

Opinnäytetyö AMK

Prosessi- ja materiaalitekniikka

2021

Jouni Kaukola

# PÄIVÄKIRJAOPINNÄYTETYÖ: KOKOONPANOTYÖNTEKIJÄN TOIMENKUVA

OPINNÄYTETYÖ AMK | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Prosessi- ja materiaalitekniikka

24.04.2021 | 27 sivua

Jouni Kaukola

# PÄIVÄKIRJAOPINNÄYTETYÖ: KOKOONPANO TYÖNTEKIJÄN TOIMENKUVA

Opinnäytetyö suoritettiin päiväkirjamuotoisena ja koostuu työn lähtötilanteen kuvaamisesta, suoritettavien työtehtävien kuvauksesta sekä viikoittaisista työpäiväkirjamerkinnöistä. Viikkoraporteissa käsitellään kuluneen viikon aikana suoritettuja työtehtäviä sekä ilmeneviä poikkeamia ja ongelmia. Viikkoraportteja on listattu 3 kuukauden ajanjaksona.

Työ tehtiin Wallac Oy:ssä, joka on Turussa toimiva terveysteknologian yritys. Työtehtävät sisältävät analyysilaitteiston kokoonpanoa ja toiminnantarkastusta.

Opinnäytetyön pohdintaosuudessa käsiteltiin viikkoraporttien pohjalta ilmenneitä ongelmia ja pyritään löytämään niihin kehitysehdotuksia ja ratkaisuja. Pohdinnassa käytiin läpi myös opiskelijan kehittymistä työntekijänä opinnäytetyön alku- ja lopputilannetta vertaillen.

ASIASANAT:

Tuotannon kehitys, Terveysteknologia, Kokoonpano

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Chemical engineering

2021 | 27 pages

Jouni Kaukola

## THESIS REPORT JOURNAL: ASSEMBLY WORKER'S JOB SPECIFICATION

This thesis was written in the form of a journal. The thesis consists of a starting point description, an explanation of the day-to-day tasks, and weekly work reports. The weekly reports contain information about the past week's tasks as well as details about the possible problems and deviations that the author came across. Weekly reports were written over the course of three months.

The author works at Wallac Oy, which is a health technology company located in Turku. The job consists of assembly and operational checks of analytical apparatus.

In the discussion section of the thesis, the encountered problems from the weekly reports are covered, as well as attempts to find solutions and development ideas for them. The discussion section also covers the author's development as an employee when comparing the starting point and the end of the report journal.

### KEYWORDS:

Production development, Health technology, Manual assembly

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET</b>	<b>5</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 LÄHTÖTILANNEANALYYSI</b>	<b>2</b>
<b>3 PÄIVÄKIRJARAPORTOINTI</b>	<b>4</b>
Viikko 38	4
Viikko 39	5
Viikko 40	7
Viikko 41	8
Viikko 42	9
Viikko 43	10
Viikko 44	11
Viikko 45	12
Viikko 46	13
Viikko 47	14
Viikko 48	15
Viikko 49	16
Viikko 50	17
<b>4 POHDINTA</b>	<b>18</b>
<b>5 YHTEENVETO</b>	<b>21</b>
<b>6 LÄHDELUETTELO</b>	<b>22</b>

## KUVAT

Kuva 1 AD-mittalaite .....	3
Kuva 2 GSP-mittalaite .....	3

## KÄYTETYT LYHENTEET

GSP	Genetic Screening Processor. Wallacin valmistama automatisoitu kuoppalevymittalaite, jolla voidaan suorittaa sekä kvantitatiivisia, että kvalitatiivisia seulonta-analyysejä. (Perkin-Elmer Inc., 2020)
AutoDELFIA/AD	Kuoppalevymittalaite, jolla voidaan suorittaa immunologisia vasta-aine analyysejä. (Perkin-Elmer Inc., 2020)
QA	Quality Assurance. Laadunvarmistustapa, jolla pyritään minimoimaan tuotteen valmistuksessa sattuneet valmistusvirheet ja varmistetaan näin laitteiden valmistusstandardein paikkansapitävyys.
Aliyksikkö	Yksikön osa, joista varsinainen yksikkö voidaan koota.
Yksikkö	Monet laitteet koostuvat useammasta yksiköstä, joita voidaan tarpeen vaatiessa valmistaa varastoon odottamaan loppukoonpanoa
Instrumenttihuone	Työskentely tila, jossa suurin osa Wallacin valmistamista laitteista kokoonpannaan.

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni suoritusajankavali oli 14.9–14.12.2020. Opinnäytetyö toteutettiin päiväkirjamuotoisena, jossa raportoin päivittäisiä työtehtäviäni ajanjakson aikana viikoittain ja analysoin samalla omaa kehittymistäni työntekijänä.

Työtehtäväni liittyivät analytiikkalaitteiston kokoonpanoon, kalibrointiin ja toiminnantarkistukseen. Valmistin AutoDELFIA (AD) sekä Genetic Screening Processor (GSP) laitteiden mittaussyksiköitä ja tarkistin niiden toimivuuden. Valmistettavat laitteet koostuivat erilaisista aliyksiköistä, joita valmistettiin säännöllisesti varastoon odottamaan varsinaisen laitteen kokoonpanoa. Mittalaitteiden aliyksiköistä kasattiin varsinainen mittalaite, jolle suoritettiin kokoonpanon jälkeen toiminnantarkistus. Sekä GSP että AD-mittapäille oli olemassa kaksi työpistettä toiminnantarkastusta varten. Valmiita laitteita kokoonpantiin tästä syystä yleensä kaksi kappaletta kerrallaan, jonka jälkeen molemmille aloitettiin samanaikaisesti toiminnantarkastus. Laitteiden läpivienti toiminnantarkastuksen suhteen kesti yleensä noin kolme työpäivää, jonka jälkeen valmiit mittalaitteet voitiin siirtää GSP/AD laitteen loppukokoonpanoon. Valmistettavat mittaussyksiköt olivat yksi osa varsinaista GSP- tai AD-laitetta, joten mittayksiköiden tarve määräytyi laitetilausten mukaan. Työpisteeltäni löytyi toiminnantarkastuslaitteiston lisäksi kaikki kokoonpanoon tarvittavat työkalut ja pienosat, kuten ruuvit, mutterit ja aluslaatat. Työskentelin työpisteelläni yhdessä perehdyttävän kollegani kanssa. Työtehtävät edellyttävät tarkkuutta sekä hyvää ymmärrystä laitteen toiminnasta mahdollisten vikalähteiden toteamiseksi.

Työnantajani oli Turussa toimiva Wallac Oy. Vuonna 1950 perustettu Wallac on eri fuusioiden ja yrityskauppojen tuloksena nykyään osa kansainvälistä Perkin-Elmer konsernia, joka on yksi maailman johtavia terveysteknologian yrityksiä. Perkin-Elmer on yhdysvaltalaisomisteinen yritys, joka toimii yli 150 maassa. Wallac Oy valmistaa pääasiallisesti laitteita, reagensseja sekä ohjelmistoja sairauksien seulontaa varten. Yksi yrityksen suurimmista painopisteistä on vastasyntyneiden lasten sairauksien seulonta. Wallac työllistää Turussa yli 500 henkeä ja on yksi Turun alueen suurimmista työnantajista.

## 2 LÄHTÖTILANNEANALYYSI

Työnkuvaani kuului kahden eri analyysilaitteen mittaussyksikön kokoonpano ja käyttötestaus. Tämän lisäksi valmistin myös viikoittain osia GSP ja AD-laitteiden kuoppalevytestureihin. Olen myös satunnaisesti auttanut varastohenkilökuntaa kokoonpano-osien keräilyssä.

Kokoonpanossa seurasin ennalta valmistettuja työohjeita, jotka kertoivat miten laite kuuluu valmistaa. Varastohenkilökunta muodosti tarvittavasta yksiköstä tai aliyksiköstä työtilauksen ja toimitti tarvittavat komponenttiosat työpisteelleni. Työpisteeltäni löysin tarvittavat työkalut ja pienosat kuten ruuvit ja mutterit. Mittalaitteesta riippuen toimitin valmistetut aliyksiköt QA-tarkastukseen tai kokosin aliyksiköistä valmiin mittalaitteen, jolle suoritin toiminnantarkastuksen.

Käyttötestaus koostui laitteen mekaanisen suorituskyvyn ja mittausominaisuuksien testaamisesta. Aluksi laitteen liikkuvat osat testattiin, jonka jälkeen mittausominaisuudet säädettiin erilaisilla kalibrointityökaluilla ja -liuoksilla. Säättöjen jälkeen laitteella suoritettiin erilaisia testimittauksia, joiden avulla varmistettiin mm. laitteen mittausherkkyyden ja -toistettavuuden. Kun testit oli suoritettu hyväksytysti, laatuhenkilökunta tarkisti mittaustulosten oikeellisuuden ja hyväksyi laitteen siirron tuotannossa eteenpäin. Työskentelin sekä kokoonpanossa että laitetestauksessa yhdessä perehdyttävän kollegani kanssa.

Olen myös keräillyt varastossa omien mittaussyksikköjeni osia itselleni työstettäväksi. Varastohenkilökunta tulosti varastohallintaohjelmasta keräilylistan, jossa osien lukumäärät ja hyllypaikat oli ilmoitettu. Kerättäville yksiköille oli tehty omat keräilylaatikot, jossa jokaiselle osalle oli varattu oma lokero. Kerätyt osat vähennettiin varastosaldoilta keräilyyn päätteeksi.

Kokoonpanossa työn sisältö on kappaleiden käsittelemistä, siirtämistä paikasta toiseen, varastointia, liittämistä, sovittamista sekä tarkastamista. Koska valmistusprosessin kehittämisen eräinä tavoitteina on saada valmistukseen käytettävä aika mahdollisimman lyhyeksi ja tuote syntyään mahdollisimman pienellä työpanoksella, joudutaan sekä työn kulkua että sen sisältöä tutkimaan ja kehittämään. (Malmberg Kari, 1987)

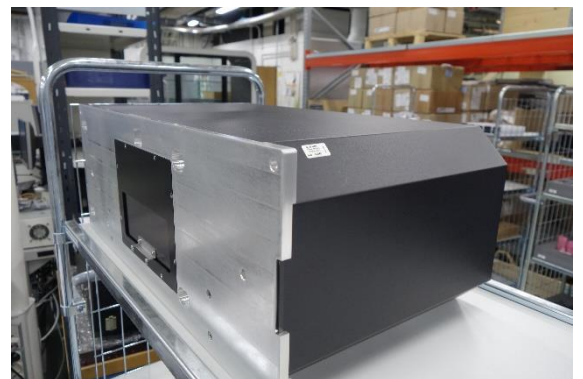
Kokoonpanovaihe vaatii työntekijältä hyvää keskittymiskykyä, hahmotuskykyä ja tarkkaa kättä. Mittalaitteet sisälsivät paljon liikkuvia osia, jonka takia osien tarkka aseointi on ensiarvoisen tärkeää. Pienetkin virheet osien asennuksessa voivat aiheuttaa kulumaa,

joka saattaa johtaa suuriin mittausvirheisiin, laitteen käyttöön laskuun ja jopa laitteen pysyvään vioittumiseen. Käyttöttestaus vaatii puolestaan pitkämielisyyttä ja ongelmanratkaisukykyä. Laitteen mittausparametrejä oli säädettävä moneen kertaan testauksen aikana, jotta laitteen mittautulokset olisivat mahdollisimman tarkkoja ja yhdenmukaisia. Hyvästä muistista oli hyötyä varastokeräilyssä, koska se nopeutti keräilyä huomattavasti. Myös tarkkaavaisuutta oli noudatettava, sillä osien tunnistenumerot voivat mennä helposti sekaisin. Tässä suhteessa kokoonpanotyö helpotti varastokeräilyä jonkin verran, sillä tarvittavat osat on helpompi muistaa kokoonpanovaiheen yhteydestä.

Olin työskennellyt yrityksessä ennen opinnäytetyöni alkua noin neljän kuukauden ajan. Tässä ajassa sain kattavan perehdytyksen työtehtäviini ja sisäistin työn perusvaatimukset hyvin. Suurimpana kehityskohteena koin omalla kohdallani työtehtävien aikataulutuksen ja työtehtävien priorisoinnin hahmottamisen. Kokoonpanon ohella pidin huolta siitä, että tarvittavia alayksiköitä oli käytössä koko ajan riittävästi. Monet laitteet koostuivat useasta erikseen valmistettavasta osasta, joita voitiin valmistaa varastoon tarvittavia määriä. Valmistetuista laitteen osista eli alayksiköistä kasattiin varsinainen laite, joka siirtyi toiminnantarkastukseen. Varaston riittävyyden takaaminen vaati hyviä ajanhallinta- ja organisointikykyjä. Myös joustavuutta vaadittiin, sillä varaston varaosatarjonta ei aina pystynyt vastaamaan tuotanto määriin. Näissä tilanteissa tuotannon painopistettä pyrittiin siirtämään muihin alayksiköihin.



Kuva 1 AD-mittalaite



Kuva 2 GSP-mittalaite



### 3 PÄIVÄKIRJARAPORTOINTI

Alla olevissa viikkoraporteissa käsitellään viikoittain käytyjä työtehtäviä, vastaan tulleita ongelmatilanteita, sekä tarkempaa selvitystä työpaikan sidosryhmistä.

#### Viikko 38

Olin edeltävällä viikolla aloittanut ensimmäistä kertaa AD-mittapään kokoonpanon. Viikon agendana on koota mittapäätt loppuun, suorittaa toiminnantarkastus ja toimittaa valmiit laitteet loppukokoonpanoon. Maanantaina aloitettiin valmiiden mittapäiden toiminnantarkistus. Neljästä AD-mittapäästä saatiin valmistettua aluksi vain kolme, sillä yksi osa oli päässyt loppumaan varastosta. Töitä hidasti myös jännitemittarin kalibroinnin venyminen. Kaikki tuotannossa käytettävät yleismittarit on kalibroitava säännöllisesti, jotta saadut mittaustulokset pysyvät vaadittavissa rajoissa. Koska kalibroinnit suoritetaan tasisin väliajoin, suuri määrä laitteita on kalibroitava kerralla. Tämä puolestaan saattaa ruuhkauttaa kalibroinnista vastaavien työntekijöiden työmäärää. Jännitemittarin kalibrointia odotettiin keskiviikkoon asti, jonka jälkeen kaksi ensimmäistä mittapäättä saatiin valmiiksi. Sekä AD- että GSP-mittapäille on varattu kaksi testaus-PC:tä, joten yhtäaikaista voidaan testata kaksi laitetta rinnakkain. Puutuvan varaosan saavuttua torstaina, saatiin viimeinen mittalaite kasattua ja kahden viimeisen laitteen käyttöttestaus aloitettiin perjantaina.

AD-mittapään kokoonpanossa oli paljon laitteelle uniikkeja työvaiheita, mutta myös yhteneväisyyksiä löytyi AD:n ja GSP:n välillä. GSP-laite on kooltaan isompi ja sisältää enemmän liikkuvia osia, kun taas AD-laite on pienempi ja mekaanisesti yksinkertaisempi. Liikkuvien osien puute tarkoitti myös sitä, että osien fyysinen asemointi oli ensiarvoisen tärkeää, sillä ne voivat vaikuttaa käyttöttestaukseen huomattavasti. Pienen kokonsa takia AD-laitteen kokoonpano vaati paikoin enemmän sorminäppäryyttä. Monet laitteeseen asennettavat pienet linssit vaativat erityistä varovaisuutta, sillä ne naarmuuntuvat helposti ja voivat aiheuttaa poikkeamia testimittauksissa. Ongelmia aiheutti paikoin myös tiettyjen osien löytäminen. Varastosta noudettavat osat on jaettu kahteen osaan. Bulkki osat kuten ruuvit, mutterit ja aluslaatat, joita tilataan suuria määriä kerralla, koska niitä kulutetaan lähes kaikilla tuotanto pisteillä. Toinen puolisko koostuu laitekohtaisista osista, kuten piirilevyistä, moottoreista ja linseistä. Kaikkien osien kohdalla ei aina ole

selvää kumpaan varastoon ne kuuluvat, joten osia on välillä etsittävä varastohenkilökunnan avustuksella.

AD-mittapään testausohjelmisto poikkesi huomattavasti GSP-mittapään testausohjelmasta, joten opettelemista oli paljon. Manuaalista parametrien säätöä oli paljon ja testaustulokset sisälsivät enemmän graafista dataa verrattuna GSP-mittapähän. AD-mittapää sisälsi myös erilaisia optisia suodattimia verrattuna GSP:hen, joka vaikutti laitteen mittausherkkyyden säätöön. Vaikeinta laitteen säädössä oli laitteen toistettavuuden säätö. Jokaisen laitteella suoritettavan mittauksen on oltava tietyn virhemarginaalin sisällä, jotta mittaustulokset olisivat luotettavia. Toistettavuuteen vaikuttavat monet laiteparametrit, minkä takia parametreja voidaan joutua säätämään lukuisia kertoja onnistuneen testituloksen saavuttamiseksi.

Koska opettelin vasta uuden mittapään testausta, perehdyttäjäni auttoi minua monessa työvaiheessa. Käyttötestaukselle on myös laadittu erillinen työohje, jota seurasin perehdytyksen ohessa. Työtunteja kului myös perehdytyksen takia normaalia enemmän. Kokoonpanon rutinoituessa saan valmistettua mittapäitä varmasti enemmän.

Uuden mittalaitteen testauksessa ilmeni paljon uusia asioita, joita ei GSP-mittapään kanssa tullut vastaan. Koska GSP-laitteen testausohjelma on huomattavasti automatisoidumpi, ei säädettävien parametrien keskinäinen vaikutus tullut selkeästi esille. AD-mittapäässä lähes jokainen mittauss parametri säädettiin manuaalisesti ja kalibroinnin aikana mekaanista säätöä jouduttiin suorittamaan paljon enemmän. Lukuisat parametrisäädöt myös helpottivat työskentelyä, sillä yhden säädön vaikutus näkyi mittaustuloksissa välittömästi. Mittaustulosten pohjalta oli näin ollen helppo tulkita, oliko esim. jännitettä nostettava vai laskettava oikean tuloksen saamiseksi. Koska parametreja säädettiin manuaalisesti, oli laitteen elektronisille komponenteille ohjattavaa jännitettä myös monitoroitava monen työvaiheen kohdalla. Liian korkeat jännitteet voivat kuormittaa laitetta tarpeettomasti ja laskea laitteen käyttöikä.

### Viikko 39

Viikon alussa varastosta oli tilattu uudet osat AD-mittapäiden valmistusta varten. Auto-DELFIA laitteille oli tullut kookas tilaus, joten mittapäitä tarvittiin tilauksen täyttämiseksi. Uudet osat toimitettiin maanantaina, mutta kävi ilmi että mittapään kuoppalevytelineet olivat päässeet loppumaan varastosta. Osat riittivät kuitenkin kolmen mittalaitteen

valmistukseen ja puuttuva osa saataisiin loppuviikosta. Kokoonpano aloitettiin maanantaina ja kolme mittalaitetta oli valmiina käyttöttestaukseen torstaina. Puutuvan osan toimituksessa ilmeni ongelmia ja osa saataisiin toimitettua vasta seuraavalla viikolla. Perehdyttävä kollegani oli perjantaina työajan lyhennysvapaalla, joten aloitin kahdelle valmistuneelle mittapäälle toiminnantarkastuksen itsenäisesti. Varaston tavaran riittävyys ovat täysin riippuvaisia tilausten saapumisvarmuudesta. Vallitseva koronapandemia on aiheuttanut viivästyksiä tavarantoimitusketjussa viime aikoina. Toimituspäivämäärät ovat venyneet välillä viikkojenkin ajan. Tilanne on erittäin hankala, sillä vastaavien osien tilaaminen toiselta toimittajalta voi myös kestää, sillä osilla on yleensä hyvin tarkat mitat ja vaatimukset. Uudella tavarantoimittajalla voi olla vaikeuksia saada omat tuotantolaitteensa vastaamaan tarvittavia vaatimuksia ja mittoja.

Perjantaina törmäsin ongelmaan toistettavuustestauksen kanssa. Testaus suoritetaan kahdella erilaisella kuoppalevyllä. Molempien levyjen mittausrvojen keskipoikkeaman on oltava riittävän matala testin hyväksymiseksi. Molempien laitteiden kohdalla keskipoikkeama kohosi yli sallittujen ohjerajojen. Koska mittauksessa käytettävät testausliuokset pipetoidaan kuoppalevylle käsin, suuri poikkeama mittaustuloksissa saattaa johtua pipetoinnin epätarkkuudesta. Kyseisessä tilanteessa liuosten uudelleenpipetointi ei kuitenkaan korjannut ongelmaa. Mittausparametrien säädöllä ei myöskään ollut vaikutusta ongelmaan. On siis hyvin todennäköistä, että ongelma johtuu laitteen mekaanisista säädöistä.

Toistettavuusongelma antoi paljon pohdittavaa viikon päätteeksi. Vaikka olin käynyt kaikki mieleeni tulleet korjaustoimenpiteet läpi, ongelma ei poistunut. Vialliset osat olivat aiemmin aiheuttaneet samantapaisia ongelmia GSP-mittapään kanssa, joten mahdollisuus oli olemassa myös AD-mittapään kohdalla. Halusin kuitenkin asiasta vielä valistuneemman mielipiteen, joten jätin laitteen odottamaan ensi viikkoa ja perehdyttäjäni mielipidettä ongelman korjaamiseksi. Aiemmat testit eivät myöskään viitanneet vialliseen osaan, joten laitteen purkamiselle ei tässä vaiheessa ollut vielä syytä. Mittauksessa käytettävät testausliuokset olivat myös käyttökelpoisia ja käyttölämpötila oli optimaalinen.

## Viikko 40

Viikko alkoi edeltävän viikon perjantaina ilmenneen toistettavuusongelman ratkaisemisella. Mittapäälle suoritettiin uudelleen mekaaniset säädöt ja toistettavuusmittaus suoritettiin uudestaan. Mittaus läpäisi vaaditut ohjerajat ja kaksi laitetta saatiin valmistettua loppuun päivän päätteeksi. Tiistaina siirryin keräilemään osia GSP-mittapäätä varten. Edellisellä viikolla ilmenneen kuoppalevytelineen puutteen jatkuessa, AD-mittapäitä ei voitu valmistaa enempää. GSP-mittapään osia valmistettiin torstaihin asti, jolloin kaivatut AD-varaosat saapuivat viimein. Viimeisen AD-mittapään kokoonpano saatiin vietyä loppuun, ja perjantaina viimeiset kaksi mittapäätä olivat lähes valmiita.

Alkuviikon toistettavuusongelman ratkaisu osoitti, että AD-mittapään virityksessä on vielä paljon opeteltavaa. Mekaanisessa säätövaiheessa on tarkistettava, että laitteen valaisuyksiköstä lähtevä valotie on esteetön ja mahdollisimman keskelle säädetty. Mikäli valo ei kulje laitteen linssien, suodattimien ja tutkittavan näytteen läpi oikein, aiheuttaa se määritysongelmia ja poikkeamia testituloksissa. Säteen fokuointi on aikaa vievä työvaihe, mutta sen optimoiminen säästää aikaa ja vaivaa testimittauksissa.

Viikon aikana ilmeni ongelmia myös GSP-mittapään kokoonpanossa. Laitteen säädössä käytettävä taajuusmittarin osa oli päässyt hukkumaan. Kyseistä mittaria käyttävät monet eri työntekijät ja kadonnut osa on hyvin pieni. Kyseinen osa on kadonnut tuotannossa aiemminkin, joten korvaava osa saatiin onneksi nopeasti. Osan häviäminen on kuitenkin valitettavan yleinen sattumus, joten mittarin osista huolehtimiseen olisi kiinnitettävä vastaisuudessa tarkempaa huomiota. Yhtenä vaihtoehtona olisi myös tehdä osasta henkilökohtainen työväline jokaiselle käyttäjälle. Tähän asti kyseinen osa on kulkenut mittarin mukana paikasta toiseen. Osa ei kuitenkaan ole välttämätön laitteen mittarin toiminnalle, vaan osan tarkoitus on helpottaa mittarin käyttöä. Näin ollen osia voisi valmistaa jokaiselle käyttäjälle henkilökohtaiseksi työvälineeksi ja näin ollen jokainen olisi vastuussa omasta työvälineestään.

Vaikka edeltävällä viikolla puuttunut varaosa saapuikin viimein, ei toimitus ollut täysin ongelmaton. Varaosia saapui kiireellisenä toimituksena vain viisi kappaletta ja niistä yksi oli viallinen. Osat on päällystetty mustalla hapettumisenestopinnoitteella, joka puuttui yhdestä osasta.

## Viikko 41

Maanantaiaamupäivällä viimeiset AD-mittapäät saatiin valmistettua ja uusien yksiköiden osien keräily aloitettiin myöhemmin iltapäivällä. Mittapäitä päätettiin valmistaa suurempi kuuden kappaleen määrä, joten tarvittavien osien keräily vei tavallista kauemmin. Tiis-taiaamupäivän loppuksi tarvittavat osat oli saatu kerättyä ja kokoonpanovaihe aloitettiin. Kokoonpanoa jatkettiin loppuviikon ajan. Keskiyökokouksessa kokoonnuimme esimieheni ja opinnäytetyöohjaajieni kanssa videopalaveriin, jossa keskustelimme opinnäytetyön käy-tännön toteutuksen yksityiskohdista, sekä tärkeistä ajankohdista kuten väliseminaarin pidosta.

Vaikka valmistin vasta kolmatta kertaa kyseistä AD-mittapäitä, kokoonpano sujui mut-kattomasti. Käyttötöissä esiin tulleet ongelmat antoivat hyviä vinkkejä sii-hen, missä kokoonpanovaiheissa on syytä kiinnittää erityistä huomioita osien tarkem-paan asemointiin ja puhtauteen. Epäpuhtaudet aiheuttavat usein häiriötä mittaustulok-sissa muodostaen taustasäteilyn nousua. Taustan noustessa näyttöjen mitta-arvot nousevat ja antavat näin virheellisiä mittaustuloksia. Taustan minimoimiseksi kaikki lait-teeseen asennettavat linssit ja muut valoherkät osat pyritään suojaamaan likaantumi-selta mahdollisimman hyvin. Käytettävät linssit pyritään asentamaan vasta kokoonpanon loppuvaiheessa, jolloin linssit altistuvat lialle mahdollisimman vähän. Linssijä käsitel-lessä käytetään hanskoja ja käsittelyaika pyritään minimoimaan. Valmiit yksiköt paka-taan myös suojauspusseihin ennen loppukokoonpanoa.

Kokemuksen karttumisesta huolimatta kokoonpanossa ilmeni jonkin verran ongelmia. Osa laitteeseen lisätyistä linssistä oli naarmuuntunut huomattavasti. Naarmuuntuneet linssit hylättiin ja uusia haettiin varastosta. Varastossa kävi ilmi, että osa linssistä oli jo saapumisvaiheessa naarmuuntunut. Linssit on valmistettu akryylistä, joten ne ovat lasia pehmeämpää materiaalia. Tämän takia linssit oli pakattu muovipusseihin, kun vastaavat lasiset linssit on pakattu paperisen pehmusteen sisään. Tulevaisuudessa saapuvien lins-sien pakkausmateriaalia voisi tulevaisuudessa muuttaa ja vertailla, kuinka suuri vaikutus sillä on linssien laatuun.

Myös puute kuoppalevytelineistä jatkui tällä viikolla. Puute vaikuttaa kokoonpanoon vasta tulevalla viikolla, mutta toimitusvaikeudet eivät näytä hellittävän. Muita mittapään

valmistukseen käytettäviä osia löytyy onneksi varastosta reilusti, joten mittapään valmistukselle ei ole muita esteitä.

## Viikko 42

Edeltävällä viikolla aloitettu kuuden AD-mittapään kokoonpano jatkui maanantaina. Jo pidemmän aikaa jatkunut kuoppalevykelkan puute jatkui edelleen. Tiistaiamulla kyseisen tavarantoimittajan tilaus saapui, mutta kaivattuja kelkkoja ei ollut toimitettu. Ilmoitin asiasta esimiehelleni, joka selvitti asiaa eteenpäin. Osien toimitus luvattiin viimeistään tulevan viikon maanantaiksi. Mittapäiden kokoonpanoa jatkettiin tiistaiamupäivän ajan ja ensimmäisille kahdelle laiteelle aloitettiin toiminnantarkastus samana iltapäivänä. Valmistin tiistaina myös yhden varaosaksi toimitettavan AD-mittapään yksikön. Varaosan mukana toimitettiin myös uusia mittapään johtoja, joille suoritin toiminnantarkastuksen. AD-mittapäiden testauksessa laite yhdistetään johdoilla piirikorttiin, joka ohjaa laitteen toimintaa ja tallentaa sille ohjelmoidut parametrit. Piirikortit puolestaan kiinnitetään testauslaitteeseen, joka toimii mittapään virtalähteenä ja välittää testausohjelmiston komennot PC:ltä piirikortille ja sitä kautta itse mittapähän.

Keskiviikkona toiminnantarkastusta jatkettiin kahdelle ensimmäiselle AD-mittapäälle. Toisen laitteen kohdalla ilmeni ongelmia valotien fokuoinnissa. Laitteen fokuointi testataan kuoppalevyllä, johon on pipetoitu testausliuosta. Kalibroituvaiheessa laite antaa kuvaajan siitä, miten valo kulkee kuoppalevyn kaivon lävitse. Kuvaaja on säteen fokuoinnin avulla saatava mahdollisimman teräväksi mittaustarkkuuden optimoimiseksi. Laitteen antamaa kuvaajaa ei kuitenkaan saatu toivotun mukaiseksi lukuisista säädöistä huolimatta. Optimaalisessa tilanteessa kuvaajan tulisi olla symmetrinen, alaspäin aukeava paraabeli. Ongelma tilanteessa paraabeliin vasemmalle puolelle muodostui kuoppa, eikä kuvaajaa saatu symmetriseksi. Kuvaajan symmetrisyys on tärkeää, sillä sen avulla varmistetaan kuoppalevyn läpi kulkevan valon oikea kohdistus. Vikaa lähdettiin korjaamaan puhdistamalla laitteen linssit huolellisesti ja suorittamalla fokuointi uudestaan. Vian jatkuessa valaisinyksikön lamppu ja mittaussyksikön linssi päätettiin vaihtaa. Ongelman edelleen jatkuessa ruvettiin vikaa epäilemään valaisinyksikön piirilevyssä. Koko valaisinyksikkö vaihdettiin, mutta ongelma ilmeni tästä huolimatta.

Torstaina ongelmaa ruvettiin ratkaisemaan vianmääritys mittapään avulla. Sekä AD- että GSP-mittapäille on olemassa hyväksytysti kalibroitu testimittapää, jota voidaan käyttää vianmääritykseen. Testimittapään valaisinyksikkö irrotettiin ja asennettiin vialliseen mittapäähän. Fokusoinnin jälkeen suoritettu testaus tuotti toivotun näköisen kuvaajan, joten vika näytti johtuvan valaisinyksiköistä. Kun aiemmin vialliseksi epäilty valaisinyksikkö asennettiin takaisin, vika kuitenkin katosi. Vialle ei saatu varmaa selitystä vielä tässä vaiheessa, mutta todennäköisin syy oli johtojen puutteellinen kiinnitys.

### Viikko 43

Viimeinen kolmesta AD-mittapäästä valmistui maanantai aamupäivän aikana. Pidempään jatkunut varaosapuute ei ollut vielä selvinnyt, joten loppuviikon työpanos painottui GSP-mittapään yksikkövalmistukseen. Maanantaina aloitin GSP:n XY-radon valmistuksen, joka on GSP-mittapään suuritöisin osa. XY-rata on mittalaitteen kuoppalevyä liikuttava osa, jonka avulla laite siirtää kuoppalevyn kuoppia mittausta suorittavan valonsäteen alle. Yksikkö on suurikokoinen, jonka takia yksikköjä ei voida valmistaa suuria määriä kerralla varastointiongelmien takia. Yksikön kokoonpanossa on myös monta aikaa vievää työvaihetta, minkä takia neljän kappaleen kokoonpano kestää yhden henkilön työstämänä yleensä kolme työpäivää. Keskiviikkona XY-ratojen oli määrä valmistua aamupäivän aikana, mutta ongelmia ilmeni rataa kiinnitetyn kuoppalevykelkan kanssa. Kelkat on pinnoitettu suojakerroksella, joka suojaa osaa kulumiselta. Pinnoituksessa oli kuitenkin huomattavan suuri naarmu, johon kohdistuva fyysinen hankaus voi aiheuttaa pinnoitteen hilseilyä ja saattaa näin vahingoittaa laitteen muita liikkuvia osia. Varastossa olevat varaosat tarkistettiin ja useista osista löytyi vastaavanlaisia vaurioita. Virheellisistä osista tehtiin reklamaatio tavarantoimittajalle. Käyttökelpoisia osia löytyi kuitenkin varastosta, ja yksiköt saatiin valmistettua.

Torstaina saatiin päivitys AD-mittapään puuttuvista varaosista. Uuden tiedon mukaan osat oli nyt lähetetty rahtina eteenpäin tavarantoimittajalta Puolasta, joten osien olisi määrä saapua perille tulevan viikon aikana. Osaa odotellessa GSP-mittapään yksikkövalmistusta jatkettiin. Torstaina alkoi valaisinyksikön valmistus. Valaisinyksikkö on pienempi osa, jonka valmistus on nopeampaa verrattuna XY-rataan. Kahdeksan kappaleen kokoonpano vei kahden työpäivän ajan. Kokoonpanossa ilmeni kuitenkin ongelmia, kun huomattiin kahden osan olevan jälleen viallisia. Molemmissa osissa oli poikettu osien

piirustuksista ja työstetyt ruuvinreiät eivät olleet oikeissa kohdissa. Osia ei tästä syystä voitu kiinnittää suunnitelluille paikoille. Ongelma havaittiin molempien osien kohdalla perjantaina ja reklamointitoimenpiteet jätettiin tulevalle viikolle. Varastosta löytyi tässäkin tilanteessa onneksi käyttökelpoisia varaosia, joten yksiköt saatiin valmistettua loppuun asti. Perjantaina valmistelin tulevan viikon töitä keräämällä osia GSP-mittapään optiikkarunkoa varten.

Viallisia varaosia on tullut vastaan kokoonpanossa huomattavan paljon. Myös perehdyttävä kollegaani oli huomannut osien puutteellisuuden omien töidensä parissa. Kaikki osat työstetään koneellisesti, joten tästä syystä onkin omituista, että osissa oli näin huomattavia poikkeamia. Mikäli poikkeavia osia löytyy varastosta useita, tehdään viasta reklamaatio tavarantoimittajalle. Reklamaation yhteydessä varmistetaan myös osan tarkemmat spesifikaatiot piirustuksista. Kaikilla osilla on piirustukset, joista käy ilmi osan tarkat mitat, sekä mittojen sallitut virhe toleranssit.

#### Viikko 44

Viikko alkoi GSP-mittapään optiikkarungon kokoonpanolla. Mittapähän asennetaan asiakastarpeen mukaan erilaisia optiikkasuotimia, jotka kiinnitetään optiikkarunkoon. Runko liikuttaa suotimia paikoilleen mittauksesta riippuen. Runkojen kokoonpano valmistui tiistain aikana, jolloin aloin työstää uutta erää GSP:n XY-ratoja. Tiistaina saapuivat kauan odotetut AD-mittapään kelkat, mutta valitettavasti osat eivät olleet tilauksen spesifikaation mukaisia. Kelkoissa on normaalisti tumma pinnoitus, joka suojaa osaa kulumiselta. Saapuneissa osissa pinnoitus oli kirkas ja osat olivat metallin värisiä. Osista lähetettiin reklamaatio tavarantoimittajalle, ja työskentelyä jatkettiin GSP:n osien parissa.

XY-ratojen kokoonpano jatkui torstaihin asti. Perjantaina esimieheni kehotti valmistamaan AD-mittapään aliyksiköitä valmiiksi, jotta kokoonpano saataisiin mahdollisimman sujuvaksi, kun käyttökelpoisia kelkkoja viimein saadaan. AD-mittapää koostuu kolmesta pienemmästä yksiköstä, jotka voidaan valmistaa erikseen. Puuttuva osa kuuluu mittapään XY-rataan, mutta valaisin- ja ilmaisinyksikköjä voitiin valmistaa olemassa olevilla osilla. Perjantai kului kyseisten osien keräilyllä ja ilmaisinyksikön kokoonpanon aloittamisella.



Viikon aikana myös GSP-laitteiden tarve kasvoi uusien tilausten myötä, joten mittapäiden valmistaminen varastoon osoittautui hyödylliseksi. Valmistettuja mittapäitä myydään usein myös varaosiksi asiakkaille.

Tuotannon organisoinnin ja hallinnan kannalta aiemmin mainitut tilauskannan muuttumiset vaativat usein tarkkaa suunnittelutyötä. Se aika joka tuotannossa kuluu yhden valmiin laitteen valmistamiseen voi usein vaihdella päivistä viikkoihin. Odottamattomat ongelmat laitteen toiminnassa ja mahdolliset puutteet varaosissa voivat hyvin nopeasti aiheuttaa viivettä kiireellisimpienkin tilausten täyttämiseen. Kun mukaan lasketaan vielä tuotteen perille toimitusaika, on tuotteen valmistuminen pystyttävä takaamaan jo paljon aikaisemmin.

#### Viikko 45

Viikko alkoi valmistautumalla AD-mittapään kelkkojen saapumiseen. Aliyksikköjen valmistuksella varmistetaan loppukokoonpanon sujuvuus käyttökelpoisten kelkkojen saapuaessa. Väärällä pinnoituksella saapuneet kelkat päätettiin lähettää Riihimäellä sijaitsevaan pintakäsittelyalan yritykseen uudelleen pinnoitettavaksi. Toimitusaikaa uusille osille annettiin noin viikko. AD-mittapäiden aliyksiköiden valmistuttua tiistaina, ruvettiin jälleen työstämään uusia GSP-mittapäitä. Myös kuoppalevy pesurin osien tarve oli kasvussa varaosutilausten osalta. Keskiviikkona aloin valmistamaan GSP-mittapään optiikan osia. Aiemmin kasaamani optiikkayksikköön kiinnitetään erilaisia optiikkasuotimia, jotka muuttavat näytteen läpi kulkevan valon aallonpituutta. Käytettävä suodin riippuu mitattavasta näytteestä. Tavanomaiseen laitteeseen sisällytetään neljä erilaista suodinta. Keräilin tarvittavat osat keskiviikon aikana ja jatkoin kokoonpanoa perjantaihin asti. Perjantaina siirryin jälleen valmistamaan GSP-mittapään XY-ratoja. Perjantaipäivä kului osia keräillessä ja kokoonpanon valmistelussa tulevaa viikkoa varten.

Työskentelyn ohessa olen pyrkinyt miettimään erialaisia parannuskohteita työn tehokkuuden parantamiseksi. Työpisteellä tarvitaan erilaisia työkaluja koottavasta osasta riippuen. Yleisimmät työkalut ovat ruuvivääntimiä, joiden koot vaihtelevat pienestä n. 1 mm:n kuusiokoloavaimesta aina isompiin 5 mm:n avaimiin. Omalla työpisteelläni tarvittavat avaimet on järjestetty koon mukaan, mutta monilla muilla työpisteillä näin ei välttämättä ole. Avaimia on myös eri pituisia. Lyhyemmät avaimet mahdollistavat ahtaissa

paikoissa olevien ruuvien kiristyksen, kun taas pidemmällä avaimilla ruuvit voidaan kiristää tiukemmin tarpeen vaatiessa.

Kaikilla työpisteillä ei myöskään ole lähtökohtaisesti kaikkia työkaluja. Instrumenttihalista löytyy työkalukaappi, josta työntekijät voivat tarvittaessa hakea työpisteelleen puuttuvia työkaluja. Kaapista löytyy vain yleisimpiä työkaluja, kuten kuusiokoloavaimia ja katkaisupihtejä. Erikoistyökaluista on tehtävä tilauspyyntö hallin tarvikevastaavalle, joka laittaa tilauksen eteenpäin.

#### Viikko 46

GSP-mittapään XY-radon kokoonpano käynnistyi maanantaina ja jatkui tiistaihin asti. Keskiwiikkona kauan odotetut AD-kelkat saapuivat uudelleen pinnoituksesta ja AD-mittapäiden kokoonpanoa jatkettiin. Kokoonpano jouduttiin kuitenkin keskeyttämään, kun kelkkojen pinnoituksessa huomattiin puute. Pinnoite hioutui pois pienestäkin hankauksesta ja näin ollen hankauksesta aiheutuva pöly voi haitata laitteen normaalia toimintaa. Viallista pinnoitusta ei todennäköisesti olisi voitu huomata valmistuksen muissa vaiheissa. Asiakkaalle päätyneet laitteet olisivat voineet mitattavien näytteiden kontaminoitumisen, sekä ajan myötä johtaa mittapään linssien ja muiden osien vioittumiseen ja näin edelleen lyhentänyt laitteen käyttöikä. Esivalmistettujen laitteiden käyttötuesta voitiin kuitenkin suorittaa mekaanisten säätöjen osalta. Kuranttien osien saapuessa kelkan vaihtaminen käy helposti ja osa työstä on jo tehty, mikä nopeuttaa valmiiden mittapäiden tuotantoa. Esivalmistelua jatkettiin loppuviikon ajan ja tuleva viikko käytettäisiin jälleen GSP-mittapään valmistuksen parissa.

AD-kelkkojen pinnoitusongelma aiheutti myös tarkennustoimenpiteitä osan spesifikaatioiden osalta. Aiemman vaatimukset eivät tarkentaneet pinnoituksen väriä, jonka takia tavarantoimittaja ei ollut yksin syypää kelkkojen ulkonäköön. Myös uudelleenpinnoitusprosessi ei ollut täysin yksiselitteinen, sillä vanhan pinnoituksen poisto saattoi aiheuttaa uuden pinnoituksen hilseilyä. Pinnoittamatonta materiaalia käytettäessä ongelmaa ei välttämättä olisi esiintynyt.

Jokaiselle valmistettavalle yksikölle on olemassa yksityiskohtaiset työohjeet, joista käy ilmi tarvittavat varasto-osat sekä bulkkiosat kuten ruuvit ja mutterit. Ohjeissa on selitetty työvaiheet sanallisesti sekä kuvien avulla. Ohjeisiin on tehty korostuksia työvaiheisiin, jotka vaativat erityisvälineitä tai työturvallisuutta parantavia suojarusteita. Työohjeiden

lisäksi yksiköistä on myös saatavilla räjäytyskuva lopputuloksen hahmottamisen helpottamiseksi. Kaikki dokumentit löytyvät Wallacin omasta tietokannasta, johon kaikilla työntekijöillä on käyttöoikeus. Työohjeita päivitetään säännöllisin väliajoin. Huomattavat muutokset esim. kokoonpanovaiheiden järjestyksessä tai osien muuttuessa ovat myös syy ohjeiden päivitykselle.

#### Viikko 47

Viikko 47 sisälsi lisää GSP-mittapäiden valmistusta. Maanantai kului ilmaisinyksiköiden valmistuksessa. Ilmaisinten jälkeen oli vuorossa optiikkarunkojen valmistus, joka jatkui torstaihin asti. Torstaina pidimme myös kuukausittaisen kehityspalaverin esimieheni ja työkollegani kanssa. Keskustelimme erilaisista kehitysideoista mittapäätuotantoon liittyen ja siitä, miten näitä ideoita voitaisiin toteuttaa. Torstaina aloitin myös XY-ratojen kokoonpanoa. Perjantaina saimme tiedon siitä, että odotetut AD-kelkat saapuisivat tulevan viikon lopulla.

Säännölliset kehityspalaverit ovat osoittautuneet erittäin mielekkäiksi. Kesän aikana palavereja ei ehditty käydä tuotannon kiireen takia. Keskustelut ovat hyvä tapa tuoda tuotannossa esiintyviä ongelmia esille ja keskustella mahdollisista ratkaisuista esimiehen läsnä ollessa. Esimies antaa kommentteja asioista ja kertoo, minkälaisia mahdollisuuksia yrityksellä on tarjota ongelmien korjaamiseksi. Tuotannosta löytyy helposti ratkaistavia tarvikke puutteita sekä haastavampia ongelmia, joiden ratkaisemiseksi on konsultoitava tuotantotekniikasta vastuussa olevia insinöörejä.

Tuotantotekniikasta ja ylläpidosta vastaava henkilöstö työskentelee samoissa tiloissa muun tuotannon kanssa ja onkin näin ollen helposti tavoitettavissa ongelmatilanteiden sattuessa. Ongelmatilanteessa käydään läpi ongelman lähde, miten ongelman esiintyminen voidaan ehkäistä vastaisuudessa, sekä mahdolliset korjaustoimenpiteet esiintyneelle ongelmalle. Myös mahdolliset reklamointitarpeet käydään läpi. Mikäli käy ilmi, että tavarantoimittajalta on saatu useita puutteellisia tai käyttökelvottomia osia, reklamoidaan asiasta toimittajalle. Tilanteen mukaan toimittaja korvaa puutteelliset osat uusilla tai hyvityslaskulla.

Yleisimmät ongelmat aiheutuvat viallisista osista. Toimittajien tuotteiden laatu ei aina ole tasainen, mutta joissain tapauksissa ongelmia on löytynyt myös osien piirustuksissa. Koneellisesti työstetyillä osilla on tarkat toleranssivaatimukset mm. ympärysmittojen ja

ruuvireikien koon suhteen. Tarkimmissa kohdissa jo 0,1 mm:n heitot osan vaadituissa toleransseissa voivat aiheuttaa yhteensopivuusongelmia kokoonpanossa.

## Viikko 48

Loppuviikosta saapuvia AD-kelkkoja odotellessa GSP-mittapään työstöä jatkettiin tavanomaiseen tapaan. Alkuviikko kului XY-ratojen ja Flash-yksiköiden kokoonpanossa. Mittapään Flash-yksikkö toimii laitteen valonlähteenä ja kohdistaa valon mitattavalle näytteelle. Torstaina uudet AD-kelkat saapuivat ja niiden pinnoite todettiin soveltuvaksi laitteeseen. AD-laitteita oli tässä vaiheessa odottamassa mittapäitä noin 13 kappaletta, joten mittapäitä ruvettiin työstämään kovaa vauhtia. Töitä riittikin ylitöiksi asti koko viikonlopun ajaksi. Uudet kelkat vaikuttivat jopa alkuperäisiä kelkkoja paremmilta. Pinta oli siileä ja kuoppalevyjen tukikehykset istuivat niihin sopivasti ja minimaalisella kitkalla.

Ongelmia valmistuksessa aiheuttivat edelleen toistettavuuden saaminen vaadittujen parametrien sisään. Toistettavuuden hyväksymisikkuna on tarkka ja pienetkin säädöt voivat aiheuttaa suuria muutoksia mittaustuloksissa. AD-mittapäässä on myös erityisen tärkeää, että laitteen mittaava valonsäde kulkee näytteen läpi oikein. Säteen kohdistukseen onkin kiinnitettävä erityishuomiota ja sen säätäminen mahdollisimman tarkasti jo kalibrointivaiheessa nopeuttaa testimittausten läpäisyä. Työn ohessa huomattiin, että säteen fokuosoinnissa on enemmän säätövaraa kuin aiemmin on oletettu. Säteen vähäinen säätö ei vaikuttanut fokuosoinnista muodostuvaan kuvaajaan juurikaan, mutta paransi toistettavuutta paljon. Fokuosoinnin kuvaaja on vaatimuksiltaan karkeampi toistettavuuteen verrattuna ja pienemmät muutokset eivät vaikuta kuvaajan muotoon ratkaisevasti. Tämä mahdollistaa sen, että fokuointia voidaan säätää vielä toistettavuusmittauksen kohdalla niin, että molemmat arvot ovat hyväksymisrajojen sisällä.

Tuotantohallin lähimmät toimihenkilöt työskentelevät samoissa tiloissa muun tuotannon kanssa kuten myös tuotantotekniikasta vastaavat työntekijät. Tuotannon esimiehet huolehtivat tuotannon ohjauksesta ja käyvät usein tarkistamassa työpisteiden työtilanteita. Monissa työpisteissä voi olla useita eri yksiköitä odottamassa kokoonpanoa. Esimiehet priorisoivat yksiköiden kokoonpanoa ja määräävät näin valmistusjärjestyksen. Tuotannonohjaus perustuu saapuneisiin ostotilauksiin, joiden pohjalta toimitusajat arvioidaan valmistus- ja rahtiajat huomioiden. Esimiehet pitävät kirjaa myös mahdollisista osapuutteista tuotannossa, ja muuttavat tuotannon priorisointia tilanteen mukaan.

## Viikko 49

AD-mittapää kokoonpano ja käynnistys jatkuivat totuttuun tapaan. Viikonlopun ylityöt auttoivat jouduttamaan töitä paljon ja viikon loppuun mennessä AD-mittapäistä oli saatu valmiiksi jo noin puolet tarvittavasta 14:ta kappaleesta. Mittapäiden valmistuksessa ei ilmennyt ongelmia uusien kelkkojen myötä. Töitä hidastivat jonkin verran GSP-laitetetauksesta palautuneet mittapääät.

Työpisteelläni valmistetut mittapääät kulkeutuvat ensin GSP-laitteen loppukokoonpanoon, josta laitteet etenevät testauslaboratorioon. Laboratoriossa koko laitteelle suoritetaan kokonaisvaltainen toiminnantarkastus jokaisen laitteen alayksikön toimivuuden tarkistamiseksi. Prosessista käytetään nimeä systeemitestaus. Silloin tällöin systeemitetauksesta palautetaan mittapäitä takaisin erinäisten vikojen ilmetessä. Vikoja ruvetaan selvittämään työpisteellämme testejä tekemällä ja osia tai yksikköjä vaihtamalla. Kun vika saadaan paikannettua ja korjattua, mittapäää palautetaan systeemitetaukseen ja se asennetaan takaisin laitteeseen.

Viikon alussa systeemitetauksesta tuotiin kaksi mittapäätä, joiden mittausarvot eivät täsmänneet standardiliuosten pitoisuuksiin. Laitteita ruvettiin tarkastamaan, mutta tarkan tutkimisenkaan jälkeen vikaa ei löydetty mittapäistä. Kaikki tarvittavat testit ja mittaukset onnistuivat hyvin eikä toistettavuudessakaan ollut ongelmia. Tässä kohtaa ongelmaa ruvettiin etsimään GSP:n muista alayksiköistä. Myöhemmin kävikin ilmi, että laitteen kuoppalevysekoittajat eivät toimineet oikein. Sekoittajia on laitteessa useita ja ohjaimet oli tässä laitteessa asennettu vahingossa ristiin. Kun sekoittaja #1 käynnistettiin ohjainsovelluksesta, sekoittaja #2 alkoi käymään. Näin ollen mittausarvojen poikkeama selittyi, sillä mitattua kuoppalevyä ei sekoitettu työskentelyprotokollan mukaisesti.

Suurin osa tuotannossa valmistettavista aliyksiköistä testataan ennen asennusta varsinaiseen laitteeseen. Yksiköille on laadittu yksityiskohtaiset tarkastuspöytäkirjat, johon täytetään testauksen aikana saadut ajoparametrit ja raja-arvot. Tarkastuspöytäkirjat toimitetaan laatuhenkilökunnan tarkastettavaksi, joka tarkistaa mittaustulosten paikkansapitävyyden. Monet tarkastuspöytäkirjat sisältävät myös useita liitteitä, joiden merkinnät ja järjestys tarkistetaan. Tarvittavat liitteet tulee olla sisällytettynä pöytäkirjaan laadun varmistamiseksi sekä mahdollisten vikalähteiden selvittämisen helpottamiseksi.

## Viikko 50

AD-mittapäävalmistus jatkui tuttuun tapaan. Tarvittavat AD-tilaukset oli melkein täytetty ja priorisointi siirtyisi seuraavaksi jälleen GSP-mittapäihin. Ongelmia ilmeni kuitenkin viikon aikana jonkin verran.

Ensimmäinen ongelma tuli alkuviikosta, kun systeemitestauksessa ilmeni ongelma AD-laitteessa. Mittapään käyttösovellus ei pystynyt suorittamaan testausprotokollaa loppuun, vaan antoi virheviestin testauksen puolivälissä. Virhe viittasi mittapään poikkeamaan ja asiaa ruvettiin selvittämään työpisteellämme. Tällä kertaa vika todettiin myös mittapään testauslaitteella, mutta vian paikantaminen osoittautui vaikeaksi. Osien puhdistamisella tai vaihtamisella ei ollut vaikutusta ongelmaan. Pitkän pohdinnan ja ohjelmistovastaavan konsultoinnin jälkeen todettiin lopulta laitteen ohjainpiirilevyn olevan viallinen. Piirilevyn vaihtaminen poisti ongelman ja mittapää saatiin palautettua systeemitestaukseen.

Toinen ongelma huomattiin loppuviikosta AD-mittapään suljinluukun kohdalla. Mittapään etureunassa on luukku, jonka kautta mitattavat kuoppalevyt syötetään laitteeseen. Mittapään testauksessa luukku avataan käsin, mutta AD-laitteeseen asennettuna luukun avaamisesta huolehtii laite itse. Tämän takia on tärkeää, että luukku on asennettu oikein ja että luukku avautuu ja sulkeutuu vaivattomasti. Joissain mittapäissä luukun oikein asentaminen osoittautui hankalaksi ja asiaa ruvettiin tutkimaan tarkemmin. Tässä vaiheessa huomattiin, että luukun reunat oli jätetty suorakulmaisiksi. Tämä aiheutti luukun liiallisen hankaamisen ohjainkiskoja vasten ja näin vaikeutti luukun liikettä. Uusia, pyöreäreunaisia luukuja tilattiin tavarantoimittajalta, ja ongelma saatiin ratkaistua.

## 4 POHDINTA

Vaikka olinkin opinnäytetyöni alkuvaiheessa työskennellyt Wallacissa jo neljän kuukauden ajan, uutta opittavaa ja sisäistettävää tuli vastaan lähes päivittäin. Uuden AD-mittapään kokoonpano ja toiminnantarkastus toivat uusia haasteita ja ongelmatilanteita, mutta myös oivalluksia, uusia ratkaisuja ja kehitysmahdollisuuksia. Tärkeimpänä kehitystavoitteenani oli parantaa työskentelytehokkuuttani.

Kuluneen kolmen kuukauden aikana työskentelytehokkuuteni on parantunut etenkin AD-mittalaitteen kohdalla huomattavasti. Alkuun kankealta ja haastavaltakin tuntuva toiminnantarkastusvaihe on loppua kohden muotoutunut jo rutiininomaiseksi työtehtäväksi. Kaikki kootut laitteet ovat kuitenkin toisiinsa verrattuina yksilöitä, ja uusia haasteita on tullut vastaan tämän tästä. Koen silti olevani paremmin varautunut vastaaviin ongelmiin kuin tarkastelujakson alussa. Myös laitteen rooli AD-laitteen osana on selkeytynyt huomattavasti ja sen myötä ymmärrys mittalaitteen säätöominaisuuksien tärkeyteen on korostunut. Myös parannus- ja kehityskohteiden esiin tuominen oli tärkeä huomiokohta työskentelyn lomassa.

Ensimmäisenä parannuskohteena nostaisin esiin työohjeiden päivittämisen ja tarkentamisen. Osa työohjeista kaipaisi päivitystä niin visuaalisen kuin sanallisenkin muotoilun osalta. Kuvat auttavat havainnollistamaan toivottua lopputulosta paremmin, joten kuvien lisääminen tiettyihin työohjeisiin auttaisi varsinkin uusia työntekijöitä sisäistämään kokoonpanoa paremmin. Pidemmälle kehitettynä olisi myös mahdollista luoda lyhyitä video-ohjeita tiettyjen työvaiheiden kohdalle, joissa yksittäiset kuvat eivät välttämättä ole riittäviä työvaiheen tarkkaan kuvaukseen. Myös ohje päivityksen ja päivitystarpeen tarkastusaikaväli voisi olla tiheämpi.

Varaston hallinnassa on myös ilmennyt kohtia, jotka vaatisivat mielestäni parannusta. Viime aikoina varastosta on löytynyt huomattava määrä työstövirheellisiä tai muulla tavalla kokoonpanoon kelpaamattomia komponentteja ja osia. Saapuvat osat on luokiteltu erilaisten ominaisuuksien mukaan niin, että jotkin osaerät tarkistetaan kokonaan ja joistakin pienempi otanta. Saapuvan tavaramäärän takia olisi jokaisen yksittäisen osan tarkistaminen ymmärrettävästi työläs ja aika vievä prosessi. Yksi osien tarkastusluokitteluun vaikuttava ominaisuus on virheellisten osien aiheuttama tuotantoviive. Mikäli poikkeavat osat syövät aikaa kokoonpanovaiheessa huomattavasti, voidaan sen avulla perustella osan saapumistarkastuksen tarpeellisuus. Usein puutteellisista osista voidaan

tehdä tavarantoimittajalle reklamaatio, mikäli viallisten osien määrä on kohtuuttoman suuri. Yksittäisissä vikatilanteissa osa yleensä hävitetään ja syntynyt hävikki jää Wallacin hoidettavaksi. Itse havaitsemani vikatilanteet hidastivat mittalaitteen kokoonpanoa jonkin verran, mutta eivät kuitenkaan aiheuttaneet viivästystä GSP-laitteen loppukokoonpanolle. Koin kuitenkin, että viallisten osien määrä oli tietyissä tapauksissa huomattavan suuri. Tästä syystä olisikin mielestäni hyvä käydä vastaavanlaisten, toistuvien tapausten kohdalla läpi mahdollinen tarkastustarpeen kartoitus. Asia vaikeutuu edelleen, mikäli kyseessä on viallinen toimituserä. Tällöin voi olla, että kaikki varastossa käsillä olevat osat ovat viallisia, eikä kokoonpanoa voida osien puutteen takia jatkaa. Puutteelliset osat voivat vaikuttaa lopulliseen tuotteeseen ratkaisevasti. Puuttuvat kokoonpanotoleranssit voivat aiheuttaa ristiriitaisuuksia valmistus-, ulkonäkö- ja toimintatoleranssien välillä, jolloin kokoonpanija joutuu ratkaisemaan ristiriitatilanteen. Seurauksena jokin laatutekijä tai esimerkiksi varaosien vaihtokelpoisuus huononee. Kokoonpanotoleranssein puute saattaa myös heikentää tuotteen kokoonpantavuutta. (Malmberg Kari, 1987)

Muutostenhallinta yrityksessä on myös aika ajoin kankeaa. Aiemmin mainitsemani työohjepäivitykset ovat yksi esimerkki tästä. Ohjeiden päivittämistä on pyydetty, mutta muut tuotannossa ilmenevät ongelmat menevät yleensä priorisoinnissa edelle. On ymmärrettävää, että tuotannossa esiintyvät ongelmat on ratkaistava mahdollisimman nopeasti, jotta tuotteiden toimitusajat eivät veny kohtuuttoman pitkiksi. Toisaalta tuotannossa esiintyviin ongelmiin voitaisiin löytää ratkaisuja työohjeiden päivittämisen yhteydessä. Työohjeissa saattaa olla tulkinnan varaa tai epäselvyyksiä, jotka saattavat aiheuttaa ongelmia laitteen lopputestauksessa. Haasteena muutoksen nopeuttamiselle on varmasti Wallacin rooli osana kansainvälistä Perkin-Elmer konsernia. Isossa yrityksessä muutosten läpi ajaminen voi olla pitkä prosessi, jossa pienetkin muutokset saattavat vaatia hyväksyntää useilta eri tahoilta. Olisi varmasti tarpeellista tarkastella muutostenhallintaan liittyvää organisaatioketjua, ja selvittää mahdolliset onglemakohdat ja johdonmukaistaa käsittelyketjua sen pohjalta.

Tuotannossa ilmenevät poikkeamat ovat myös toisinaan hidastaneet tuotantoa. Mikäli tuotannossa, erityisesti toiminnantarkastuksessa, esiintyy poikkeustapauksia, niistä luodaan poikkeamamerkintä. Poikkeamaa edellyttävät seikat voivat olla esimerkiksi huomattavasti normaalista poikkeavat mittausarvot tai laitteen epätavallinen mekaaninen käyttäytyminen. Poikkeamista tehdään selvitys, joka toimitetaan tuotannon esimiehelle jatkokäsittelyä varten. Kyseisten poikkeamien käsittelyprosessi saattaa venyä kohtuuttoman pitkäksi, jonka aikana poikkeaman aiheuttanutta laitetta ei voida valmistaa



loppuun asti, eikä näin ollen siirtää tuotantoketjussa eteenpäin. Poikkeaman valmistuttua laitteelle tehdään tuotantotekniikan edellyttämät korjaustoimenpiteet ja testausta jatketaan normaalisti. Prosessia pitäisi harkita siirrettäväksi korkeammalle prioriteetille asianomaisten työntekijöiden prioriteettilistoilla tai asiasta vastaavaa henkilöstöä pitäisi lisätä.

Työtilan puute on osoittautunut myös ongelmalliseksi kokoonpanon yhteydessä. Mittalaitteita valmistetaan useita kappaleita varastoon, josta laitteen loppukokoonpanijat voivat niitä hakea tarpeen mukaan. Varastointitilat ovat kuitenkin rajalliset, ja laskutilaa ei aina ole riittävästi. Tämä aiheuttaa kokoonpanon aikataulun venymistä ja heikentää työergonomiaa. Myös laitetestauksen aikana suoritettavat pipetoinnit vaatisivat oman työskentelytasona. Ongelman tarkkaa todentamista varten olisi kuitenkin hyvä tehdä alustava kartoitus, jonka avulla voitaisiin selvittää työtilan niukkuuden aiheuttama todellinen tuotantoviive. Kokoonpanon ajastaminen erilaisia toimintatapoja käyttäen ja eri kokoisia tuote-eriä valmistamalla antaisi varmasti ongelmasta selkeää ja konkreettisempaa näyttöä. Myös työvaiheiden suoritusjärjestykseen kannattaa kiinnittää huomiota.

Kokoonpanon suoraviivaistaminen voisi myös poistaa tilan tarvetta ja parantaa työpisteen ergonomiamia. Kokoonpanossa voidaan tutkia, jos joitain yhteen liitettäviä osia voitaisiin yhdistää yhdeksi osaksi. Näin huomattava määrä käsittelyjä ja liitoksia jää kokoonpanosta pois. Liitos on aina konstruktiossa potentiaalinen laaturiski. Lisäksi osien määrällä konstruktiossa on suora suhde tuotteessa aiheutuviin kiinteisiin kuluihin, vaikei niitä olekaan kovin helppo laskennallisesti osoittaa juuri tietystä konstruktiosta johtuviksi. (Lempiäinen, et al., 2003)

Mainitsemani tuotannon kehityskohteet ovat tarkastelujakson aikana osoittautuneet osittain monisyisemmiksi, kuin alun perin olin oletanut. Varastosta löytyneiden työstövirheellisten osien syiden selvittely on osoittanut, miten pienetkin poikkeamat työstössä voivat aiheuttaa suuria ongelmia kasattavan laitteen toimivuudessa. Yksiselitteistä ratkaisua tälle ongelmalle ei välttämättä ole olemassa, mutta kehitys varaa toimintatapoihin löytyisi tarkemmin tutkittuna varmasti. Muutoksenhallinnan kankeuden suhteen ratkaisuja olisi varmasti monia. Organisoinnin uudelleen järjestely ja aiheutuvan työpanoksen uudelleen jakaminen tasaisemmin vaikuttaisi varmasti positiivisesti muutoksenkäsittelyn aikatauluun.

## 5 YHTEENVETO

Kokonaisuutena koen, että tarkastelujaksoni aikana olen kehittynyt työntekijänä huomattavasti ja pystyn vastaamaan työpaikan uusiin haasteisiin vahvemalla ammattitaidolla ja johdonmukaisella ongelmanratkaisukyvyllä.

Parannusehdotusten mahdollinen toteutus vaati vielä ongelmakohtien tarkempaa tilanteen analyysiä. Ehdotusten tarkastelu erilaisilta näkökulmilta voisi tuoda niihin paljon uutta sisältöä ja syvyyttä. Toteuttaminen vaatisi kuitenkin enemmän aikaa ja tutkimustyötä kuin tarkasteluajanjaksoni puitteissa voisi olla mahdollista. Vaikka parannusehdotuksia ei voida vielä sellaisenaan toteuttaa, antavat ne silti näkökulmaa siitä, mihin suuntaan tuotantoa voitaisiin kehittää.

Tulevaisuudessa haluan parantaa kyvykkyyttäni ongelmaratkaisun suhteen edelleen ja kehittää myös luovaa ajattelutapaani. Monet tuotannossa esiintyneet ongelmat ovat edellyttäneet laajempaa näkemystä ongelmasta ja ratkaisut ovat olleet monisysiempiä kuin alunperin on luultu.

## 6 LÄHDELUETTELO

**Haaga-Helia ammattikorkeakoulu. 2020.** 21 tapaa tehostaa korkeakouluopintoja. [Online] 8. Lokakuu 2020. <https://www.theseus.fi/handle/10024/132959>.

**Lempiäinen, Juhani ja Savolainen, Jari. 2003.** *Hyvin suunniteltu - Puoliksi tehty.* Helsinki : Suomen Robotiikkayhdistys Ry, 2003.

**Malmberg Kari, Kauppinen Veijo. 1987.** *Manuaalisen kokoonpanon tehostaminen.* s.l. : Metalliteollisuuden keskusliitto, 1987.

**Perkin-Elmer Inc. 2020.** AutoDELFIA instrument . [Online] 8. Lokakuu 2020. <https://www.perkinelmer.com/fi/product/autodelfia-plate-processor-incl-pc-1235-5110>.

**Perkin-Elmer Inc. 2020.** GSP instrument. [Online] 8. Lokakuu 2020. <https://www.perkinelmer.com/fi/product/genetic-screening-processor-2021-2021-0010>.