

Opinnäytetyö (AMK)

Prosessi- ja materiaalitekniikka

NPROMS14

2018

Kim Vuorenpää

TESTAUSPROSESSIN VIKATILANTEIDEN TOIMINTAOHJE

– Toimintaohje kuoppalevynlukijan
valmistusprosessiin

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Prosessi- ja materiaalitekniikka, Insinööri (AMK)

2018 | 18 sivua, 13 liitesivua

Kim Vuorenpää

TESTAUSPROSESSIN VIKATILANTEIDEN TOIMINTAOHJE

- Toimintaohje kuoppalevylukijan valmistusprosessiin

Opinnäytetyöni aiheena oli suunnitella ja luoda vikatilanteiden toimintaohje kuoppalevylukijan testausprosessille. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Labrox Oy, joka on mittalaitteita valmistava yritys. Yritykseltä puuttui toimintaohje vikatilanteiden sattuessa testausprosessin aikana. Vikatilanteiden toimintaohjeen on tarkoitus selkeyttää ja nopeuttaa vikatilanteiden ratkomista. Opinnäytetyön onnistumisen osalta oli tärkeää tuntee kuoppalevylukijan toiminta perusteellisesti. Kuoppalevylukijaan perehtymistä helpotti aiempi kokemus laitteen ja testausprosessin parissa työskentely.

Toimintasuunnitelma laadittiin testausprosessin kaltaiseksi, jotta sen käyttö olisi mahdollisimman selkeää. Yleisimmät vikatilanteet ja niiden korjaukset kyettiin selvittämään henkilöstön haastattelulla. Selvitetystä vikatilanteista ja niiden korjauksista koostettiin toimintaohje, jonka lisäksi laadittiin tarkastuslista uusintatestejä varten. Vikatilanteiden toimintaohje ja tarkastuslista laadittiin onnistuneesti. Opinnäytetyön toimeksianto onnistui ja valmis toimintaohje luovutettiin yrityksen käyttöön. Toimintaohjeen käyttöönotto osaksi testausprosessia tulee vaatimaan sen jatkamista, jotta se kattaisi koko testausprosessin. Toimintaohjeen ollessa valmis tulee se olemaan tärkeä työkalu vikatilanteiden nopeaa selvittämistä varten.

ASIASANAT:

mittalaite, toimintaohje, suunnittelu, tarkastuslista

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Chemical and Materials Engineering

2018 | 17 pages, 13 pages in appendices

Kim Vuorenpää

INSTRUCTIONS FOR FAULT SITUATIONS DURING TEST PROCESS

- Instructions for microplate reader manufacturing process

The objective of this thesis was to design and create instructions for a fault situation during the test process of microplate readers. The commissioner of the thesis was Labrox Oy which is a company that manufactures measuring devices. The company had no instructions for handling a fault situation during the test process. The purpose of the instructions is to assist in solving the problem that has occurred during the test process. Their purpose is also to accelerate the solving of the occurred fault situation. For the success of the thesis it was important to know the test process and the structure of the microplate reader thoroughly. The studying of the microplate reader was facilitated by previous experience with the device and the test process.

The instructions for fault situations were designed to be similar with the instructions for the test process so that they would be as simple as possible to use. The most common fault situations and actions to correct them could be clarified with staff interviews. The results from the interviews were combined to produce instructions for fault situations. In addition to the instructions, a checklist was prepared for renewal tests. The instructions for fault situations were successfully prepared. The assignment of the thesis was successfully completed, and the instructions were given to the company for use. The instruction document needs to be completed fully until the document can be implemented as a part of the manufacturing process. When finally completed, the instructions will be an important tool for fast clarification of fault situations.

KEYWORDS:

measuring instrument, guideline, planning and design, checklist

SISÄLTÖ

SANASTO	6
1 JOHDANTO	1
2 TEORIAOSA	2
2.1 Piirilevyt	2
2.1.1 Noodien tehtävät	2
2.2 Valomonistinputki (PMT)	3
2.3 Kuoppalevynlukijan mittateknologiat	4
2.3.1 Fluoresenssin intensiteetti (FI):	4
2.3.2 Fluoresenssin polaarisaatio (FP):	5
2.3.3 Aikaerotteinen fluoresenssi (TRF)	5
2.3.4 Luminesenssi (LUM)	5
2.3.5 Absorbanssi (ABS)	6
2.4 Laitetuotannon testausprosessi	6
3 KÄYTÄNNÖN OSA	7
3.1 Perehtyminen ja suunnittelu	7
3.2 Haastattelut	8
3.3 Toimintaohjeen laatiminen	8
3.4 Excel tarkastuslistan laatiminen	9
3.5 Toimintaohjeen hyväksyttäminen ja luovutus	10
4 LOPUKSI	11
LÄHTEET	12

LIITTEET

- Liite 1. Tarkastuslista
- Liite 2. Vikatilanteiden toimintaohje

KUVAT

Kuva 1. Valomonistinputken rakenne (Hamamatsu 2016).	4
Kuva 2. Esimerkki vikatilanteen toimintaohjeesta.	9
Kuva 3. Esimerkki tarkastuslistan toiminnasta.	9
Kuva 4. Tarkastuslistan toiminta 1/3.	Error! Bookmark not defined.
Kuva 5. Tarkastuslistan toiminta 2/3.	Error! Bookmark not defined.
Kuva 6. Tarkastuslistan toiminta 3/3.	Error! Bookmark not defined.
Kuva 7. Vikatilanteiden toimintaohje 1/10.	Error! Bookmark not defined.
Kuva 8. Vikatilanteiden toimintaohje 2/10.	Error! Bookmark not defined.
Kuva 9. Vikatilanteiden toimintaohje 3/10.	Error! Bookmark not defined.
Kuva 10. Vikatilanteiden toimintaohje 4/10.	Error! Bookmark not defined.
Kuva 11. Vikatilanteiden toimintaohje 5/10.	Error! Bookmark not defined.
Kuva 12. Vikatilanteiden toimintaohje 6/10.	Error! Bookmark not defined.
Kuva 13. Vikatilanteiden toimintaohje 7/10.	Error! Bookmark not defined.
Kuva 14. Vikatilanteiden toimintaohje 8/10.	Error! Bookmark not defined.
Kuva 15. Vikatilanteiden toimintaohje 9/10.	Error! Bookmark not defined.
Kuva 16. Vikatilanteiden toimintaohje 10/10.	Error! Bookmark not defined.

SANASTO

Lyhenne	Lyhenteen selitys (Lähdeviite)
ATP	Adenosiinitrifosfaatti, mitokondrioiden tuottama energiayhdiste.
Dispeseri	Dispencer, Liuosten automaattinen annostelija.
GMP	Good Manufacturing Practice, Hyvät tuotantotavat
Kuoppalevynlukija	Microplate reader, Mittalaite kuoppalevyjä käyttäviin mittauksiin.
Käyttöliittymä	User interface, Ohjelmisto jonka laitteen käyttäjä näkee.
Levykelkka	Plate carrier, Kuoppalevynlukijan osa, johon kuoppalevy asetetaan.
Noodi	Node, Piirilevy, jolle on asennettu ohjelmisto. Toimii osana laitteen piirilevyjen ”verkkoa”.
Piirilevy	Circuit board, elektronisten komponenttien kiinnitysalusta ja johdin.
Storage	Storage, Suodattimien säilytyskelkka
Sulautettu ohjelmisto	Embedded software, Tietokoneohjelma joka hallitsee laitetta.
Optinen suodin	Optical Filter, Suodatin jolla voidaan suodattaa haluttuja aallonpituuksia mittauksissa.
Testiprosessi	Testing process, Kuoppalevynlukijan valmistusprosessin säätö ja toiminnan tarkistuva vaihe.
Valomonistinputki	Photomultiplier Tube, elektroneja vahvistava instrumentin osa.
Z-focus	Z-focus, Z- akselilla tapahtuva optisten linssien ja näytteen liikuttaminen optimaaliseen korkeuteen.
QC	Quality control, Testauksen avulla tapahtuvaa laadinhallintaa.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni tarkoitus oli valmistaa vikatilanteiden toimintaohje kuoppalevynlukijan testausprosessille. Testausprosessi, jonka osaksi toimintaohje laadittiin, on osa kuoppalevynlukijan valmistusprosessia. Vikatilanteiden toimintaohjeen on tarkoitus toimia ohjeena testausprosessin aikana havaitulle vialle, testikohdan epäonnistumiselle tai muulle ilmenneelle ongelmalle. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Labrox Oy. Toimeksiantajayrityksen ollessa pienyritys valmistusprosessin parissa ei työskentele paljon henkilöstöä. Vähäisen henkilöstön määrä johti siihen, että kun testauksessa tavattiin vikatilanteita, saattoi se viasta riippuen sitoa runsaasti henkilöstön aikaa, sekä hidastaa valmistuvien laitteiden lukumäärää. Vikatilanteiden selvittämiseen ei yrityksellä vielä ollut toimintaohjetta tai listausta tunnetuista vioista. Vaikka yleisimmät vikatilanteet ja niiden korjauksiin vaadittavat toimenpiteet olivat henkilöstön tiedossa, aiheutti se ongelmia harvemmin tavattujen vikatilanteiden korjausten osalta, sekä uutta henkilöstöä perehdytettäessä. Yrityksessä toimitaan GMP:n, ISO 9001:2015 ja ISO 13485:2016 -standardien vaatimien laatuasetusten mukaan, joten jokaiselle mittalaitteen valmistusprosessin vaiheelle on tarpeellista olla toimintaohje. Vikatilanteen toimintaohjeen on tarkoitus toimia osana testausprosessia ja nopeuttaa ongelmien ratkointia. Sen on tarkoitus selkeyttää, mitä testejä on uusittava vaihdettaessa mekaanisia osia, piirilevyjä tai muutettaessa ohjelmiston parametreja. Vikatilanteiden toimintaohjeen on tarkoitus toimia pohjana tulevaisuudessa löydetuille vioille ja niiden ratkaisemiseen tarvittaville toimille. Toimintaohjetta tullaan myös luultavasti tulevaisuudessa käyttämään huoltotoimenpiteitä tekevien henkilöiden työkaluna.

Opinnäytetyön alussa käydään läpi teoriaosuus. Teoriaosuuden on tarkoitus antaa lukijalle pintapuolinen kuva kuoppalevynlukijan rakenteesta ja sen käyttämistä mittateknologioista. Osio sisältää myös sitä taustatietoa, jota toimintaohjeen laatimiseen osittain tarvittiin. Opinnäytetyöni käytännön osiossa käydään läpi toimintaohjeen laatimiseen vaaditut vaiheet ja toimet. Opinnäytetyön lopuksi läpikäydään pohdintaa toimintaohjeen laatimisesta, sen tulevaisuuden käyttötarkoituksista, sekä siitä, kuinka oma työskentely aiheen parissa sujui ja miten sitä oltaisiin voitu parantaa. Opinnäytetyöni lähteinä toimivat artikkelit, opaskirjat sekä toimeksiantajalta saadut liitteet. Oletan toimeksiantajalta saatujen liitteiden olevan luotettavia ja sisältävän totuudenmukaista tietoa.

2 TEORIAOSA

Toimeksiannon alussa oli tärkeää perehtyä laitteen toimintaan ja sen rakenteeseen syvemmin erilaisten vikatilanteiden aiheuttajien ymmärtämiseksi. Vikatilanteiden aiheuttajien ymmärtäminen oli tärkeää korjausten määrittämiseksi. Tässä kappaleessa käyn lyhyesti läpi kuoppalevynlukijan keskeisimmät osat ja toiminnot.

2.1 Piirilevyt

Yrityksen valmistama laite käyttää useita piirilevyjä kuoppalevynlukijan toimintojen hallintaan. Näitä piirilevyjä, joilla on tärkeä tehtävä kuoppalevyn toimintojen kannalta, kutsutaan noodeiksi. Jokaisella noodilla on oma ohjelma ja tehtävä laitteessa. Jokaiselle noodille on asennettu oma ohjelmisto, joka mahdollistaa sulautetun ohjelmiston kommunikoinnin niiden kanssa. Noodeja hallitsee yksi piirilevy, jossa sijaitsee sulautettu ohjelmisto. Tämä piirilevy antaa komentoja noodeille ja kertoo niille mitä tehdä. Sulautettu ohjelmisto kommunikoi käyttöliittymän kanssa ja välittää tiedon, jota käyttäjä haluaa mittalaitteella tehdä ja kommunikoi sen eteenpäin laitteiston noodeille. Sulautettu ohjelmisto palauttaa ja muuntaa laitteella mitatut arvot käyttöliittymälle mittalaitteen käyttäjän nähtäväksi.

2.1.1 Noodien tehtävät

Kuoppalevynlukijan toiminnoille keskeisimpiä ovat seuraavat noodit (huom. levyjen nimet ovat triviaaleja)

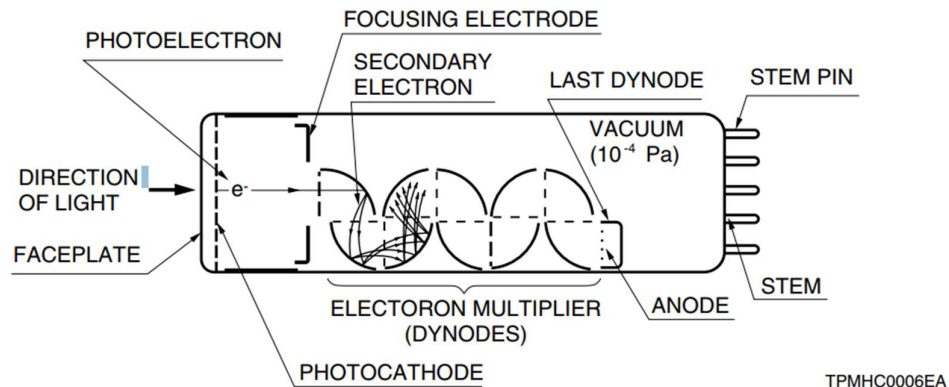
IFA	Sulautetun ohjelmiston piirilevy. Hallitsee kuoppalevyn kaikkia toimintoja ja antaa komentoja muille noodeille. IFA kommunikoi myös UI:n kanssa.
DFA	Valomonistinputken detektorin piirilevy. Tämän piirilevyn tehtävänä on muuntaa mittadataa luettavaan muotoon, ja lähettää sitä eteenpäin IFA:lle.
DFE	Spektometrin piirilevy. Hoitaa kaikki spektometriaan liittyvät toiminnot, sekä muuttaa mittaustulokset luettavaan muotoon.

- MFB Suodatinvaraston toimintaa ohjaava piirilevy. Ohjaa suotimien paikoituksen ja pitää listaa laitteiston sisällä olevista suotimista.
- MFC Piirilevy joka ohjaa peililuistin, z-focuksen linssien ja referenssisulkijan toimintaa. Piirilevy mittaa myös referenssimittaukset ja varastoi referenssitulokset laitteen muistiin.
- MFD XY-koordinaatioston piirilevy. Ohjaa levykelkan koordinoitua ja toimintaa. MFD:n toiminta on erityisen tärkeää mittauksen onnistumisen kannalta. Pienetkin virheet levykelkan liikkeissä aiheuttavat huomattavan suuria mittavirheitä. Mittavirheet korostuvat kineettisten mittausten aikana, kun esimerkiksi käytössä on 384- kuoppalevy.
- MFM Dispenserin toimintoja ohjaava piirilevy. Ohjaa kaikkia dispenseriin liittyviä toimintoja. Tämä levy antaa esimerkiksi dispenserin liikeradan komennot.

2.2 Valomonistinputki

Kuoppalevynlukija käyttää spektrofotometrisissä mittauksissa valomonistinputkea (PMT, engl. photomultiplier tube). Valomonistinputki eli fotokatodi on yleensä puolijohteesta valmistettu.

Valomonistinputki on erittäin herkkä valon detektori. Kuten kuvasta 1 voidaan todeta, valomonistinputki koostuu syöttöikkunasta (faceplate), fotokatodista, dynodeista (elektronin moninkertaistaja) ja anodista. Putki itsessään on yleensä lasia ja sen sisällä on tyhjiö. (Hamamatsu. 1994).



Kuva 1. Valomonistinputken rakenne (Hamamatsu 2016).

Valomonistinputki toimii siten, että näytteestä emissioituva valo ohjataan syöttöikkunan läpi fotokatodille. Fotokatodissa olevat elektronit virittyvät jolloin katodi lähettää fotoelektronit eteenpäin elektronin moninkertaistajaan. Elektronin moninkertaistajassa elektronit osuvat dynodiin, josta irtautuu useita elektroneita täten vahvistaen signaalia. Tästä irtautuneet elektronit jatkavat matkaansa seuraavaan dynodiin, jossa sama reaktio toistuu. Lopulta elektronit kulkeutuvat anodille, jolloin ne pystytään mittaamaan (Hamamatsu 1994). Valomonistinputken toimintaperiaatteen ymmärtäminen oli tarpeellista vikatilanteiden toimintaohjetta suunniteltaessa.

2.3 Kuoppalevynlukijan mittateknologiat

Yrityksen valmistamalla kuoppalevynlukijalla voidaan pääsääntöisesti mitata foto- ja kemiluminesenssiin perustuvia mittauksia. Laitteella on myös mahdollista suorittaa spektrofotometriaan pohjautuvia mittauksia laitetyypistä riippuen. Laitteen mittaustavat ja niiden toimintaperiaatteet voidaan jaotella seuraavasti:

2.3.1 Fluoresenssin intensiteetti

Fluoresenssin intensiteettiä (FI, engl. fluorescence intensity) mitattaessa mitattava näyte viritetään ulkopuolisella valonlähteellä tietyllä aallonpituudella. Virityksen jälkeen näyte

säteilee (emissioi) pidemmällä aallonpituudella. Näytteen säteilemä (emissioima) valo mitataan PMT:llä, jonka jälkeen se muutetaan luettavaan muotoon.

2.3.2 Fluoresenssin polaarisaatio

Fluoresenssin polaarisaatiomittaus (FP, engl. fluorescence polarization) on pohjimmiltaan hyvin samankaltainen kuin fluoresenssin intensiteetin mittaus. FP:n mittauksessa näyte mitataan kahdesta eri polarisaation suunnasta. Näitä kutsutaan S-polarisaatioksi ja P-polarisaatioksi.

2.3.3 Aikaerotteinen fluoresenssi

Avain kuten FI:n mittauksessa, myös Aikaerotteisen fluoresenssin (TRF, engl. time-resolved fluorescence) mittauksessa näyte viritetään ulkoisella valonlähteellä ja halutulla aallonpituudella. Tällöin mitattava näyte emissioi valoa. TRF:n mittaus suoritetaan pienellä viiveellä, jolloin näytteestä luonnollisesti emissioituva valo (autofluorescence) ehtii hiipua, jolloin todellinen emissioitu valo voidaan mitata. TRF:n mittaus parantaa mittauksen herkkyyttä huomattavasti.

2.3.4 Luminesenssi

Fluoresenssi mittaukset ovat riippuvaisia näytteen ulkoisesta virittämisestä, kun taas luminesenssin (LUM, engl. luminescence) mittauksessa mitattavaa näytettä ei viritetä ulkoisella valonlähteellä, vaan näytteestä emissioituvan valon aallonpituudet tuotetaan joko kemiallisen tai biokemiallisen reaktion tuloksena. Tämä näytteen säteilevän valon aallonpituudet mitataan laitteella. Luminesenssit voidaan jaotella bioluminesoivaan ja kemiallisesti luminesoivaan. Kemiallisesti luminesoiva aine luminesoi valon aallonpituuksia kemiallisen reaktion ansiosta, kun taas bioluminesenssi tuottaa valon aallonpituuksia entsyymien katalyysaatioreaktion tuloksena. (Bonner & Hargreaves 2011, 54– 56). Bioluminesenssin tyypillisenä esimerkkinä voidaan pitää Luciferaasia, joka reagoi luonnollisesti ATP:n kanssa.

2.3.5 Absorbanssi

Absorbanssi (ABS, engl. absorbance) on näkyvän valon elektromagneettisen spektrin aallonpituuksien mittaamista. Absorbanssimittauksessa valon aallonpituuksien absorboitumista näytteeseen mitataan. Laitteen mallista riippuen voidaan siinä käyttää absorbanssia mitattaessa spektrofotometrillä absorbanssimittauksella, taikka optisia suotimia hyödyntävää absorbanssimittauksella. Spektrofotometrisessä absorbanssimittauksessa näytteen absorboima valon määrä mitataan. Mittaukset voidaan suorittaa spektrin välillä 230 nm ja 1000 nm. Optisia suotimia hyödyntävässä absorbanssimittauksessa voidaan suotimien avulla mitata haluttuja aallonpituuksia. Optisilla suotimilla voidaan suodattaa pois tiettyjä aallonpituuksia, joita mittauksessa ei haluta tarkkailla, tai niistä aiheutuu häiriösignaalia. Toisin kuten muut mittaukset, absorbanssimittauksissa ei käytetä valonmonistinputkea vaan fotodiodia.

2.4 Laitetuotannon testausprosessi

Jokainen tuotannon valmistama laite menee läpi testausprosessin. Prosessissa käydään läpi kaikki laitteen toiminnot, sekä tehdään viimeiset mekaaniset säädöt ja viritykset laitteelle. Näistä testeistä voidaan havaita, meneekö laite määritettyjen raja-arvojen mukaan ja tarvitseeko laitteelle tehdä vielä säätöjä tai osan vaihtoja. Tätä testausta voidaan myös kutsua laadunhallinnaksi (QC), jolla varmistetaan valmistettujen laitteiden toimivuus ja laatu. Testausprosessissa on samankaltaisia piirteitä validaatio- ja verifikaatiotestauksen kanssa, mutta laitetuotannon testausprosessia tehdään jatkuvasti, vaikka muutoksia laitteen rakenteeseen tai ohjelmistoon ei olisi tehty.

Laitetuotannon testausprosessin tarkoituksena on myös havaita mahdolliset kokoonpano- ja komponenttinvirheet. Tästä esimerkkinä alihankkijan toimittamat komponentit, joista havaittiin tuotantovirhe vasta testausprosessin aikana.

3 KÄYTÄNNÖN OSA

3.1 Perehtyminen ja suunnittelu

Opinnäytetyöni käytännön osuus aloitettiin perehtymällä kuoppalevynlukijaan, sekä tuotanto- ja testausprosessiin. Alkuvaiheessa laitteiston rakenteeseen, mekaanisiin osiin ja mittatekniikoihin tutustuttiin huolellisesti. Testausprosessin testivaiheet joissa mahdollisia virheitä voi ilmetä kartoitettiin. Kartoituksen jälkeen valmisteltiin dokumenttipohja vikatilanteiden toimintaohjeelle. Toimintaohjetta suunniteltaessa oli otettava huomioon testausprosessissa noudatettava testausprosessin toimintaohje. Testausprosessin toimintaohjeen ollessa hyvin yksityiskohtainen testivaiheiden etenemisestä oli tarpeellista suunnitella vikatilanteiden toimintaohje saman tyyliiseksi. Tämä tuo selkeyttä toimintaohjeen käyttöön ja helpottaa testausprosessin parissa työskentelevien henkilöiden toimia

Testausprosessin ollessa kattava, sovittiin opinnäytetyöni koskevan vain puolta testausprosessin testejä. Näin ollen työstettäviä testivaiheita jäi viisikymmentäkolme (53) kappaletta. Testausprosessin kartoituksessa voitiin todeta kahdenkymmenenyhdeksän (29) testivaiheen sisältävän sellaisia vaiheita, joissa vikatilanteita voi ilmetä. Kartoituksessa mahdolliset viat eroteltiin kahteen (2) eri ryhmään: ohjelmiston aiheuttamat ja mekaaniset viat. Suunnitelman alussa voitiin jo todeta ohjelmiston aiheuttamien vikojen olevan harvinaisempia. Tämä johtuu siitä, että kun ohjelmistossa havaitaan vika, korjataan se yleensä nopeasti. Tällöin vika, joka havaittiin yhdessä testivaiheessa, ei välttämättä enää koskaan toistu samoin. Kartoitettujen testivaiheiden pohjalta laadittiin toimintaohjeelle dokumenttipohja, joka toimi myös haastatteluiden pohjana.

3.2 Haastattelut

Opinnäyetyöni tärkein työvaihe oli henkilöstön haastattelut. Haastattelujen avulla pystyttiin kartoittamaan yleisimmät testausprosessin aikana tapahtuvat vikatilanteet ja niiden korjaukset. Vikatilanteen korjauksesta riippuen testiprosessia voidaan joutua uusimaan tiettyjen testien kohdalla, joten myös uusittavia testikohtia käytiin läpi.

Henkilöstön haastattelut toteutettiin testausprosessin parissa työskentelevien kahden (2) työntekijän kanssa. Haastattelut sisälsivät kahdenkymmenenyhdeksän (29) kartoitetun testivaiheen läpikäymisen työntekijän kanssa. Haastatteluissa kirjattiin talteen testausprosessin aikana ilmenevät yleisimmät vikatilanteet ja niiden vaiheet, sekä mahdolliset tavat, joilla tilanteet ovat korjattu. Myös harvemmin kohdattuja vikatilanteita kirjattiin ylös, jotta toimintaohjeesta saataisiin mahdollisimman kattava. Testausprosessin parissa työskentelevien henkilöstön haastattelujen jälkeen haastateltiin testiprosessin suunnittelijana toiminutta teknologiajohtajaa. Haastattelussa käytiin läpi jokainen testausprosessin testikohta ja aiempien haastatteluiden tulokset. Haastattelun päätarkoituksena oli käydä läpi mahdollisia korjausehdotuksia ja uusittavia testivaiheita. Myös kahta (2) elektroniikkasuunnittelijaa ja yhtä ohjelmistosuunnittelijaa haastateltiin yksittäisten haastavien vikatilanteiden korjauksien osalta. Näitä ongelmia olivat lähinnä sulautetun ohjelmiston komentosarjojen antamat tulosteet ja levypiirien kaapelointeihin koskevat ongelmat.

3.3 Toimintaohjeen laatiminen

Haastatteluista saatujen tietojen avulla voitiin aloittaa vikatilanteiden toimintaohjeen laatiminen. Toimintaohje kirjoitettiin suunniteltuun toimintaohjepohjaan. Toimintaohjeessa tuodaan selkeästi esille testausprosessin vaihe, mahdollinen vikatilanne ja sen vaatimat toimenpiteet tilanteen selvittämistä varten. Toimintaohje sisältää useita mahdollisia vikatilanteita kahdestakymmenestäyhdeksästä (29) testivaiheesta. Toimintaohje suunniteltiin niin, että siihen on helppo lisätä uusia havaittuja vikatilanteita, niiden aiheuttajia ja mahdollisia korjauksia. Toimintaohjeen rakenne koostuu juoksevasta testinumerosta, joka määräytyy testiprosessin testikohdan mukaan. Sitä seuraa vikatilanteen kuvailu. Kuvailun jälkeen mahdollinen vikatilanteen aiheuttaja ja korjausehdotus on lueteltu juoksevin numeroin (kuva 2).

41 Storagen emissioaperttuurin säätö

"Doadjfsimeas" -komento antaa "Fail" tuloksen:

1. Storagen sisäkiekon paikottuminen virheellinen. Tarkista storagen sisäkiekon kohdistus (paikoitus reiän paikoitus). Uusitaan T41.
2. Jos komento ei edelleenkään toimi vaihdetaan MFB. Uusitaan T2, 5 (MFB osio), 10 (MFB koskevat) 15, 16, 18 ja 41.
3. MFP vaihto ei auttanut = Alapuolella oleva LED kortti ei toimi = vaihdetaan. Uusitaan T41.

Kuva 2. Esimerkki vikatilanteen toimintaohjeesta.

3.4 Excel tarkastuslistan laatiminen

Toimintaohjeen lisäksi tarvittiin työkalu havainnollistamaan mahdollisimman nopeasti ja selkeästi uusittavat testit, jotka pitää uusita. Tarkastuslistan pohjana toimi jo olemassa oleva testausprosessin tarkastuslista. Olemassa olevan listan tarkoituksena on tuoda esille laitekohtaiset testausvaiheet ja piilottaa tarpeettomat testivaiheet. Koska uusia vikatilanteita saattaa ilmetä ja niitä on tarkoitus tuoda toimintaohjeeseen lisää, piti tarkastuslistan olla helposti muokattavissa. Tarkastuslistaan luotiin uusi sarake "Fail". Testivaiheen epäonnistuessa sarakkeeseen on tarkoitus merkata "x", jolloin tarkastuslista reagoi tähän. Testikohdan riville merkattaessa x "fail" -sarakkeeseen, lista korostaa uusittavat testit värikoodein. Tämä on esitetty kuvassa 3 (Liite 2. Kuva 5-7). Testivaiheiden korostus värillä auttaa selkeyttämään, mitkä testiprosessin vaiheet testaajan on uusittava.

Instrument adjustments and calibrations							
17	Phase #	Phase description	Status	Corrective action	Status	Initials	Fail
19	1	Installing the sticker with serial number					
20	2	Installing reader softwares for adjustment					
21	3	Checking the MicroSD card operation					
22	4	Checking the power switch operation					x
23	5	Setting the default parameters					

Kuva 3. Esimerkki tarkastuslistan toiminnasta.

3.5 Toimintaohjeen hyväksyttäminen ja luovutus

Vikatilanteiden toimintaohje esiteltiin testausprosessin henkilöstölle. Toimintaohjetta muokattiin henkilöstöltä saadun palautteen mukaan. Näiden korjausten jälkeen vikatilanteiden toimintaohje ja tarkastuslista luovutettiin teknologiajohtajalle sen läpikäymiseksi. Teknologiajohtajalta saadun palautteen jälkeen lisättiin toimintaohjeeseen ohjeistus tarkastuslistan käyttöön. Toimintaohje luovutettiin valmiina kokonaisuutena toimeksiantajalle.

4 LOPUKSI

Opinnäytetyössä laadittiin testausprosessin vikatilanteiden toimintaohje osaksi kuoppalevynlukijan valmistusprosessia. Vikatilanteiden toimintaohjeen laatimisessa onnistuttiin, vaikka toimintaohjeen laatiminen osoittautui haastavaksi käytännön osuutta toteutettaessa. Aikatauluongelmat aiheuttivat katkonaisuutta työskentelyssä, joka venytti suunniteltua aikataulua. Ongelmista huolimatta toimintaohje saatiin kuitenkin laadittua ilman liiallista aikataulun venymistä. Toimeksiantajalta saadut materiaalit ja perehdytys laitteen toimintaan auttoivat laitteen toiminnan ymmärtämisessä suuresti. Myös aiempi kokemus testausprosessin parissa työskentelystä auttoi toimintaohjeen laatimisessa. Toimintaohjeen suunnittelua ja sen laatimista helpotti testausprosessin toimintaohjeen toimiminen mallina vikatilanteiden toimintaohjeelle.

Vikatilanteiden toimintaohje tulee tarvitsemaan vielä täydennystä, jotta se kattaisi koko testausprosessin. Toimintaohjeen ollessa jo kirjoitettu sellaiseen muotoon, että siihen on mahdollisimman helppo tehdä lisäyksiä, ei tämän pitäisi tuottaa ongelmia tai viedä liikaa henkilöstön aikaa. Myös tarkastuslista on laadittu yksinkertaiseksi, jotta sitä on helppo muokata ja siihen voidaan lisätä vaivatta testivaiheita. Vaikka toimintaohje ei vielä kata koko testausprosessia tulee se jatkossa olemaan erinomainen työkalu testausprosessin parissa työskenteleville henkilöille. Toimintaohje nopeuttaa ja selkeyttää testausprosessin vikatilanteiden selvittämistä, sekä auttaa havainnollistamaan nopeasti, mitä testivaiheita tarvitsee uusia. Toimintaohje tulee myös tulevaisuudessa palvelemaan huoltotoimenpiteiden parissa työskentelevien henkilöiden työkaluna, jolla voidaan nopeasti selvittää yleisimmät viat.

Työskentelyni toimeksiannon käytännön osuuden aikana oli nopeaa ja tehokasta aikataulusta myöhästymisestä huolimatta. Oma työskentely opinnäytetyön parissa olisi voinut olla tehokkaampaa ajankäytön suunnittelun osalta. Opinnäytetyö olisi voinut sisältää enemmän taustatietoa laitteesta, sekä sen käyttämisestä mittatavoista. Varsinkin mittateknologioista olisi voinut tehdä vielä laajemman kokonaisuuden. Tätä ei kuitenkaan nähty tarpeelliseksi. Teoriaosuuden nähtiin kattavan riittävästi taustatietoa laitteen toiminnasta opinnäytetyön ymmärtämiseksi.

LÄHTEET

Hamamatsu Photonics K.K. 1994. Photomultiplier Tube. Principle to application. 1 painos. Japani: Hamamatsu photonics K.K.

Huber L. 2007. Validation and qualification in analytical laboratories. 2 painos. New York: Informa healthcare.

Bonner P, Hargreaves A. 2011. Basic Bioscience Laboratory Techniques. 3 painos. West Sussex: Wiley-Blackwell.

Kenkel J. 2003. Analytical chemistry for technicians. 3 painos. USA: CRC Press LLC.

Hemmilä I. 1986. Lanthanides as probes for time-resolved fluorometric immunoassay. Väitöskirja. Turku: Turun yliopisto, Wallac Biochemical Laboratory.

Hamamatsu Photonics K.K. 2016. Photomultiplier tubes and related products. Japani: Hamamatsu photonics K.K. PDF-tiedosto. https://www.hamamatsu.com/resources/pdf/etd/PMT_TPMZ0002E.pdf. Viitattu 26.5.2018.

Hamamatsu Photonics K.K. 2017. Photomultiplier tubes and assemblies for scintillation counting & high energy physics. Japani: Hamamatsu Photonics K.K. PDF-tiedosto. https://www.hamamatsu.com/resources/pdf/etd/High_energy_PMT_TPMZ0003E.pdf. Viitattu 26.05.2018.

Kazuaki Kahehi, Yasuo Oda. 2011. Fluorescence Polarization: Analysis of Carbohydrate Protein interaction. Analytical Biochemistry. Vol. 297, Issue 2, pp. 111-116.

Bøtter-Jensen L. 1997. Luminescence techniques: instrumentation and methods. Radiation Measurements. Vol 27, Issue 5-6, pp. 749-768.