja kohdeyrityksen työntekijäjoukolta kerättävällä kyselylomakkeella. Kyselylomakkeen tarkoituksena on hahmottaa työntekijöiden mielipiteitä integraatioiden testauksen nykytilasta sekä tunnistaa automatisointitarpeita liittyen integraatioiden testaukseen.

Kyselylomake jaetaan kohdeyrityksen integraatioiden testaukseen osallistuville työntekijöille. Kohdeyritys on ensimmäinen sosiaali- ja terveydenhuollon tietojärjestelmät yhdistävä toimija ja yrityksessä työskentelee laaja-alainen joukko eri alojen asiantuntijoita,

muun muassa sosiaali- ja terveydenhuollon puolelta sekä tekniikan alan asiantuntijoita. Kohdeyrityksen työntekijöiden asiantuntijuuden hyödyntäminen opinnäytetyössä toivotaan palvelevan kohdeyritystä ja auttamaan tunnistamaan juuri kohdeyritykseen integraatioiden testausprosessien osalta mahdolliset automatisointipisteet sekä mahdolliset kehittämiskohteet ja nykyiset vahvuudet testausprosesseissa.

Opinnäytetyön päämäärä on hahmottaa automaatiotestauksen kehitystarpeet kohdeyrityksen integraatioiden testauksessa sekä selvittää kehityskohteet, joiden avulla integraatioiden testauksen laatua voidaan parantaa sekä sitä, miten testauksen resursseja mahdollisesti vähentää ja kohdentaa tehokkaammin.

4.2 Hypoteesi

Opinnäytetyön tutkimukselle määritellään hypoteesi ennen tutkimuksen aloittamista. Tavallisimmin hypoteesilla tarkoitetaan teoriasta johdettua olettamusta ilmiön toiminnoista, joita käsitellään osana tutkimusta [24]. Tämän opinnäytetyön hypoteesin laatimisessa huomioidaan teorian analysointia ja hyödynnetään lisäksi opinnäytetyön kirjoittajan kohdeyrityksessä kertynyttä työkokemusta ja osaamista.

Hypoteesiksi asetetaan, että automaatiotestaus toisi hyötyjä kohdeyritykselle integraatioiden testauksessa. Automatisoinnin haasteet integraatioiden testauksen osalta ovat todennäköisesti käytettävissä olevat resurssit ja aika, eli automatisoinnin käyttöönoton alkupanostus voi osoittautua esteelliseksi tekijäksi kohdeyrityksen osalta tällä hetkellä. Apotin tulevat käyttöönotot sitovat toistaiseksi suuren määrän resursseja, samoin tuotannon ylläpito. Oletettavaa on, että integraatioiden testauksen automatisointityöhön ei olisi heti vapautettavissa resursseja muilta kohdeyrityksen töiltä. Yrityksessä käynnissä olevan organisaatiomuutoksen ja SAFE-mallisen työnohjauksen käyttöönotto mahdollistaa kuitenkin resurssien kohdentamisen prioriteettien mukaan entistä tehokkaammin ja automatisointityö voitaisiin esimerkiksi tallentaa tiimien työjonoon odottamaan kehitystä.

Apotin integraatioiden testauksessa on tunnistettavissa laaja-alaiset toiminnot, joiden testaus vaatii sekä ymmärrystä sovelluspuolen toiminnallisuudesta että tekniikasta ja lisäksi apua asiakkailta ja erillisten järjestelmien toimittajilta. Testaus sitoo näin ollen monta eri asiantuntijaa. Monialaisten testitapausten automatisointi voi tuottaa haasteita.

Automatisoidut testitapauksen toisivat kuitenkin helpotusta pidemmällä aikavälillä muun muassa testauksen kattavuuteen ja resursointiin.

Apotin toimintojen ja palveluiden lisäksi myös asiakkaiden muihin omiin tietojärjestelmiin ja niiden rajapintoihin tehdään jatkuvasti muutoksia ylläpitötöinä ja asiakkaiden toiveiden mukaan. Muutokset voivat koskettaa Apotin ja asiakasjärjestelmien välisiä integraatioita, jolloin tarvitaan regressiotestausta, jotta voidaan varmistaa olemassa olevan konfiguraation ja yhteyden toimivuus ja pystytään välttymään mahdollisilta tuotannon virheiltä.

Tällaisten muutosten testaamistarpeiden osalta Apotti on pitkälti riippuvainen saamaan tiedon ulkoiselta taholta. Usein näissä tilanteissa tieto muutoksesta ja testaustarpeista voi tulla yllättäen, jolloin automaatiotestaus voisi helpottaa testauksen aikataulutusta tai tunnistaa ennalta mahdolliset kriittiset muutokset, jotka edellyttäisivät myös Apotin päässä muutoskonfiguraatiota. Jatkuvalla automatisoidulla regressiotestauksella mahdolliset integraatioiminnallisuuden vaikuttavat muutokset olisi mahdollista tunnistaa testiautomaatiolla, mikäli regressiotestin ajo epäonnistuisi odottamattomasti.

4.3 Suunnitelma

Opinnäytetyön tutkimusosio koostuu kohdeyrityksen työntekijöille laaditusta kyselystä ja toteutettavan testiautomaatioajon arvioinnista. Tutkimuksessa huomioidaan ennalta määritelty hypoteesi. Tutkimuskysymykseen haetaan vastauksia sekä kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen että kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen menetelmin.

Kvalitatiivisella tutkimuksella pyritään kontekstuaalisuuteen eli asiayhteyteen liittyvän tiedon löytämiseen sekä asianosaisten näkökulman käsittämiseen. Tutkimuksen tarkkuus ja luotettavuus tulee ottaa huomioon tutkimuksen arvioinnissa. Laadullisessa tutkimuksessa aineistonkeruun yhteydessä tehdään yleensä samalla analysointia, jonka avulla voidaan ohjata tutkimusta. Tutkimuksessa käytettävät avoimet kysymykset tukevat kvalitatiivista tutkimusta. [25.]

Tutkimuksella pyritään saamaan myös tilastollista tietoa, eli selvittämään ilmiöitä numeerisen datan taustalla kvantitatiivisella tutkimuksella. Kvantitatiivisella tutkimuksella voi-

daan selvittää numeerisia vastauksia ja saada prosenttiosuuksiin liittyviä vastauksia. Aineiston keruussa tyypillinen kvantitatiivinen väline on standardoitu tutkimuslomake, jossa on valmiit strukturoidut vastausvaihtoehdot. [26.]

4.3.1 Kyselylomakkeen määrittely

Tutkimusta toteutetaan kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen tutkimuksen menetelmillä kyselylomakkeen avulla. Kyselylomakkeen kysymykset määritellään perustuen automaatiotekniikan yleisiin hyötyihin ja haittoihin, joita käsiteltiin myös opinnäytetyön teoriaosudessa. Lisäksi kysymykset sovelletaan kohdeyrityksen toimialaympäristöön sopiviksi. Kyselylomakkeen vastausten perusteella pyritään tunnistamaan ne testausprosessin alakohteet, joissa testausautomaatiota voisi erityisesti hyödyntää. Kyselylomake löytyy liitteestä 3.

Kyselylomakkeen avulla on tarkoitus selvittää, mitä työntekijät ajattelevat, kokevat ja uskovat kyselyn aiheen osalta. Kyselylomake on standardoitu survey-tutkimus, eli kysymykset ovat samat kaikille vastaajille ja esitetään samassa järjestyksessä. Kysymykset on pyritty laatimaan yksiselitteisesti, jotta tulokset eivät vääristy. Kysely pyritään pitämään myös riittävän lyhyenä, jotta vastausprosentti saataisiin korkeaksi, ja jotta vastaajat jaksavat vastata koko kyselyyn ajatuksella. Kyselylomakkeen hyötynä on saada laajempi tutkimusaineisto verrattuna esimerkiksi haastattelututkimukseen eli laadullisen tiedon lisäksi tilastollista tietoa. Kysely on myös tehokas suorittaa ja mahdollistaa selkeän analysoinnin. Vastaajat ovat nimettömiä eivätkä siten ole tunnistettavissa. [26.]

Kyselylomakkeeseen on valittu sekä laadullista, että määrällistä tutkimustietoa antavia kysymyksiä. Valmiit vastausvaihtoehdot ja numeeriset suureet tuottavat määrällistä tutkimustietoa ja avoimien kysymyksiä tulkitaan laadullisen tutkimuksen keinoin, joskin myös määrällisen tiedon tunnistusta voidaan yhteneväisten avointen vastausten perusteella tulkita. Kyselyyn valittiin yhteensä 17 kysymystä, joista 11 on strukturoitua ja 6 avointa kysymystä. Kyselyn kysymyksien osalta konsultoitiin kohdeyrityksen automaatiotestauksesta vastaavaa testauskoordinaattoria, jonka parannusehdotukset huomioitiin kyselyn laatimisessa. Automaatiotestauksesta vastaava koordinaattori ei itse vastannut kyselyyn.

Kyselyyn vastaavien työntekijöiden tausta on siinä määrin sama, että kaikki työskentelevät samassa yrityksessä ja ovat osallistuneet integraatioiden testaukseen entuudestaan. Näin ollen taustatietoina kerätään vain tieto, mihin tiimiin vastaaja kuuluu. Näin tiimien välinen vertailu vastauksien osalta on mahdollista. Testauksen eri osioiden osalta on laadittu erilliset kysymykset, jotta voidaan hahmottaa ja verrata eri testausprosessien välisiä eroja ja tunnistaa spesifit automatisoinnin tarpeet eri testauksen tasoilla. Kyselyyn on lisätty sekä avoimia -, että strukturoituja skaalattuja - ja monivalintakysymyksiä. [26; 27.]

Kyselylomakkeen vastaajiksi valitaan kohdeyrityksen integraatiotiimin työntekijöitä sekä integraatioiden testaukseen keskittyneitä työntekijöitä testautiimistä. Kyselylomake jaetaan lisäksi osalle Apotin Epic-moduulien sovelluskehittäjistä. Sovelluskehittäjistä on kyselyyn valittu mukaan suurin osa henkilöistä, jotka ovat osallistuneet integraatiotoiminnallisuuksien suunnitteluun, toteutukseen ja testaukseen.

Ennakkoon voidaan arvioida kyselyn otoksen edustavan hyvin kohdeyrityksen integraatiotestauksen perusjoukkoa, sillä kysely jaetaan valtaosalle integraatioiden testaukseen osallistuville työntekijöille. Kyselylomake jaetaan mainituille työntekijöille sähköpostitse ja vastausaikaa annetaan reilu viikko.

4.3.2 Testiautomaatiotapauksen määrittely

Kohdeyrityksessä on entuudestaan osoitettu tarve HL7-sanomien regressiotestien automatisoinnille. Työtä on myös entuudestaan aloitettu toteuttamalla käyttöliittymän automatisoituja testitapauksia, joissa on varmistettu tiedon siirtyminen järjestelmästä toiseen. Integraatiotestien automatisoinnin osalta opinnäytetyössä toteutetaan esimerkiksi valitavalle ajanvaraustietoja käsittelevän integraation HL7 SIU-sanomien sanoman sisällön tarkistukset vertaamalla sanomia malliksi tallennettavaan sanomaan. Mallisanomana toimii esimerkisanoma, joka on integraatiotoiminnallisuuden määritysten mukainen. Ajanvarausten osalta käyttöliittymässä kirjattava toiminnallinen osuus sanoman liipaisuun asti on automatisoitu jo aikaisemmin.

Toteutuksen tuloksien osalta tavoitteena on vertailla automaatiolla toteutettua testausta manuaalitestaukseen. Vertailussa otetaan huomioon muun muassa automaatiotestitapausten suunnitteluun ja toteutukseen kulunut aika.

Apotissa on toteutettu integraatioiden regressiotestauksen osalta automaatiotestitapauksia käyttöliittymätestitapauksissa, joissa Apotilla on tunnukset myös erillis- tai valtakunnallisen toimijan testijärjestelmiin, jolloin tietojen siirtyminen Apotin ja toisen järjestelmän välillä pystytään varmistamaan käyttöliittymästä käsin. Apotilla ei ole testitunnuksia opinnäytetyöhön valittu automatisoitavan sanomantarkistuksen integraatioon liittyvään kohdejärjestelmään.

Automatisoitu regressiotestitapaus toteutetaan kohteeksi valitun integraation ulospäin lähtevien ajanvaraussanomille. Ajanvaraussanomien välitetään Apotista HL7 SIU-sanomina kohdejärjestelmään. Toteutuksen tarkoituksena on varmistua Apotin toiminnallisuuden ja integraation toiminnasta varmistamalla erillisjärjestelmään lähtevästä sanomasta sanoman rakenne ja sisältö. Lähetettävää testisanomaa verrataan mallisanomaksi tallennetun sanoman sisältöön ja rakenteeseen, jotta voidaan vahvistua määrittysten mukaisesta toiminnasta.

Opinnäytetyössä toteutettava testiajo on ensimmäinen HL7-sanomaa validoiva automaatiotestitapaus kohdeyrityksessä. Tavoitteena on luoda testitapaus ja skriptipohjat siten, että niitä voisi hyödyntää jatkossa helposti myös muiden HL7-integraatioiden regressiotestien automatisoinnin yhteydessä.

5 Toteutus

Opinnäytetyön tutkimus toteutettiin kyselylomakkeella. Tutkimuksen tuloksien osalta arvioidaan myös toteutetun integraation regressiotestitapauksen onnistumista ja hyötyjä.

5.1 Kyselylomake

Kyselylomake jaettiin valitulle kohderyhmälle sähköpostitse ja vastausaikaa annettiin vähän yli viikko (9 työpäivää). Kaksi työpäivää ennen vastausajan päättymistä kyselyyn osallistujille lähetettiin muistutusviesti vastaamisesta. Kyselylomake jaettiin yhteensä 37 työntekijälle ja kyselylomakkeeseen vastasi yhteensä 27 työntekijää. Kyselyn vastausprosentti oli 73 %. Vastausmäärä voidaan tulkita riittäväksi otannaksi ja näin ollen tuloksien reliabiliteetti on arviolta hyvä, eli voidaan luottaa tutkimuksen antavan riittävän tarkkoja vastauksia [26]. Kyselylomakkeen täyttämiseen kului keskiarvolta 23 minuuttia, minkä perusteella voidaan tehdä johtopäätös, että kyselyyn vastaamiseen on perehdytty ja kysely on täydennetty huolellisesti.

Kyselyyn vastanneiden työntekijöiden lukumäärä jaoteltuna tiimeittäin on esitetty taulukossa 1. Kuten taulukon perusteella voidaan todeta, että yli puolet vastaajista oli sovel-
luskehittäjiä ja että testaustiimistä vastausprosentti kyselyyn vastanneiden osalta on korkein.

Taulukko 1. Kyselylomakkeen vastausprosentin tiimeittäin ja tiimikohtainen vastausprosentti.

Tiimi	Kyselyyn vastanneista	Tiimistä kyselyyn vastasi
integraatiotiimi	26 %	64 %
testaustiimi	19 %	83 %
sovellustiimi	56 %	71 %

5.2 Kyselylomakkeen jälkiarviointi

Kohdeyrityksen työntekijöille jaetun lomakekyselyn tarkoituksena oli tuottaa tietoa liittyen integraatioiden testausprosesseihin, sekä tunnistaa automaatiotestauksen tarpeita kyselyn perusteella. Tutkimuksen validius pyrittiin varmistamaan yrityksen testausprosesseihin ja automaatiotestauksen teoriaan perehtymällä sekä laatimalla kysymykset mahdollisimman selkeiksi sekä kohdeyritykseen sopiviksi.

Kyselyn onnistumisen osalta tulee ottaa huomioon muun muassa lomakkeen kysymysten ymmärrettävyys. Kyselyyn oli lisätty viimeiseksi vapaat kommentit -osio, johon sai jättää kommentteja kyselyyn perustuen. Vapaisiin kommentteihin oli kirjattu muutamia kommentteja liittyen kysymysten asetteluun. Kysymysten asettelu ei ollut kaikkien vastaajien mielestä riittävän selkeää. Kommenttien perusteella kysymysten vastauksien osalta tulosten arvioinnissa tulee ottaa huomioon myös se, että kysymykseen ei välttämättä ole osattu vastata oikein. Strukturoiduissa kysymyksissä moni vastaaja on saattanut valita asteikolta 1–5 kysymyksissä vaihtoehdon 3, jos ei ole osannut ottaa kantaa tai jos ei ole ollut erityisesti eri tai samaa mieltä kysymyksessä annettujen vastauspäiden kanssa.

Kyselylomakkeen kysymyksiä ei ollut asetettu pakollisiksi ja vastauksen sai jättää tyhjäksi halutessaan. Yksittäinen testauskoordinaattorilta tullut kommentti koskien testauksen laajuutta, ettei vastaus ikinä voi olla paras mahdollinen, sillä testauksen kattavuutta voi pääsääntöisesti aina parantaa, on myös tärkeä havainto kysymysten vastauksien analysoinnissa.




Kyselyn osalta vapaissa kommentteissa mainittiin lisäksi strukturoitujen vastausten antamisen haasteeksi sen, että integraatioiden testaus on laaja kokonaisuus ja integraatioreurssit vaihtelevat integraation mukaan. Yleisarvion antaminen koettiin hankalaksi vastaajien keskuudessa, sillä suurin osa integraatioista on erilaisia keskenään samoin kuin ryhmät, jotka määrittelevät, toteuttavat ja testaavat integraatiot. Tämän perusteella kokonaisarvosana vastauksille koettiin hankalaksi valita. Samoin kysymys testaukseen käytettävästä ajasta koettiin paikoin hankalaksi arvioida muuttuvien työtehtävien takia.

5.3 Automaatiotestitapaus

Automaatiotestitapaus rakennettiin validoimaan valitun integraation välittämiä ajanvarustietoja sisältäviä sanomia (HL7 SIU -sanomatyyppi). Ajanvarausten työkuluista oli ennalta toteutettu automaatiotestitapauksille, jotka generoivat HL7 SIU S12 - (uusi ajanvaraus) ja SIU S15 (ajanvarauksen peruutus) -sanomia. Automaatiotestitapaukselle luotiin Ranorex-ohjelmistolla. Apuna testisanoman tallennuksessa käytettiin Apotin integraatioalustaa, jolla tallennettiin HL7-sanoma csv-tiedostolle sanoman sisällön analysointia varten. Regressiotestitapauksessa varmistettiin ulospäin lähtevän sanoman toimivuus vertaamalla sitä aikaisemmin määrittelyjen ja testauksen yhteydessä hyväksytyyn ja validoituun sanomamalliin.

Apotin integraatioalustana (EAI) toimii Intersystems HealthConnect-alusta. Toteutukseen valittu integraatio välittää Epic-järjestelmän rajapinnasta HL7-sanoman MLLP-protokollan mukaisesti EAI:lle, joka prosessoi sanoman eteenpäin lähetettäväksi kohdeorganisaatiolle.

Regressiotestauksessa halutaan varmistua Apotista lähetettävän sanoman rakenteesta ja sisällöstä, joten ulospäin välityksen lisäksi sanoma siirrettiin opinnäytetyön toteutuksessa EAI:lla lisäksi erilliselle operaatiolle, joka kirjoittaa sanoman csv-tiedostolle. Csv-tiedosto tallennetaan Apotin tiedostopalvelimen levyjaolle. Tiedosto nimettiin alkamaan sanomatyyppillä testitapausta varten, sekä sisältämään aikaleimatiedon. Kuvassa 4 on hakemiston esimerkkitiedostoja, jotka sisältävät analysointia varten tallennetun sanomat.

Name	Date modified	Type	Size
 SIU_S12_HL7_2020-08-30T17.36.10.83Z	30.8.2020 17:36	CSV File	1 KB
 SIU_S12_HL7_2020-08-30T17.34.36.32Z	30.8.2020 17:34	CSV File	1 KB
 SIU_S12_HL7_2020-08-30T17.33.53.54Z	30.8.2020 17:33	CSV File	1 KB

Kuva 4. Apotin tiedostopalvelimen hakemisto, johon HL7 SIU-sanomat luetaan csv-tiedostolle.

Sanomilta poistettiin integraatioalustalla dynaamiset tietokentät, eli kentät, jotka pitivät sisällään sanomakohtaisen tiedon, esimerkiksi aikaleimatiedon tai sanoman yksilöivän tunnuksen. Näin automaatiotestitapaus voitiin toteuttaa tiedostovertailuna mallitiedostoon

staattisten tietojen osalta. Liitteessä 4 on esitetty HL7-sanomaesimerkit automaatiotes-
titapausta varten tallennetuista mallisanomista. Jatkokehityksenä myös dynaamisten eli
yksilöllisten ja muuttuvien tietojen tietorakenteen validointi voidaan ottaa mukaan tes-
tiajoihin, mutta se vaatii lisäkehitystä.

Seuraavaksi toteutuksessa luotiin Ranorex-ohjelmistoon oma testiajo HL7-sanoman tar-
kistukselle. Kuvassa 5 on esitetty kuva testitapausten puurakenteesta. Testitapaus jaet-
tiin kolmeen eri ajoon, jotka ovat HakemistonAvaus, SIU12_validointi ja SIU15_validointi.

Item	Data binding / iterations	Description
<input checked="" type="checkbox"/> Integraatiot - Test suite		
<input checked="" type="checkbox"/> BCB_ajanvaraus		
<input checked="" type="checkbox"/> HakemistonAvaus	Unbound variables: 3	
<input checked="" type="checkbox"/> SIU12		
<input checked="" type="checkbox"/> SIU12_validointi	Bound variables: 10 / Unbound variable: 1	
<input checked="" type="checkbox"/> SIU13		
<input checked="" type="checkbox"/> SIU14		
<input checked="" type="checkbox"/> SIU15		
<input checked="" type="checkbox"/> SIU15_validointi	Bound variables: 10 / Unbound variable: 1	

Kuva 5. Toteutettu Integraatiot BCB_ajanvaraus-testiajo Ranorex-ohjelmistossa.

HakemistonAvaus-testin osassa ohjelmistorobotti aloittaa testinajan avaamalla kohde-
hakemiston ja lajittelee tiedostot ensin tyyppin ja sitten muokkauspäivän mukaan. Näin
voidaan varmistua lajittelun olevan aikajärjestyksessä uusimmasta vanhimpaan. Testi-
tapauksessa halutaan tarkastella kuluvan päivän sanomia. Validointitestien osissa teh-
dään tarkistus, löytyykö etsittävää sanomatyyppiä hakemistosta kuluvalta päivältä. Mikäli
sanomaa ei olisi muodostunut sovelluspään testitapausten ajossa, tallentaisi integraa-
tion testiajo virheen ja ajo keskeytyisi.

Päivämäärän vertailu toteutettiin Ranorex-ohjelmistossa usercode-toiminnossa C#-koo-
dina. Esimerkkikoodissa 1 on esitetty päivämäärän vertailun toteutus. Usercoden metodi
palauttaa kuittauksen, mikäli saman päivän sanoma löytyy tai virheen, mikäli ei löydy.

```

public void PVMVertailu()
{
    string muutettuaika = System.Text.RegularExpressions.Regex.Replace(Luet-
tuPVM, @"[\u0009\u000A\u000D\u0020-\u007E]", ""); //poistaa piilotetut ei-ASCII-merkit,
kuten ?-merkit
    System.DateTime korjattuaikaDateTime = Convert.ToDateTime(muutettu-
aika); //muutetaan aika DateTime-muotoon

    Report.Log(ReportLevel.Info, "Korjattuaika: " + korjattuaikaDateTime.Date);
    Report.Log(ReportLevel.Info, "Järjestelmän aika: " + System.DateTime.Today);

    if(korjattuaikaDateTime.Date != System.DateTime.Today.Date) //vastaako tie-
doston aikaleima tätä päivää
        throw new ValidationException("Ei löydy oikeaa tänään tullutta sano-
maa"); //päättää suoritus virheeseen
    else
        Report.Log(ReportLevel.Info, "Tiedoston päivämäärä ok");
}

```

Esimerkkikoodi 1. Päivämäärän vertailun toteutus testiajossa.

Mikäli saman päivän tiedosto löytyy, avataan tiedosto ja suoritetaan tiedostolle tallenne-
tun sanoman vertailu malliksi tallennettuun sanomaan rivi riviltä, eli HL7-sanoman seg-
menttikohtaisesti. Kuvassa 6 on avattu SIU S12 -sanoman validointiin toteutettu pro-
sessi. Tarkistus tehdään segmenteittäin ja testitapaukseen on tallennettu muuttujiksi
mallisegmentit. Kuvassa 7 on kuvakaappaus automaatioajon SIU12_validoinnin paketti-
varastosta (*repositorysta*), johon on kiinnitetty ajon aikana tutkittavat komponentit.

#	Action				Comment
1	Get value	UIAutomationValueValue	\$LuettuPVM		SystemDateModified1
2	User code	PVMVertailu ()			Tarkistetaan, että tämän päivän tiedosto
3	Mouse	DoubleClick	Left	Relative	TiedostonNimiSIUS12 Avuus
4	Validate	AttributeEqual	RawText	\$MSH_malli	MSHCaretAPOTTITESTIAPOTTITESTIAP Validate MSH
5	Validate	AttributeEqual	RawText	\$SCH_malli	SCH18908523117211185CaretENSKAEY Validate SCH
6	Validate	AttributeEqual	RawText	\$PID_malli	PID1011297999NCaretCaretCaretAPOTTICo Validate PID
7	Validate	AttributeEqual	RawText	\$PV1_malli	PV14106011CCaretCaretCaret12246537 Validate PV1
8	Validate	AttributeEqual	RawText	\$PV2_malli	PV202 Validate PV2
9	Validate	AttributeEqual	RawText	\$OBX_malli1	OBX1TXREGISTRYCaretREGADDDLENCCATEG Validate OBX
10	Validate	AttributeEqual	RawText	\$OBX_malli2	OBX2TXENCOUNTERFILTERCaretCONTACTTYP Validate DG1s
11	Validate	AttributeEqual	RawText	\$PR1_malli	PR1111 Validate PR1
12	Validate	AttributeEqual	RawText	\$RGS_malli	RGS14106011CCaretHUSLOREUPKL Validate RGS
13	Validate	AttributeEqual	RawText	\$AIL_malli	AIL111711133CaretLOREUVO34106011CCo Validate AIL
14	Mouse	Click	Left	Relative	Sulje

Kuva 6. SIU12-validointitestiajon osuus.

Item	Path
TestAutomation	Base: /form[@title='TestAutomation']
HL7Tiedosto	./listitem[@automationid='0']
SystemItemTypeText	./button[@automationid='System.ItemTypeText']
SystemDateModified	./button[@automationid='System.DateModified']
TiedostonNimi	./listitem/text[@uiautomationvaluevalue>'SIU_'+\$Sanoma]
SystemDateModified1	./listitem/text[@uiautomationvaluevalue>'SIU_'+\$Sanoma]/./listitem/text[@automationid='System.DateModified']
HL705192020035529Notepad	Base: /form[@title='HL7']
ValidationSIUMuistio	Base: /form[@title='Validation_SIU - Muistio' or @title='Notepad']
ValidateSIU12Muistio	Base: /form[@title='Muistio' or @title='Notepad']
MSHCaretAPOTTITESTIAPOTTITESTIAP	?/?/rawtext[@rawtext='MSH']
SCH18908523117211185CaretENSIKAEY	?/?/rawtext[@rawtext='SCH']
PID1011297999NCaretCaretCaretAPOTTICa	?/?/rawtext[@rawtext='PID']
PV14106011CCaretCaretCaret12246537	?/?/rawtext[@rawtext='PV1']
PV202	?/?/rawtext[@rawtext='PV2']
OBX1TXREGISTRYCaretREGADLENCCATEG	?/?/rawtext[@rawtext='OBX[1]']
PR1111	?/?/rawtext[@rawtext='PR1']
RGS14106011CCaretHUSLOREUPKL	?/?/rawtext[@rawtext='RGS']
AIL111711133CaretLOREUVO34106011CCa	?/?/rawtext[@rawtext='AIL']
OBX2TXENCOUNTERFILTERCaretCONTACTTYP	?/?/rawtext[@rawtext='OBX[2]']
Sulje	?/?/button[@accessiblename='Sulje']
SIUS12HL7TestiMuistio	Base: /form[@title='SIU_'+\$Sanoma]
Sulje	?/?/button[@accessiblename='Sulje' or @accessiblename='Close']

Kuva 7. SIU12-validointi pakettivarasto.

Mikäli yksittäinen segmenttiosuus eroaisi malliksi tallennetusta segmenttirivistä, niin testiajo jatkaa suoritusta loppuun asti, mutta kirjaa tässä tapauksessa virheen ylös ja testiajo ei mene läpi. Toteutuksen jälkeen testiautomaatioajo otetaan käyttöön ja aikataulutetaan ohjelmistorobotin ajoon Jenkins-ohjelmistolla. Testiajo aikataulutetaan ajettavaksi sovel-luspuolen automatisoitujen ajanvaraus- ja ajanvarauksen peruutus testien jälkeen, jotta tiedostopalvelimelle saadaan generoitua testattavat tiedostot sisältäen HL7-sanomat.

5.4 Automaatiotestitapauksen jälkiarviointi

Opinnäytetyössä toteutettiin testiautomaatioajo HL7 ulospäin lähtevälle ajanvaraus-sanomille. Toteutus vei arviolta aikaa noin 5 henkilötyöpäivää. HL7 SIU-sanomien auto-maatiotestitapauksen toteutuksen tavoitteena oli luoda helposti monistettavissa oleva testiajo, minkä voisi vähällä toimilla ottaa käyttöön muiden integraatioiden ja HL7:n sanomatyyppien sanomien tarkistuksen osalta.

Kokonaisuudessa toteutuksen voi arvioida täyttävän tehtävänsä ja toimivan yhdessä so-vellustestien automaatiotestitapauksien kanssa regressiotesteissä valitun integraation osalta. Huomioitavaa on, että kyseessä on ensimmäinen versio yrityksen HL7 testiauto-maatiotapauksista ja tilaa jatkokehitykselle löytyy. Toteutuksen aikana havaittiin monia eri kehitysaiheita, joilla tehostaa ja parantaa validointia sekä miten helpottaa testitapauk-sen laajempaa käyttöä.

Seuraava askel luodun testiajon kehittämisessä olisi esimerkiksi rakentaa erilliset tarkistukset sanoman dynaamisille kentille, jotka sisältävät sanomalle tai testiajoon liittyvää muuttuvaa tietoa, kuten päivämäärätietoja. Jatkokehityksenä testitapauksen tarkistuksia voisi kehittää geneerisempään suuntaan, esimerkiksi tallentamalla testejä varten sanomien mallipohjat taulukoksi, minkä kautta sanoman rakennetta ja sisältöä validoitaisiin mallitiedoston ja -rivien sijaan. Nykyisellään vastaavanlaisen validointitestiajon käyttöönotto muiden integraatioiden tai sanomatyyppeiden osalta vaatii manuaalista työtä, mutta opinnäytetyön yhteydessä toteutettu testiajo toimii hyvänä pohjana ja mallina jatkokehitykselle.

6 Tulokset

Opinnäytetyön tutkimuksen tuloksina ja opinnäytetyön lopputuotoksina käsitellään kohdeyrityksen työntekijöillä teetetyn kyselylomakkeen vastauksia ja HL7-sanoma automaatiotestitapauksen toteutusta. Tuloksien pohjalta muodostetaan johtopäätökset ja esitetään mahdolliset kehitysehdotukset.

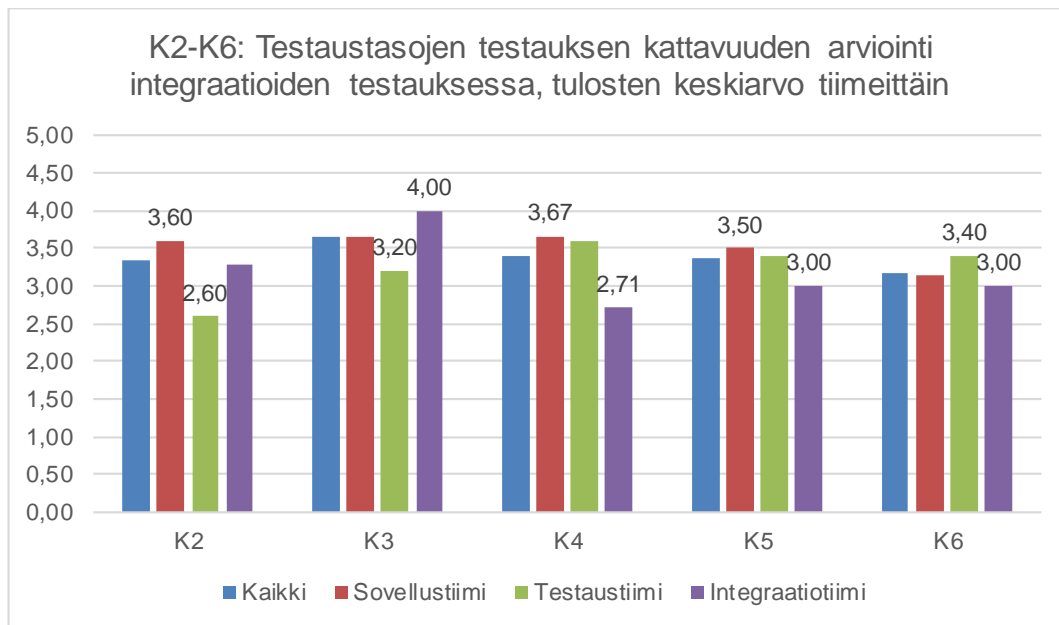
6.1 Kyselyn tulokset

Kyselylomakkeessa käsiteltiin eri teemoja, joita olivat muun muassa

- testauksen kattavuus ja tehokkuus
- testaukseen käytettävä aika
- regressiotestauksen prosessit
- testauksen haasteet
- automatisoinnin tarpeet.

Kyselyn tulosten läpikäynnissä aloitetaan strukturoitujen kysymysten tulosten analysoinnilla.

Testauksen kattavuuden osalta esitettiin kysymyksiä testaustasoittain. Kuvassa 8 on esitetty vastausten keskiarvot kysymyksiin 2–6. Testaustiimi arvioi matalimmalle yksikkötestauksen, sovellustiimi regressiotestauksen ja integraatiotiimi toiminnallisen testauksen. Kuvassa 8 on merkitty matalimmat ja korkeimmat vastaukset kysymysten osalta.



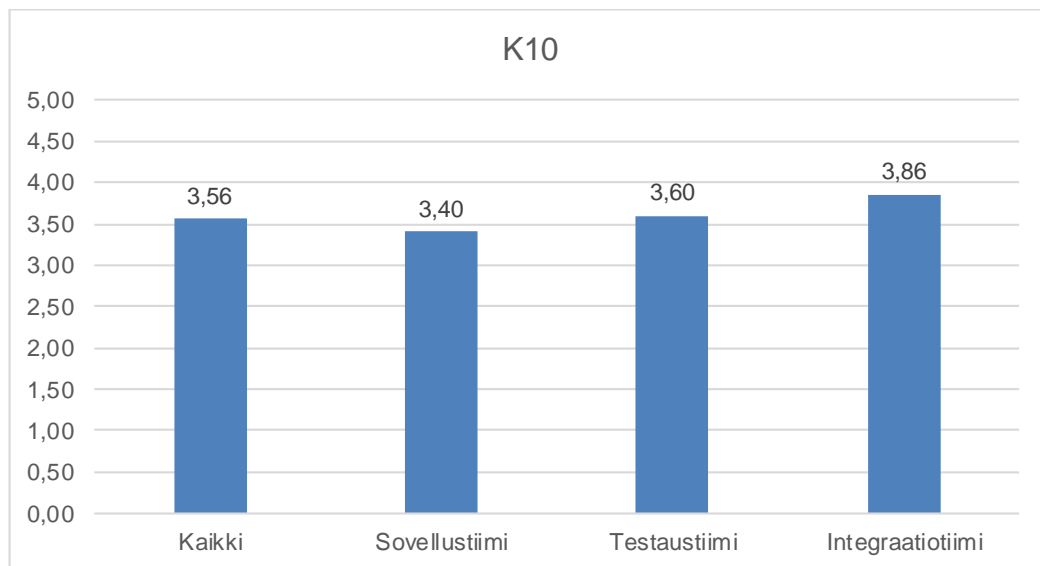
Kuva 8. Testauksen kattavuuden keskiarvotulokset testaustasoittain.

Testauksen kattavuuden osalta tulokset voidaan tulkita valtaosin neutraaleiksi ja varovaisen positiivisiksi. Asteikolla keskiarvoltaan yli kolmen tulosta voidaan pitää neutraalia tulosta astetta positiivisempänä. Alle arvon 3 keskiarvo tuloksen osalta testaustason kattavuuden on arvioitu olevan neutraalia tasoa hieman matalampi. [27.]

Kuvasta 8 voidaan tulkita, että kehitettävää on erityisesti yksikkö- ja toiminnallisen testauksen kattavuuden osalta. Testaustiimi koki yksikkötestauksen haasteellisimmaksi. Kohdeyrityksessä yksikkötestauksen osalta vastuu on pääasiassa sovellus- ja integraatiotiimillä, mikä vähentää yksikkötestauksen näkyvyyttä testaustiimille. Näin ollen yksikkötestauksen kattavuudessa ja seuraavaan testivaiheeseen siirtymisessä voidaan tulkita olevan ainakin satunnaisia haasteita. Integraatiotiimin osalta toiminnallinen testaus koettiin vähiten kattavaksi. Kattavuuden osalta matalat arviot voivat viitata esimerkiksi testauksen vajaisiin resursseihin, tai testimäärän riittämättömyyteen.

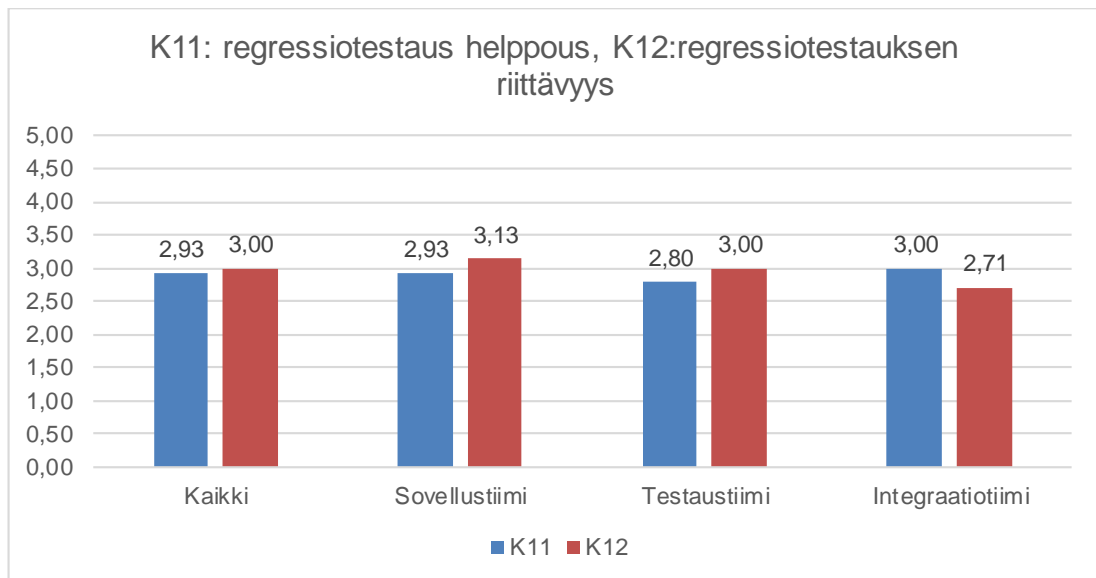
Tulosten osalta on kuitenkin otettava kysymyksen asettelu ja se, onko kysymys ollut ymmärrettävä. Mikäli vastauksia tarkastellaan ilman neutraalien (arvo = 3) vastausten huomiointia, on yli arvon 3 annettu huomattavasti enemmän vastauksia kuin alle kolmen. Kaikkien testaustasojen kattavuuden kokonaiskeskiarvot olivat yli kolmen, joten tulokset käsitetään varovaisen positiivisiksi. Näin ollen voidaan tulkita, että yrityksen integraatioiden testaukseen osallistujat kokevat testauksen eri tasot hoidettavan melko kattavasti.

Valtaosa kyselyyn vastanneista koki, että testitapauksia noudatetaan testauksessa melko hyvin tai hyvin. Kuva 9 esittää kysymyksen 10 vastausten keskiarvot tiimeittäin. Kysymyksellä taustoitettiin testiautomaation käyttömahdollisuuksia. Testitapausten noudattaminen indikoi muun muassa mahdollisuutta luoda automaatiotestitapauksia, joissa testiajo tapahtuu juuri siten, kun on määrätty. Näin vältetään mahdollisilta käyttäjävirheilä, mutta samalla menetetään mahdollisuus tehdä testitapaukseen liittymättömiä huomioita tai havaintoja. Kyselyn perusteella vastaajat kokevat jo nykyisin noudattavan melko hyvin ennalta määriteltyjä testitapauksia, joten automatisointi integraatioiden testauksessa voitaisiin katsoa eduksi tämän aihion osalta.



Kuva 9. Testaustapausten noudattamisen keskiarvo.

Opinnäytetyön hypoteesiin oli kirjattu oletettavaksi automaatiotestauksen hyödyksi integraatioiden regressiotestauksen automatisointi. Kyselylomakkeelle oli valittu erikseen regressiotestejä koskevia kysymyksiä, muun muassa kysymykset 11 ja 12. Kysymyksen osalta pyrittiin selvittää automaatiotestauksen sopivuutta ja tarvetta regressiotestauksen kohdeyrityksessä. Kuvassa 10 on esitetty kysymysten 11 ja 12 vastauksien keskiarvot vastaajien osalta ja erikseen tiimeittäin jaoteltuna.



Kuva 10. Kysymysten 11 ja 12 keskiarvovastaukset.

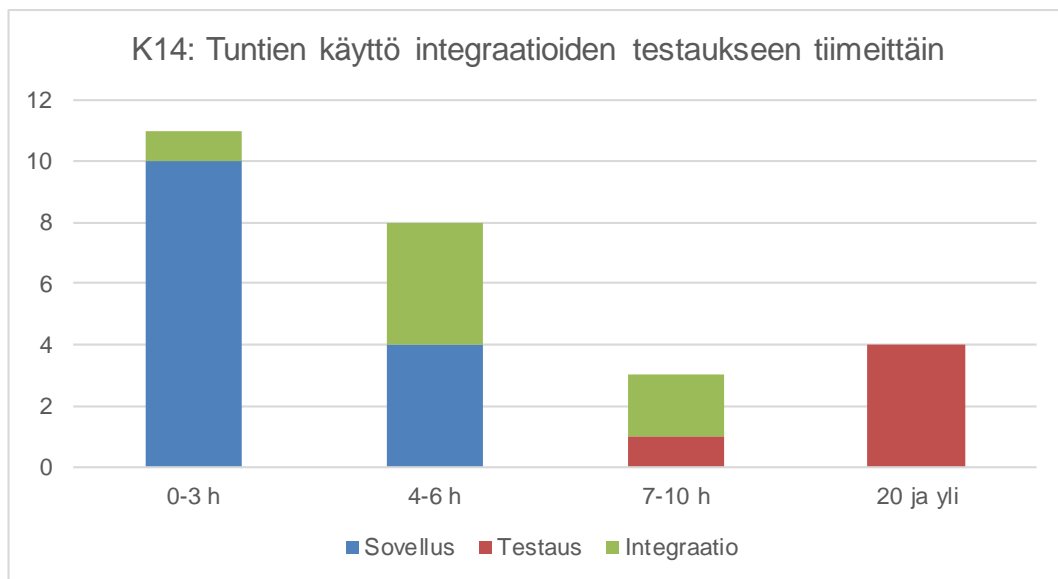
Regressiotestaukseen liittyvien kysymysten osalta voidaan tulkita, että sovellus- ja testaustiimit kokevat regressiotestauksen haastavammaksi kuin integraatiotiimi, kun taas integraatiotiimi kokee regressiotestauksen riittävyyden haasteellisemmaksi. Kun keskiarvo 3:n vastaukset jätetään huomioimatta, on alle arvon 3 vastauksia erityisesti kysymyksen 12 osalta enemmän kuin muissa kyselyn kysymyksien vastauksissa.

Vastauksien perusteella tulokset voivat selittyä muun muassa sillä, että regressiotestauksen tarpeet tai muutokset näkyvät integraatiotiimille muun muassa testipuolen havaintojen tai tuotannon virheiden osalta, kun taas testaus- ja sovellustiimin voi olla hankala hahmottaa mihin kaikkeen mahdolliset muutokset vaikuttavat.

Kyselylomakkeella selvitettiin myös keskimääräistä aikaa, joka vastaajalta kuluu viikossa integraatioiden testaukseen liittyviin tehtäviin. Kokonaisuudessaan kaikkien vastaajien (27 vastaajan) integraatioiden testaukseen viikossa käyttämä tuntimäärä on kyselyn perusteella 212 tuntia, mikä on tasan henkilöjen kesken jaettuna noin 8 tuntia per henkilö, mikä vastaa noin yhtä henkilötyöpäivää. Tilastoa kasvattavat testaustiimin vastaukset, mutta kokonaisuudessaan tulos jo tuo ilmi suuret resurssimäärät, jotka kuluvat integraatioiden testaukseen.

Kuvassa 11 on esitetty arvioitujen käytettävien tuntien jakautuminen tiimien kesken. Testausautomaatio vähentää yleensä testausresurssien tarvetta ja tällöin myös henkilöiden

resursointi voidaan kohdentaa järkevämmiin monimutkaisempaan testaukseen tai muihin analyysia tarvitsevaan työhön. Testausautomaatiolla voitaisiin todennäköisesti vapauttaa asiantuntijaresursseja esimerkiksi regressiotestauksen jatkokehitykseen tai uusien integraatioiden ja toiminnallisuuksien testaukseen, sekä esimerkiksi testauksen kattavuuden tai tehostamisen parantamiseen.



Kuva 11. Vastaajien arvio viikossa integraatioiden testaukseen käytettävistä tunneista.

Kyselylomakkeen avoimissa kysymyksissä kartoitettiin integraatioiden testauksen osalta aihealueista muun muassa mikä on aikaa vievintä testauksessa, miten testausta voisi tehostaa, sekä millaisia haasteita testauksen yhteydessä on havaittavissa. Kyselyyn vastanneiden kesken avoimien vastauksien osalta oli selkeästi tunnistettavissa toistuvia trendejä vastausten osalta. Avointen kysymysten vastaukset löytyvät liitteestä 5. Vastaukset ovat sellaisinaan arvokkaita laadullista tietoa, mutta tämän opinnäytetyön tuloksissa analysoidaan pääasiassa kyselyn vastauksissa nousseita trendejä.

Integraatioiden testauksessa aikaa vieväksi asiaksi eniten koettiin erityisesti muut testaukseen liittyvät tehtävät itse testauksen ulkopuolelta. Tällaisiksi nimettiin muun muassa seuraavia:

- odottelu
- havaintojen kirjaus ja korjaus

- etukäteisvalmistelut aikatauluttamisineen ja testauksen jälkeiset selvitystehtävät
- testitapausten esiehtojen luominen
- toimittajien pään ongelmat
- yhteistyö ja sen haasteen monien osapuolien kesken.

Integraatioiden testaus koostuu toiminnallisesta kokonaisuudesta, josta tekninen integraatio on pieni osuus. Vastausten perusteella on johdettavissa, että esimerkiksi testitapausten esiehtojen, sisältäen testipotilaiden ja -asiakkaiden luonnin, sekä pohjatietojen tallennuksen automatisointi säästäisi aikaa itse testaukselle tai muihin työtehtäviin. Testausautomaatio voisi tuoda helpotusta esimerkiksi odotteluun testauksen esiehtojen automaattisella suorittamisella. Esiehtojen suorittaminen automaatiolla estäisi myös mahdolliset käyttäjävirheet, ja automaatiolla esimerkiksi testipotilaiden taustatiedot voitaisiin tallentaa muuttumattomina ja laajoina.

Testauksen tehostamisen osalta vastaukset olivat yhtenäisiä. Yhteistyön tiimien välillä koettiin haasteeksi kohdeyrityksessä. Yhteistyön korostus tai sen puute esiintyi valtaosassa vastauksia. Tiimien välisen yhteistyön parantamisella uskottiin olevan vaikutusta tehokkuuteen sekä laatuun. Vastaavanlaisia aihioita olivat myös vastuunoton lisäämisen toiveet ja yhdessä tehtävä etukäteissuunnittelu ja määrittelytyö ennen integraatioiden testausta, jolloin pystyttäisiin viemään testit tehostetummin läpi.

Haasteiksi integraatioiden testauksen osalta koettiin jo yllä mainituiden tekijöiden lisäksi määrittelytyön vajaavuus ja suppeus. Lisäksi muutoksien nähtiin välillä tulevan yllättäen ja alun perin määrittelyissä suunnitellun laajuuden kasvattaminen koettiin yleiseksi. Eri testitasojen sekoittuminen koettiin ongelmalliseksi ja esimerkiksi vajavaisen yksikkö- ja yhteystestauksen osalta vasta myöhemmin löydettävät virheet veivät kokonaisuudessaan enemmän ja useamman resurssin aikaa. Aikataulupaineet olivat myös mainittu tekijä, joka vaikuttaa muun muassa testauksen laatuun.

Vastaajista 18 oli vastannut kysymykseen 15 (Voisiko automaatiotestausta hyödyntää osana integraatiotestausta?) myöntävästi. Muutama vastaaja ei osannut ottaa kantaa, ja pari vastaajaa kokivat, että testaukset, joihin he ovat osallistuneet, eivät olisi sopivia automatisoitaviksi.

Kokonaisuudessaan kysely osoittaa, että automaatio toisi hyötyä integraatioiden testaukseen. Esimerkkejä testitasoista, joissa automaation koettiin tuovan, hyötyjä olivat regressiotestaus, perustestitapaukset ja sovelluspuolen toiminnallisuuksien automatisointi.

6.2 Kehitysprojektin tulokset

Valitun integraation HL7 SIU -sanomien testiautomaatioajon toteutuksessa oli tavoitteenatehdä toimiva testiajo, jota voidaan hyödyntää regressiotestauksessa sekä muiden HL7-regressiotestien automatisoinnin suunnittelussa ja toteutuksessa. Toteutuksen tuloksina arvioidaan myös toteutukseen käytettyä aikaa, testiajon toimivuutta regressiotestissä, sekä jatkokehitystarpeita.

Testiautomaatioajon toteutus itsessään sitoi resursseja suhteessa normaaliin integraation yksikkötestien regressiotestaukseen enemmän, mutta kokonaisuus on hyödynnettävissä jatkossa esimerkiksi päivitysten yhteydessä. Tavoitteena on, että pitkällä aikavälillä käytetty aika näkyy regressiotesteihin tarvittavan ajan lyhentymisenä. Näin ollen tuloksina voidaan arvioida, että testiautomaatioajon toteutus nopeuttaa sovellus automaatiotestitapauksien ohella valitun integraation regressiotestejä tulevaisuudessa. Toteutuksessa huomioitiin sanoman rakenne ja staattinen sisältö, joten dynaamisten tietojen testausta toteutettu testiajo ei käy läpi.

Parannusehdotuksina ja jatkokehityksenä testiajoon voitaisiin jatkossa huomioida myös dynaamisten tietoelementtien rakenne, sekä tallentaa testiohjelmistoon laajemmin yleiseen käyttöön sopivat sanoman mallitaulukot, joiden avulla testiajon käyttöönotto eri integraatioiden regressiotestauksessa helpottuisi.

Kokonaisuutena opinnäytetyön toiminnallista osuutta voi arvioida tavoitteet täyttävinä. Kohdeyritykselle luotiin toimiva automaatiotestiajo ja toteutus auttoi perehtymään eri automaatiotestauksen työkaluihin sekä automaatiotestitapausten suunnitteluun, kehitykseen ja ajoihin.

6.3 Johtopäätökset

Opinnäytetyössä saatujen tulosten perusteella voidaan muodostaa johtopäätökseksi, että kohdeyrityksessä regressiotestauksen automatisointi toisi yritykselle hyötyjä ja säästäisi resursseja regressiotestauksesta. Kohderyhmälle toteutetun kyselyn perusteella regressiotestausta tulisi tehdä kattavammin sekä regressiotestausta prosessia pyrkii selkeyttämään ja helpottamaan. Automaatio-testauksella resursseja voitaisiin kohdentaa esimerkiksi testauksen kattavuuden kasvattamiseen tai määrittelytyöhön.

Opinnäytetyössä toteutetun kyselyn vastauksista on nähtävissä, että toiminnallisen testauksen käyttöliittymän esivalmistelujen eli testitapausten esivalmistelut vievät paljon aikaa ja ovat usein toistuvia tehtäviä. Esiehtojen luonti automaatioajoilla nopeuttaisi toistuvien esiehtojen täyttööä etenkin regressiotestitapauksissa sekä estäisi mahdolliset käyttäjän tekemän virheet.

Integraatioiden HL7-sanomien yksikkötestauksen automatisoinnin avulla voidaan jatkossa varmistaa integraatio-osuuden toimivuus ja sanomien ennallaan säilyminen esimerkiksi versiopäivitysten yhteydessä, asiakkaiden muiden järjestelmien päivityksien osalta ja jatkokehityksen liittyvien komponenttien muutoksissa. Lisäksi sanoman muodostumisella voidaan varmistua sanoman muodostumisesta konesalien päivitystöiden yhteydessä. Automaatioajoa voidaan suorittaa jatkuvasti ja näin havaita myös mahdolliset muutokset, joiden ei ole oletuksena ennakoitu vaikuttavan integraation toimintaan ja sanoman rakenteeseen tai sisältöön.

Pelkän integraatiosanoman regressiotestauksen automatisoinnissa tulee ottaa huomioon, että muutokset esimerkiksi Apotin käyttöliittymässä tai erillistoimijoiden järjestelmissä eivät ole mukana testauksessa ja kokonaisen toiminnallisuuden varmistus on osa laajempaa testausta, jonka yksi kokonaisuus on sanoman sisältötietojen validointi ja testaus. Laajempien testikokonaisuuksien automatisointiprosessi on monimutkaisempi ja vie enemmän aikaa.

Testausautomaation lisäämisessä kattamaan laajemmin integraatioiden testausta voidaan parantaa testauksen luotettavuutta ja tehokkuutta, jotka tukevat kohdeyrityksen arvojen mukaista toimintaa.

Kohdeyrityksen integraatioiden automaatiotestauksessa jatkokehityksenä on mahdollista parantaa automaatiotestiajojen laatua lisäämällä myös HL7-sanomien dynaamisten tietojen validoinnin. Testauksen kattavuutta on mahdollista parantaa monistamalla jo toteutettua HL7-sanomien testiajoa muiden HL7-sanomatyyppien ja integraatioiden käyttöön. Automaatiotestauksella pystytään parantamaan testauksen laatua myös automatisoimalla jatkuvaa testausta, sekä esimerkiksi kuormitustestejä.

7 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteina oli käsitellä testausautomaation teoriaa ja tutkia, tuottaako integraatioiminnallisuuksien automaatiotestaus hyötyjä kohdeyritykselle. Muun muassa yrityksen käyttöönottojen ja versiopäivitysten yhteydessä kohdeyrityksen testaus- ja integraatiotiimissä oli noussut esiin tarpeita liittyen regressiotestauksen kattavuuden ja laadun parantamiseen.

Opinnäytetyö toteutettiin pääpainoisesti keväällä ja kesällä 2020. Opinnäytetyön toteutuksena suoritettiin kyselylomake tutkimuksen tueksi sekä integraation regressiotestaukselle automaatiotestitapaus validoimaan kohdeintegraation HL7 SIU -sanomien sisältöä. Toteutettu testiautomaatioajo on laajennus kohdeyrityksen integraatioiden automaatiotestaukseen. Aikaisemmin automatisoiduissa tapauksissa integraatioiden osuus oli testattu varmistamalla eri käyttöliittymistä tiedon siirtyminen ja tallentuminen.

Opinnäytetyön rajaaminen tuotti haasteita kahden laajan kokonaisuuden osalta, tutkimuksen ja tarvearvioinnin, sekä käytännön testiajon toteutuksen osalta. Työssä läpikäytyä kokonaisuutta on rajattu ja keskitytty integraatioiden testauksen automatisoinnin tarpeiden arviointiin ja itse toteutettavaan testitapaukseen.

Työ täytti sille määritetyt tavoitteet ja opinnäytetyön myötä kohdeyrityksellä on integraatioiden automaatiotestauksen jatkoa ajatellen käytössään valmis automaatiotestitapaus monistettavaksi ja jatkokehittäväksi sekä materiaalia opinnäytetyössä esitettyjen tulosten ja johtopäätösten perusteella, jolla kehittää integraatioiden testausta jatkossa yhä laadukkaampaan ja tehokkaampaan suuntaan.

Kohdeyrityksen integraatioiden automaatiotestauksen yhteydessä on kuitenkin huomiotava käytettävissä olevat resurssit ja suunniteltava kehitettävät kohteet ja priorisointi.

Kokonaisuutena opinnäytetyö laajensi ymmärrystä sote-alan tietojärjestelmistä, integraatioista sekä erityisesti järjestelmien testauksesta ja testauksen automatisoinnista. Opinnäytetyön toteutus muodosti kattavan kokonaisuuden ja paremman perehtymisen testiautomaation työkaluihin, teoriaan ja käytäntöihin. Teorian osalta lisätietoa ja oppimista kertyi myös kyselytutkimusten määrittelyn ja analysoinnin osalta sekä kirjallisen dokumentoinnin tuottamisesta.

Lähteet

- 1 Lainsäädäntö ohjaa asiakas- ja potilastietojen hallintaa. 2020. Verkkodokumentti. Sosiaali- ja terveysministeriö. <<https://stm.fi/asiakas-potilastietojen-hallinta>>. Luettu 30.08.2020.
- 2 Hallinnonala. 2020. Verkkodokumentti. Sosiaali- ja terveysministeriö. <<https://stm.fi/hallinnonala>>. Luettu 30.08.2020.
- 3 Sosiaali- ja terveydenhuollon järjestelmä ja vastuut. 2020. Verkkodokumentti. Sosiaali- ja terveysministeriö. <<https://stm.fi/sotepalvelut/jarjestelma-vastuut>>. Luettu 30.08.2020.
- 4 Laki sosiaali- ja terveydenhuollon asiakastietojen sähköisestä käsittelystä 9.2.2007/159. 2007. Verkkodokumentti. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070159>> Luettu 30.08.2020.
- 5 Soikkeli, Jyrki. Apotti – arkkitehtuuri ja teknisen dokumentaation hyväksyminen 2018-05-24. Kohdeyrityksen sisäinen dokumentti. 2018. Luettu 07.06.2020.
- 6 Usein kysytyt kysymykset. 2020. Verkkodokumentti. Oy Apotti Ab. <<https://www.apotti.fi/usein-kysytyta/#miten-hankkeen-hyodyt-nakyvat-kuntalaisten-arjessa>>. Luettu 07.06.2020.
- 7 Tulevaisuuden sosiaali- ja terveyskeskus -ohjelma. 2020. Verkkodokumentti. <<https://soteuudistus.fi/tulevaisuuden-sosiaali-ja-terveyskeskus-ohjelma>>. Luettu 30.08.2020.
- 8 Miten Apotti-järjestelmä kehittyy tulevaisuudessa. 2020. Verkkodokumentti. Oy Apotti Ab. <<https://www.apotti.fi/miten-apotti-jarjestelma-kehittyy-tulevaisuudessa/>>. Luettu 07.06.2020.
- 9 Sosiaali- ja terveydenhuollon tiedonhallinta ja tiedolla johtaminen. 2020. Verkkodokumentti. Sosiaali- ja terveysministeriö. <<https://stm.fi/sotetiedonhallinta> <https://thl.fi/fi/web/tiedonhallinta-sosiaali-ja-terveysalalla/koodistopalvelu/tekniset-ohjeet/sote-organisaatiorekisteri>>. Luettu 30.08.2020.
- 10 Rajapintakartta. 2020. Verkkodokumentti. HL7 Finland. <<http://www.hl7.fi/hl7-rajapintakartta/>>. Luettu 30.08.2020.
- 11 Minimikontekstinhallinnan määrittely. 2006. Verkkodokumentti. HL7 Finland. <<http://www.hl7.fi/hl7-rajapintakartta/minimikontekstinhallinnan-maarittely/>>. Luettu 30.08.2020.

- 12 About HL7. 2020. Verkkodokumentti. HL7 International. <<https://www.hl7.org/about/index.cfm?ref=nav>>. Luettu 30.08.2020.
- 13 Tarhonen, Timo. 2012. Yleiskuvaus HL7 – version 2.x peruseriaatteista. Verkkodokumentti. HL7 Finland. <<http://www.hl7.fi/?wpdmact=process&did=NTY4LmhvdGxpbms=>>>. Luettu 30.08.2020.
- 14 VTJ-Rajapinta palvelukuvaus. 2019. Verkkodokumentti. Digi- ja väestötietovirasto. <<https://dvv.fi/documents/16079645/17333102/VTJ-rajapinta+palvelukuvaus+15.2.2019.pdf/40a87927-cb51-e28d-a15f-43410ce28eb0/VTJ-rajapinta+palvelukuvaus+15.2.2019.pdf>>. Luettu 30.08.2020.
- 15 Kasurinen, Jussi Pekka. 2013. Ohjelmistotestauksen käsikirja. E-kirja.
- 16 Ohjelmiston testaus ja laatu. 2020. Verkkodokumentti. Savonia. <http://webd.savonia.fi/home/ktrasse/muut/testaus_laatu/testaus_3.pdf>. Luettu 07.06.2020.
- 17 Testauksen tasot. 2020. Verkkodokumentti. Smart education. <<http://smarteducation.jyu.fi/projektit/systech/Periaatteet/suunnittelun-periaatteet/testaus/testauksen-tasot>>. Luettu 30.08.2020.
- 18 Elfriede, Dustin; Thom, Garret; Bernie, Gauf. 2009. Implementing automated software testing. E-kirja. Pearson Education Inc.
- 19 Testing Pyramid : How to jumpstart Test Automation. 2020. Verkkodokumentti. BrowserStack. <<https://www.browserstack.com/guide/testing-pyramid-for-test-automation>>. Luettu 07.06.2020.
- 20 Automatisoitu ohjelmiston tuotantoprosessi. 2020. Verkkodokumentti. GOFORE. <<https://gofore.com/automatisoitu-ohjelmiston-tuotantoprosessi/>>. Luettu 30.08.2020.
- 21 Leppäkorpi, Timo. 2019. Testiautomaatio Apotissa. Kohdeyrityksen sisäinen dokumentti. Luettu 30.08.2020.
- 22 DevOps. 2020. Itewiki. Verkkodokumentti. <<https://www.itewiki.fi/opas/devops/>>. Luettu 30.08.2020.
- 23 Vuori, Martti. 2013. Noin 80 ajatusta testiautomaatiosta. Verkkodokumentti. Tampereen teknillinen yliopisto. <https://www.mattivuori.net/julkaisuluettelo/liitteet/noin_80_ajatusta_testiautomaatiosta.pdf>. Luettu 30.08.2020.
- 24 Käsitteet, hypoteesi. 2020. Verkkodokumentti. Tilastokeskus. <<https://www.stat.fi/meta/kas/hypoteesi.html>>. Luettu 30.08.2020.

- 25 Hirsjärvi, Sirkka; Hurme, Helena. 2010. Tutkimushaastattelu. Oy Ylioppilaskustannus, HYY Yhtymä.
- 26 Heikkilä, Tarja. 2014. Kvantitatiivinen tutkimus. Verkkodokumentti. Edita. <<http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf>>. Luettu 07.06.2020.
- 27 Hiltunen, Leena. Metodina kyselytutkimus. 2020. Verkkodokumentti. Jyväskylän yliopisto. <<http://www.mit.jyu.fi/OPE/kurssit/Graduryhma/PDFt/kyselytutkimus2.pdf>>. Luettu 07.06.2020.