

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikka

2021

Jerry-Jeremy Uotila

# PCR-LAITTEEN TYÖOHJEIDEN PÄIVITYS

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Konetekniikan koulutus, Koneautomaatiotekniikka

2021 | 22 sivua, 0 liitesivua

Jerry-Jeremy Uotila

## PCR-LAITTEEN TYÖOHJEIDEN PÄIVITYS

Opinnäytetyön tarkoituksena oli päivittää aikaisemmat polymeerasiketjureaktio-laitteen työohjeet. Työohjeiden päivityksellä oli tarkoitus saada tasalaatuisempaa tuotetta, selkeyttää ohjeistusta ja tehostaa tuotantoa. Työohjeissa esitetään laitteen jokaisen yksikön kokoonpano sekä laitteen loppukokoonpano. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Turun Tekotekniikka Oy.

Tässä opinnäytetyössä kuvataan työohjeen suunnittelu- ja toteutusvaiheita. Työssä tutkitaan työohjeiden tiedonkeruuta yrityksen työntekijöiltä sekä visuaalista tiedonkeruuta ottamalla kuvia työvaiheista. Opinnäytetyössä kerrotaan myös, kuinka ohjeistuksesta olisi saatu selkeämmät. Työohjeet on luotu MS Office -työkaluja käyttäen.

Opinnäytetyön tuloksena muodostui toimeksiantajan käyttöön toimiva työohje. Työohjeet suunniteltiin käteväksi työkaluksi uusien työntekijöiden perehdyttämiseen. Ohjeista onnistuttiin muodostamaan työkalu harjaantuneillekin työntekijöille muistuttamaan erinäisistä työtavoista ja asennusjärjestyksistä. Työohjeesta luotiin sellaiset, että ne on helppo päivittää vuosittain toimeksiantajan toimesta. Päivittämällä ohjeistuksen vuosittain työohje pysyy käyttökelpoisena.

ASIASANAT:

polymeerasiketjureaktio, työohje, kokoonpano, perehdyttäminen

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical engineering, Machine automation

2012 | number of pages 22, number of pages in appendices 0

Jerry-Jeremy Uotila

## UPDATING THE INSTRUCTIONS FOR THE PCR EQUIPMENT

The purpose of the thesis was to update the previous work instructions of the polymerase chain reaction device. The purpose of updating the work instructions was to obtain a more uniform product, clarify the instructions and increase the efficiency of production. The work instructions show the configuration of each unit of the device, as well as the final configuration of the device. The thesis was commissioned by Turun Tekotekniikka Oy.

This thesis describes the planning and implementation stages of the work instructions. The thesis examines the data collection of work instructions from the company's employees as well as visual data collection by taking pictures of the work stages. The thesis also describes how the work instructions could have been made clearer. The work instructions were created using MS Office tools.

As a result of the thesis, a work instructions was created for the client. The work instructions were designed as a handy tool for orientating new employees. The instructions were made into a tool that reminds the experienced workers about different working methods and installation sequences. The work instructions were created in such a way that they can be easily updated annually by the client. By updating the guidelines annually, the work instructions remain useable.

KEYWORDS:

polymerase chain reaction, work instructions, assembly, familiarization

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
1.1 Tausta	7
1.2 Tavoite	7
<b>2 TOIMEKSIANTAJA</b>	<b>8</b>
<b>3 TIEDON KERÄÄMINEN</b>	<b>9</b>
3.1 Visuaalisen tiedon kerääminen	9
3.2 Vaikutteiden ottaminen muiden yritysten ohjeista	10
<b>4 POLYMERAASIKETJUREAKTIO</b>	<b>12</b>
4.1 PCR-laitteen historia	12
4.2 PCR-syklilaitteen toiminta	13
4.3 PCR-laitteen käyttökohde	14
<b>5 PCR-LAITTEEN KOKOONPANOTYÖOHJEEN PÄIVITTÄMINEN</b>	<b>15</b>
5.1 Teeman ja väritysten valinta	15
5.2 Kuvien käyttö ohjeissa	16
5.2.1 Kuvien laatu	16
5.2.2 Kuvien muokkaus ohjeisiin	16
5.3 Tekstin tyyppi	17
5.4 Kuvien ja tekstin sommittelu	17
5.5 Lopullinen ohjeen muoto	18
<b>7 YHTEENVETO</b>	<b>20</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>21</b>

## **KAAVAT**

Kaava 1. Kaavassa DNA-molekyylin monistumismäärä 25 sykliä.	13
---	----

## **KUVAT**

Kuva 1. Kuvakaappaus Ikean Micke-laatikoston ohjeista (Inter Ikea Systems B.V 1999-2021).	10
Kuva 2. Kuvassa näkyy polymeerasiketjureaktio kuvitettuna (abm inc. 2021).	13
Kuva 3. Kuva ohjeissa käytetystä tekstilaatikosta.	15
Kuva 4. Esimerkkikuva työohjeen lopullisesta mallista.	18

## **TAULUKOT**

Taulukko 1. Taulukko yleisimpien näytetyyppien mittaustarkkuuksista (Ghoshal & ym. 2020).	14
---	----

## KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO

amplifikointi	Malli-DNA:n monistuminen (Springer Nature Limited 2021).
COVID-19	Coronavirus disease 2019. Koronavirustauti 2019. SARS-CoV-2 (THL 2021).
DNA	Deoksibonukleiinihappo (Kotimaisten kielten keskus ja Kielikone Oy 2021).
entsyymi	Biologinen kemiallisen reaktion nopeuttaja (Solunetti 2006).
ISO:13485:2016	Laadunhallinta järjestelmän standardi, joka varmistaa laadun lääkinnällisten laitteiden tuotannossa (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2016).
ISO:9001:2015	Standardivaatimuksia asiakkaiden tarpeiden ja odotusten täyttämiseksi (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2015).
OEM	Original Equipment Manufacturer. Alkuperäinen laitevalmistaja (Kagan 2020).
PCR	Polymerase Chain Reaction. Polymeraasiketjureaktio (National Human Genome Research Institute 2021).

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena oli päivittää polymeerasiketjureaktiolaitteen (PCR) työohje. Tavoitteena oli kehittää työpaikan työtapoja, selkeyttää ohjeistusta ja tehostaa tuotannon kokoonpanon tasalaatuisuutta. Työohjeessa esitellään yksikkökohtaisesti kokoonpanon päivitettyt työvaiheet. Työohjeet on kehitetty toimimaan yhteistyössä kokoonpanokuvien kanssa. Toimeksiantajalla oli olemassa ohjeistus laitteen rakentamiseen. Aikaisemmat ohjeet oli tehty vuonna 2012. Ohjeisiin oli tarkoitus päivittää vuosien aikana tulleet muutokset. Ohjeista piti muokata myös helppolukuisemmat ja lisätä enemmän kuvia, jotta yksiköt olisi helpompi tehdä. Paremmilla ohjeilla voidaan mahdollistaa tasaisempi laatu yksiköille ja vähentää virheellistä kokoonpanoa. Laitteen kokoonpano on haastavaa osien koon ja optisten elementtien vuoksi.

## 1.1 Tausta

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Turun Tekotekniikka Oy. Yritys on toiminut vuodesta 1990 tutkimus- ja mittauslaitteiden valmistajana korkean teknologian yrityksille. Työohje haluttiin päivittää uusien työntekijöiden perehdyttämisen vuoksi. Laitteen myynti on lisääntynyt COVID-19-viruksen vuoksi, mikä on johtanut yrityksen työvoiman kasvamiseen. PCR-laitteella voidaan analysoida muun muassa COVID-19-näytteitä. Tässä opinnäytetyössä käsitellään salassa pidettäviä materiaaleja, minkä vuoksi työohjeiden tarkkoja versioita ei ole esitelty eikä ohjeita ole liitetty opinnäytetyön liitteisiin.

## 1.2 Tavoite

PCR-laitteen työohje päivitetään käytettäväksi uusille työntekijöille yrityksessä sekä kokeneemmille työntekijöille muistuttamaan työvaiheista. Lähdetietona ohjeiden päivitykseen käytetään vanhaa versiota ohjeista, työntekijöiden tietoja ja omaa tietoa kokoonpanotehtävistä. Ohjeiden päivittämisen tavoitteena oli yhtenäistää työtapoja, selkeyttää ohjeistusta ja tehostaa tuotteen tasalaatuisuutta. Työohjeista haluttiin luoda mahdollisimman helppolukuiset sekä selkeät. Työohjeisiin haluttiin useita kuvia työvaiheista, jotta tuotannossa voitaisiin verrata tuotetta mallikappaleeseen. Ohjeistuksen teemaan annettiin vapaat kädet, mutta tarkoituksena oli luoda soljuvat ja silmälle mukavat ohjeet.

## 2 TOIMEKSIANTAJA

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Turun Tekotekniikka Oy. Yrityksen toiminta perustuu kokonaisvaltaiseen sopimusvalmistajan rooliin. Korkeanteknologian yritykset ulkoistavat osahankinnan, kokoonpanon ja laitteiston testauksen. Tilattujen laitteiden kohteita ovat tutkimuslaitokset, sairaalat ja lääkekehitysteollisuus. Laitteet ovat ammattikäyttöön suunnattuja analyttisiä ja kliinisiä instrumentteja, jotka sisältävät vaativia optiikkaratkaisuja ja tarkkoja puhtausvaatimuksia. (Turun Tekotekniikka Oy 2021.)

Yrityksen toimintaan kuuluu globaali materiaalinhankinta, prototyyppien valmistaminen, tuoteperheiden OEM-valmistus, laitteiden testausjärjestelmien suunnittelu ja toteutus, materiaalien jäljitys, logistiset ratkaisut ja huoltoratkaisut. (Turun Tekotekniikka Oy 2021.)

Yritys tarjoaa korkealaatuisia ratkaisuja laitekokoonpanoon. Projektien onnistuminen taataan yhteistyöllä ja perusteellisella tutustumisella asiakkaan tuotantoprosessiin, jotta valmistuneet tuotteet vastaavat asiakkaan ja viranomaisten asettamia vaatimuksia. Yrityksessä noudatetaan standardeja ISO 13485:2016 ja ISO 9001:2015, jotka liittyvät tutkimus- ja mittalaitteiden sopimusvalmistukseen, tuotantoon siirtoon sekä huolto- ja logistiikkapalveluihin. (Turun Tekotekniikka Oy 2021.)

## 3 TIEDON KERÄÄMINEN

Ohjeita varten oli tärkeää kysellä jokaiselta yksikön tekijältä omat vinkit helpompaan tekemiseen. Työntekijöiltä kyseltiin toimivia työtekniikoita ja hyväksi todettuja materiaalmääriä. Useimmat työtavat olivat yhtenäisiä työntekijöiden välillä. Eriävistä työtavoista keskusteltiin, jonka jälkeen niistä valittiin yksi, jotta ohjeistus olisi mahdollisimman yhdenmukainen.

Käytettävänä oli myös vanhemmat ohjeet. Ohjeita ei ollut päivitetty useisiin vuosiin, joten ohjeet eivät olleet enää ajan tasalla. Työpaikalla käytettiin vanhoja ohjeita, joihin työntekijät olivat lisänneet omia merkintöjään. Merkinnät liittyivät uusiin työtapoihin ja muuttuneisiin komponentteihin. Näistä merkinnöistä oli paljon hyötyä ohjeiden päivityksessä.

Olin itse työskennellyt laitteen kokoonpanotehtävissä. Käytin työskennellessä vanhoja ohjeita ja kehittelemäni parempia työtekniikoita työn ohessa. Yksiköiden kasauksen ohessa huomioin paljon järkevämpiä kokoonpanojärjestyksiä. Esimerkiksi komponenttien liimaaminen ennen muuta kokoonpanoa olisi edukasta, jotta työaikaa saisi käytettyä tehokkaammin.

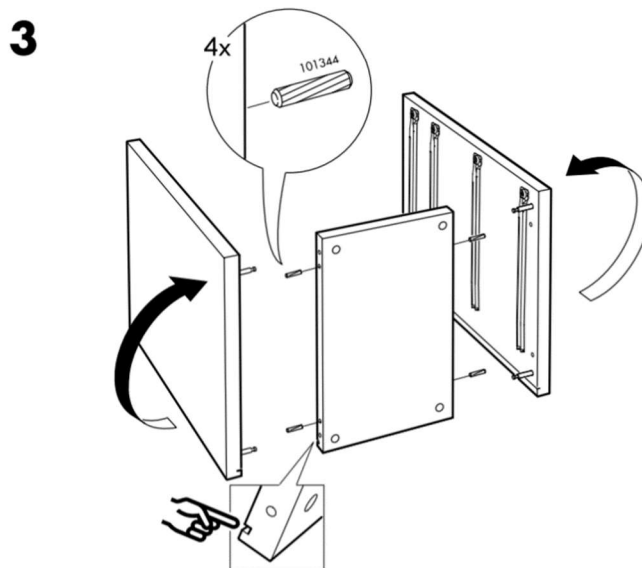
Aloitin tiedon keräämisen aloittaessani työskentelyn kokoonpanijana toimeksiantajayrityksessä. Minulle opetettiin sen hetkiset hyvät ja tehokkaat työtavat. Näitä työtapoja käytettiin, kunnes ne tulivat tutuiksi ja sen jälkeen lähdettiin kehittämään uusia työtapoja.

### 3.1 Visuaalisen tiedon kerääminen

Tiedonkeräämiseen liittyi myös visuaalisen tiedon tallentaminen ohjeita varten. Visuaalisen datan tallentamiseen käytettiin matkapuhelinta. Kamerana käytettiin 48 megapikselin puhelinkameraa, jossa oli ohjelmiston puolesta automaattinen taustansumennus. Kameran suuri pikselimäärä varmisti kuvia ottaessa hyvän kuvatarkkuuden. Hyvän kuvatarkkuuden ansiosta oli mahdollista tarkentaa eri työvaiheisiin myöhemmin ohjeiden tekovaiheessa. Kuvien automaattinen taustansumennus ei toiminut edukseen kuvien jälkikäsittelyssä. Myöhemmin poistettaessa kuvien taustoja taustansumennus oli virheellisesti sekoittanut kappaleen reunojen värejä epäselviksi, joka vaikeutti työtä. Taustansumennuksen olisi saanut myös pois päältä, mutta en huomannut tämän vaikutusta kuvissa kuin vasta ohjeiden tekovaiheessa.

### 3.2 Vaikutteiden ottaminen muiden yritysten ohjeista

Ohjeiden suunnittelua aloittaessa tarkastelin ulkopuolisten yritysten kokoonpano-ohjeita. Parhaiten yrityksistä erottuivat Legon ja Ikean kokoonpano-ohjeet. Päätin, kuitenkin ottaa tarkempaan tarkasteluun Ikean kokoonpano-ohjeet. Ikean ohjeet kertovat heti alkuun tarvittavien osien määrän ja työkalujen tarpeen. Osien lukumäärää ei tarvinnut ilmoittaa omissa ohjeissani, koska ohjetta oli tarkoitus käyttää kokoonpanopiirustusten kanssa yhdessä. Tällöin kokoonpanopiirustuksista ilmeni osien lukumäärä. Työkalujen tarpeesta ilmoitin erikseen vain, jos työvaiheessa tarvittiin erikoisempaa työkalua tai tiettyä työkalua.



Kuva 1. Kuvakaappaus Ikean Micke-laatikoston ohjeista (Inter Ikea Systems B.V 1999-2021).

Kuvassa 1 näkyy Ikean ohjeiden yksinkertainen ilme sekä tarkat ohjeistukset ilman sanallista ohjeistusta. Ikean tapauksessa tähän ratkaisuun on varmasti päädytty, jotta samoja ohjeita voidaan käyttää ympäri maailmaa. Omien työohjeiden tapauksessa totesin tämän olevan tarpeetonta, koska ohjeet olivat tulossa käyttöön vain yhteen yritykseen, jossa työyhteisössä käytetään puhekielenä suomen kieltä. Ikean ohjeissa on myös käytetty vain mustaa väriä rajaamaan muodot ja työvaiheiden vaiheet. Tästä voidaan olettaa, että Ikea on tehnyt tämän mustavalkoisen teeman valinnan säästääkseen tulostuskuluissa. Värillisenä tulostaminen ei myöskään parantaisi ohjeiden ymmärrettävyyttä. Ohjeissa käytettiin myös pikkutarkan alueen suurentamista. Tämä helpottaa ohjeiden

lukua ja luo mukavamman lukuympäristön. Otin omiin ohjeisiini samantyyllisiä ratkaisuja käyttöön tarpeen vaatiessa. Ikean ohjeissa on numeroitu pienet ruuvit ja tapit toisistaan työvaiheen kuvassa. Suoritin omissa ohjeissani tämän käyttämällä tekstilaatikoissa kokoonpanopiirustusten osanumerointia. Näin työohjeet säilyivät siistinä, mutta kuitenkin tarkkoina.

## 4 POLYMEERAASIKETJUREAKTIO

Polymeraasiketjureaktion tarkoituksena on monistaa DNA-molekyylejä. DNA:n monistuminen on varsin normaalia, koska sitä tapahtuu koko ajan kehon soluissa, kun ne jakautuvat. DNA:n säikeen rinnalle luodaan täydentävä säie käyttäen mallina alkuperäistä säiettä. Monistaminen tapahtuu entsyymien avulla. Lopputuloksena yksi kaksiosainen DNA-säiemolekyyli muunnetaan kahdeksi, jotka molemmat ovat identtisiä alkuperäisen kanssa. (OpenPCR 2018.)

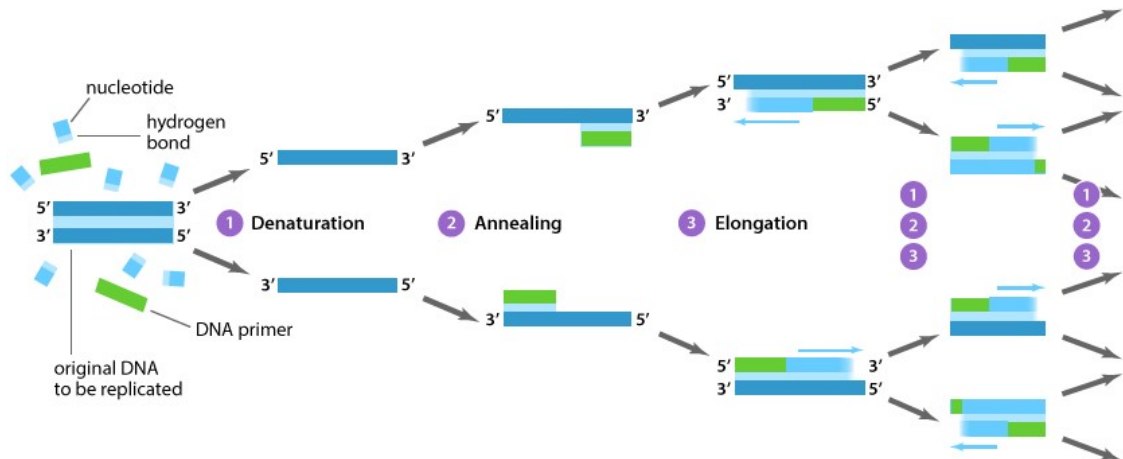
PCR-syklilaite on kehitetty parantamaan DNA-molekyylien jakautumisnopeutta. Ensimmäinen reaktio tuottaa tuplasti aloitusmolekyylejä. Tämän jälkeen alkaa välittömästi uusi jakautuminen, joka jakaa kaikki aikaisemmat molekyylit uudestaan. PCR-laitteiden kehittyminen on mahdollistanut vain pienen määrän monistamista perimästä. Pienen määrän perimän monistamista kutsutaan amplifikoinniksi ja se mahdollistaa tarkemman analyysin tiettyä perimän osuutta kohtaan. (OpenPCR 2018.)

### 4.1 PCR-laitteen historia

Polymeraasiketjureaktion kehitti Kary Mullis vuonna 1983 Cetus-yrityksessä. Aluksi polymeraasiketjureaktio oli aikaa vievä tutkimusmenetelmä. Ennen PCR-tekniikan kehittymistä polymeraasiketjureaktion syklin vaiheet piti tehdä käsin, joka tarkoitti näytteen siirtämistä manuaalisesti lämmitysaltaasta toiseen. PCR-laitteiden automatisointi johti nopeampaan tutkimusaikatauluun ja mahdollisti tutkimiskohteiden laajentamisen. (Tan, K 2017.) Nykyaikaiset PCR-laitteet ovat mahdollistaneet tarkemmat lämpötilaparametrit, joilla voidaan ajaa nopeampia syklejä. Laitteisiin on nykyään lisätty mahdollisuus tutkia näyte koneen optiikalla. Tämä helpottaa laborantin työtä niin, ettei näytettä tarvitse siirtää testin jälkeen toiseen koneeseen tutkittavaksi. Kun laitteeseen lisätään näytteen tutkimusmahdollisuus, se mahdollistaa myös ajon aikaisen näytteen tarkastelun.

## 4.2 PCR-syklilaitteen toiminta

PCR-syklilaitteen toiminta perustuu näytteen lämmittämiseen ja jäädyttämiseen. Polymeraasiketjun monistaminen tapahtuu sykleissä. Näytteissä olevat DNA-säikeet lämmitetään 94–98 °C noin 20–30 sekunnin ajaksi vaihtelevasti riippuen siitä, mitä DNA-molekyyliä koitetaan monistaa.



Kuva 2. Kuvassa näkyy polymeerasiketjureaktio kuvitettuna (abm inc. 2021).

Kuvassa 2 näkyvässä ensimmäisessä vaiheessa on tarkoitus saada näyte denaturoitumaan. Denaturoituminen tarkoittaa, että DNA-säikeiden vastinjuosteet irtoavat ja säikeet erottuvat toisistaan. Seuraavana vaiheena syklissä on jäädyttää näyte 50–65 °C:een riippuen tutkittavasta näytteestä. Jäädyttämällä näytettä säikeisiin liittyy spesifiset alukkeet, katso kuva 2, vaihe kaksi. Lämpötilalla pystytään määrittämään tietty kohta säikeestä, jota halutaan monistaa. Tämän avulla pystytään saamaan enemmän haluttua DNA:ta, joka helpottaa tutkimista. Viimeisenä vaiheena syklissä on kuvan 2 mukainen kolmas vaihe eli ekstensiovaihe, jossa pidennetään aikaisemmin säikeeseen liittynyt alue. Ekstensiovaiheessa vastinjousteen on tarkoitus kasvaa alkuperäisen yksisäikeen mittaiseksi. Tämä tapahtuu useimmiten lämpötilassa 72 °C, joka on useiden polymeerasientsyymien optimaalinen toimintalämpötila. (abm inc. 2021.)

$$2^{25} = 33\,554\,432$$

Kaava 1. Kaavassa DNA-molekyylin monistumismäärä 25 syklillä.

Näitä kolmea syklin vaihetta toistetaan useimmiten 25–45 kierrosta, jolloin DNA-ketjuja saadaan monistettua tarpeellinen määrä. Tarpeellisten kierrosten täytyttyä ajon loppuun ajetaan vielä noin kymmenen minuuttinen loppuekstensio. Loppuekstension tarkoituksena on varmistaa, että polymeerasientsyymi rakentaa DNA-säikeet loppuun asti. Kaavasta 1 ilmenee, kuinka pelkästään 25 kierroksella on mahdollista tuottaa lähes 34 miljoonaa kopiota DNA-molekyylistä. (abm inc. 2021.)

#### 4.3 PCR-laitteen käyttökohde

PCR-laitteiden amplifikoinnin avulla on mahdollista tutkia näytteistä tauteja ja geneettisiä muutoksia. Näytteestä pystytään tutkittujen lämpötilasyklien avulla monistamaan taudin DNA-säikeitä. (OpenPCR 2018.) Yleisimpiä tutkittavia tauteja ovat esimerkiksi Norovirus, kausi-influenssat ja vuoden 2020 aikana tärkeäksi noussut COVID-19 (Abacus Diagnostica 2021). COVID-19 viruksen myötä kiinnostus PCR-tutkimuslaitteiden käyttöön on ollut huomattavassa nousussa. PCR-laitteiden etu muihin testilaitteisiin verrattuna on ollut tulosten tarkkuus. PCR:llä tehdyn COVID-19 testin tarkkuuteen vaikuttaa myös paljon näytteenottotapa. Prosentuaaliset tarkkuudet näkyvät taulukosta 1.

Taulukko 1. Taulukko yleisimpien näytetyyppien mittaustarkkuuksista (Ghoshal & ym. 2020).

<b>Näytetyyppi</b>	<b>Tarkkuus</b>
<b>Nenänlimakalvojen näyte</b>	63 %
<b>Nielun vanupuikkonäyte</b>	32 %
<b>Ulostenäyte</b>	48.1 %
<b>Verinäyte</b>	1-3 %
<b>Ysköksen näyte</b>	72-75 %

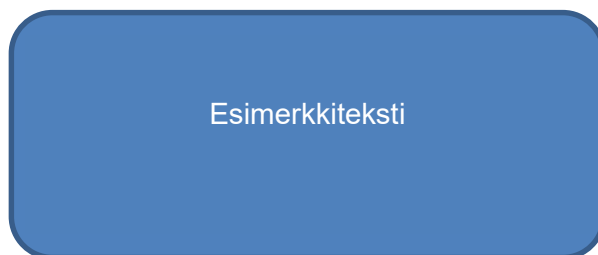
PCR-tutkimuslaitteiden avulla on myös mahdollista tutkia veden laatua, ruokien turvallisuutta ja manipuloida DNA:ta geneettisten muutosten vuoksi (OpenPCR 2018).

## 5 PCR-LAITTEEN KOKOONPANO TYÖOHJEEN PÄIVITTÄMINEN

Laitteen työohjeen päivittäminen aloitettiin tutkimalla vanhoja työohjeita. Vanhoista työohjeista huomasi, kuinka ohjeet olivat teemaltaan ahdistavat ja kankeat. Ohjeiden sivulla oli useimmiten yksi kuva kohden yhtä sivua ja muu sivu täynnä tekstiä. Vanhoja ohjeita ei ollut päivitetty vuoden 2012 jälkeen, joten samalla lisättiin päivitettyjä työtapoja ja muunneltuja komponentteja. Ohjeiden päivittämisellä oli tarkoitus luoda helpompi oppimisympäristö uusille työntekijöille sekä kehittää vanhojen työntekijöiden työtapoja yhteiseksi.

### 5.1 Teeman ja väritysten valinta

Työohjeiden luontiin käytettiin työkaluna Microsoftin Word-ohjelmaa. Ohjeissa päätin käyttää tekstilaatikkoina pyöreäreunaisia suorakulmioita. Päätin käyttää kyseisiä muotoja pehmeän reunan takia, jotta ruudukot näyttävät mukavammalta silmille. Toinen syy pyöreäreunaisen suorakulmion käyttöön oli Wordissa ilmenneet kohdistamisongelmat. Tällä tavalla se olisi huomaamattomampaa, vaikka tekstilaatikot eivät olisi linjassa. Tekstilaatikoissa käytettävän täyttövärin valintaan vaikutti toimeksiantajan aikaisemmin tekemät työohjeet toiseen laitteeseen. Toimeksiantajan toisen laitteen ohjeet olivat tehty käyttäen oranssia täyttö- ja huomiovärinä, joten päätin käyttää vastaväriä sinistä. Vastavärin käyttäminen ohjeistuksessa helpottaisi ohjeiden erottamista toisistaan työpisteillä. Kuvassa 3 näkyy tekstilaatikon muoto, väri ja tekstin väri. Sinisen perusvärin sijaan sävyksi valittiin miedompi ja pastellimaisempi sinisen sävy. Valitsin miedomman värin, että tekstiä olisi helpompi lukea. Tekstin väriksi valikoitui valkoinen, jotta se erottuu tehokkaasti sinisestä pohjaväristä. Sinisen ja valkoisen värin yhdistäminen toimii hyvin myös mahdollisten mustavalkotulostusten varalta.



Kuva 3. Kuva ohjeissa käytetystä tekstilaatikosta.

## 5.2 Kuvien käyttö ohjeissa

Kuvia oli tarkoitus käyttää siten, että kuva näyttää työvaiheen ja tekstilaatikolla vain lisätään tietoa. Otin kuvat työvaiheista työni ohessa ja pyrin olemaan itse työvaiheen tekijänä. Kuvien valinnassa oli muutama kriteeri, joita koitin noudattaa ohjeiden tekemisessä.

### 5.2.1 Kuvien laatu

Ottaessani kuvia puhelimellani huomasin kuvattavien kappaleiden väristä muodostuvat vaikeudet. Suurin osa kappaleista oli värjätty eloksoinnilla mustaksi, jotta yksikön sisällä ei olisi ylimääräistä valoa haittaamassa mittatuloksia. Kuvauksen kannalta tämä tuotti vaikeuksia, jos kappaleessa oli eritasoisia ohennuksia tai reikiä, joihin piti kiinnittää huomiota ohjeissa. Kuvien tarkkuus ei tuottanut ongelmia ottaessani kuvat 4000x3000 resoluutiolla. Tämä mahdollisti kuvien rajaamisen ja zoomaamisen ilman kuvanlaadun heikentymistä.

### 5.2.2 Kuvien muokkaus ohjeisiin

Kuvatessa kappaleita käytin taustana työpisteiden tasoja, joista osa on ollut käytössä useita vuosia. Kuviin tuli siis tausta, joka oli vaihtelevan värinen ja huonossa kunnossa. Nämä huonokuntoiset taustat osoittautuivat hankalaksi kuvien asetteluvaiheessa, kun poistin kappaleiden taustoja. Taustojen poistamisen tarkoituksena oli saada kappaleet erottumaan paremmin ohjeista ja säästämään tilaa. Taustojen poistaminen olisi ollut helpompaa, jos kuvausvaiheessa olisi käyttänyt tasaväristä taustaa. Toinen helpottava tekijä kuvien muokkaamiseen olisi ollut oikea kuvanmuokkausohjelma. Muokkasin ohjeisiin kuvat lisäämällä ne Microsoft Word-ohjelmaan, jossa muokkasin kuvan taustaa pois. Yksi vaikeuttava tekijä taustan poistamisessa oli puhelimeni automaattitarkennus. Automaattitarkennuksella tarkoitetaan, kun otat kuvan se tarkentaa kohteen, mutta sumentaa taustan. Tämä tuotti ongelmia muokatessani taustaa pois kuvista. Automaattitarkennus sumensi välillä liiankin läheltä kappaleen muotojen ympäriltä. Tällöin taustan poistaminen tuotti vaikeuksia, kun ohjelma ei ymmärtänyt mistä kohdasta kappale alkoi. Tämän vuoksi kappaleiden suorista reunoista tuli epätasaisia.

### 5.3 Tekstin tyyppi


Ohjeisiin oli tarkoitus luoda teksti sillä tarkoituksella, että turhaa tekstiä olisi mahdollisimman vähän. Turhalla tekstillä tarkoitetaan sitä, mitä pystyy paremmin näyttämään kuvilla. Tekstin tarkoitus oli toimia tukevana osiona ohjeistuksessa. Teksti pysyi suurimmalta osaltaan tiiviinä ja ytimekkäänä. Joitain kohtia oli lähes mahdotonta selittää kuvien avulla, joten nämä aukot piti täyttää tekstillä, siten että ohjeet olisivat selkeät. Esimerkiksi kuvan käyttäminen kuvastamaan, miltä hammaspyörän kireys pitäisi tuntua hammastanko vasten. Tämmöisissä tilanteissa kuvailtiin kitkan määrä ja sormituntemuksia. Tekstiosuuksissa eroteltiin samanlaisten osien spesifikaatiot sekä kokoonpanokuvien osanumerointi. Osista käytettiin osanumeroiden rinnalla puhekielisiä nimityksiä, joita on käytetty työyhteisössä, jotta tekstiä olisi helppo tarkastella silmäilemällä.

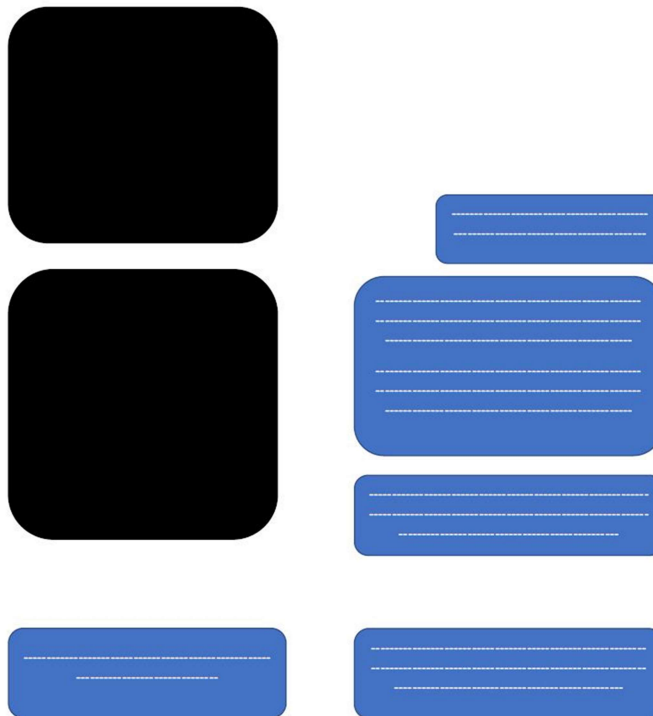
### 5.4 Kuvien ja tekstin sommittelu

Ohjeisiin oli tarkoitus luoda hyvin yhteen toimiva kuvien ja tekstin symbioosi. Kummankaan käyttäminen erikseen ei olisi kauhean tehokasta, mutta näiden yhdistämisellä olisi tarkoituksena luoda toisiaan paikkaava yhteistyö. Esimerkiksi pelkän tekstin käyttäminen on mahdollista, mutta kuvilla pystyy näyttämään helposti, mihin kohtaan komponentit pitää asentaa. Toisin taas pelkkien kuvien käyttäminen ei pysty kertomaan, mitkä kappaleet asennetaan missäkin vaiheessa. Ohjeissa käytettiin logiikkana, että ohjeissa edettäisiin kuvasta kuvaan ja työvaiheet tehtäisiin kuva kerrallaan. Ajattelin alkuvaiheessa käyttäväni numerointia tekstilaatikoissa selkeyttääkseni työjärjestystä. En kokenut tätä tarpeelliseksi, koska työvaiheet etenivät lähes koko ajan ylhäältä alaspäin ja vasemmalta oikealle. Otsikossa 5.2.2 kerroin muokanneeni kuvista taustoja pois. Suoritin tämän toimenpiteen, jotta ohjeisiin jäisi kuvien ympärille tilaa tekstilaatikoille. Lisäämällä tilaa kuvien ympärille sain myös poistettua ohjeista ahtautta. Tällä tavalla sain helposti lisättyä ohjeisiin soljuvuutta ja helppolukuisuutta.

## 5.5 Lopullinen ohjeen muoto

Lopulliseen työohjeen muotoon vaikuttivat monet eri asiat. Kuvassa 4 näkyvä datalaatikko yläreunassa tuli vaatimuksena toimeksiantajalta. Datalaatikkoon haluttiin näkyviin ohjeiden oma numerointi, tekijän nimi, ohjeiden hyväksyjä, laitteen nimi, johon työohjeet on tehty, sivumäärä, viimeisin päivityspäivämäärä ja ohjeen versio.

Code		Pages 1/122	
Author Jerry-Jeremy Uotila	Approved	Date 7.5.2021	
Name		Version 1.0	



Kuva 4. Esimerkkikuva työohjeen lopullisesta mallista.

Kuva 4 on työohjeesta kopioitu yksi sivu, josta on muutettu siinä olevat tekstit viivokseksi ja kuvat värjätty mustaksi. Lähes jokaisella työohjeen sivulla on kaksi tai useampia kuvia, joiden avulla pystyi selkeyttämään milloin mitäkin osaa kasattiin. Sinisiin tekstilaatikoihin olin kirjoittanut ohjeistuksia kokoonpanoon liittyen. Sinisiin laatikoihin oli useasti liitetty nuoli, joka osoitti kuvassa näkyvään kohtaan tarkentaen työstettävän osan. Joidenkin yksiköiden ohjeistuksen alkuun liitin keltaisen tekstilaatikon.

Keltaisiin laatikoihin kirjoitin, jos yksikkö vaatii erillistä varovaisuutta, esimerkiksi maadoitusrannekkeen käyttöä. Päädyin keltaiseen värin käyttöön muista väreistä hyvän erottuvuuden vuoksi. Ohjeissa käytettiin muutamiin otteisiin taulukoita, joiden avulla pystyttiin esimerkiksi luettelemaan seuraavaan vaiheeseen tarvittavat osat tai tiettyjen osien järjestyksen. Muutamissa työvaiheissa oli useampia osia, joita piti liittää melkein samanaikaisesti. Tämän ohjeistuksen olisi voinut toteuttaa useammalla kuvalla peräkkäin, mutta säästin pituudessa laittamalla yhden kuvan ja erottelemalla korotusruuvi-koot erilaisilla muodoilla ja väreillä. Erottamalla osien tunnistuksen värillä sekä muodolla varmistin tunnistamisen, vaikka ohjeet tulostettaisiin mustavalkoisena. Alkuun oli tarkoitus järjestää työvaiheet numerojärjestykseen. Luovuin ideasta, koska numeroinnit olisi voinut helposti sekoittaa kokoonpanokuvien osanumerointien kanssa. Omasta mielestäni sain pidettyä koko työohjeen ajan samankaltaisen teeman sekä soljuvan etenemisen. Tekstilaatikot koitin pitää samassa linjassa aina yhden sivun ajan ja käyttää samankokoisia laatikoita. Alussa tehdessäni tekstilaatikoita summittaisessa järjestyksessä ja koossa huomasin, kuinka ohjeistus vaikutti rönsyilevältä sekä epäammattimaiselta. Kuvien muokkauksessa olisi kannattanut käyttää parempia kuvanmuokkausohjelmia. Tämän avulla olisi saanut selkeämpiä reunoja yksiköiden kuviin.

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda toimivat työohjeet auttamaan toimeksiantajaa uusien työntekijöiden perehdyttämisessä ja toimimaan varmistavana työkaluna eli muistin tukena kokeneemmille työntekijöille. Opinnäytetyön tuloksena valmistunut työohje luotiin tiiviissä yhteistyössä yrityksen kanssa, mikä varmisti juuri oikean tyyppisen työohjeen tekemisen. Työohjeet varmistavat laitteen kokoonpanon etenevän halutulla tavalla. Tarkat työohjeet mahdollistavat yhtenäisemmän laadun tuotannossa. Toimeksiantajalle toimitettiin toimintaa kehittäviä ja selkeitä työohjeet.

Opinnäytetyönä luodut työohjeet voitiin todeta onnistuneeksi palautteen perusteella. Palautteessa kehuttiin työohjeiden selkeää järjestelyä, joka varmisti järjestelmällisen etenemisen. Työohjeiden visuaalisesta materiaalista saatiin erittäin hyvää palautetta. Kuvien määrä on ollut erittäin hyödyllinen uusille työntekijöille, jotka ovat voineet varmistaa etenemistään ohjeista. Väriteeman ansiosta työohjeet oli helppo erottaa muista kokoonpano-ohjeista.

Opinnäytetyö tulee olemaan hyödyllinen myös tulevaisuudessa hyvän ohjepohjan ansiosta. Laadukkaasti tehty pohja varmistaa tulevaisuudessa työohjeiden helpon ja mutkattoman päivittämisen. Työohjeita on tarkoitus päivittää vuosittain, jolloin hyvät työtavat ja muutokset saadaan myös päivitettyä ohjeiden muodossa. Ohjeiden alkutekstiin lisäsin kohdan, jossa pyydetään merkitsemään puutteellisia tietoja ja parempia työtapoja suoraan ohjeisiin. Tällä vältytään kokonaiselta tiedonkeruuprosessilta, kun kerätään tieto suoraan vanhoista ohjeista.

Työohjeiden teko oli pitkä prosessi. Ohjeisiin on otettu jokaiseen työvaiheeseen reilusti kuvia, joiden ottaminen kesti yhteensä päiviä. Ohjeisiin tiedon ja kuvien keräämisen yritin suorittaa häiritsemättä tuotannon tahtia. Ohjeiden tekemisessä eniten aikaa kulutti kuvien muokkaaminen ja sommittelu. Useita kertoja muutin kuvien ja tekstilaatikoiden paikkoja seuraavana päivänä huomattessani jonkin tärkeän jääneen peittoon tai työvaiheen mennessä väärässä järjestyksessä. Viimeisimpänä työvaiheena tarkastin koko tekstin ja korjasin kirjoitusvirheitä sekä tarkensin liimojen ja rasvojen merkkejä ja malleja. Mielestäni ohjeistuksesta tuli hyvä ja luonteva työkalu tuotantoon.

## LÄHTEET

Abacus Diagnostica. 2021. Products. Saatavilla osoitteessa: <https://www.abacusdiagnostica.com/products/> Viitattu 6.4.2021.

Abm inc. 2021. Polymerase Chain Reaction (PCR) - An introduction. Saatavilla osoitteessa: [https://old.abmgood.com/marketing/knowledge\\_base/polymerase\\_chain\\_reaction\\_introduction.php](https://old.abmgood.com/marketing/knowledge_base/polymerase_chain_reaction_introduction.php) Viitattu 6.4.2021.

Ghoshal & ym. 2020. A guide to laboratory diagnosis of Corona Virus Disease-19 for the gastroenterologists. Saatavilla osoitteessa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7462729/> Viitattu 6.4.2021.

Inter Ikea Systems B.V 1999-2021. MICKE Laatikosto+Pyörät. Saatavilla osoitteesta: [https://www.ikea.com/fi/fi/assembly\\_instructions/micke-drawer-unit-on-castors-white\\_AA-473960-5\\_pub.pdf](https://www.ikea.com/fi/fi/assembly_instructions/micke-drawer-unit-on-castors-white_AA-473960-5_pub.pdf) Viitattu 27.4.2021.

Kagan, J. 2020. Original Equipment Manufacturer (OEM). Saatavilla osoitteessa: <https://www.investopedia.com/terms/o/oem.asp> Viitattu 31.5.2021.

Kotimaisten kielten keskus ja Kielikone Oy. 2021. Kielitoimiston sanakirja. DNA. Saatavilla osoitteessa: <https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/#/DNA> Viitattu 31.5.2021.

National Human Genome Research Institute. 2021. Polymerase Chain Reaction (PCR). Saatavilla osoitteessa: <https://www.genome.gov/genetics-glossary/Polymerase-Chain-Reaction> Viitattu 31.5.2021.

OpenPCR. 2018. What is PCR?. Saatavilla osoitteessa: <https://openpcr.org/what-is-pcr/> Viitattu 6.4.2021.

Solunetti. 2006. Entsyymit. Saatavilla osoitteessa: <https://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/entsyymit1/2/> Viitattu 31.5.2021.

Springer Nature Limited. 2021. Gene amplification. Saatavilla osoitteessa: <https://www.nature.com/subjects/gene-amplification> Viitattu 31.5.2021.

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2015. SFS-EN ISO 9001. Saatavilla osoitteessa: <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/9/394310.html.stx> Viitattu 31.5.2021.

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2016. SFS-EN ISO 13485. Saatavilla osoitteessa: <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/412802.html.stx> Viitattu 31.5.2021.

Tan, K. 2017. 30 Years of Thermal Cyclers Innovations #1: The World's First Thermal Cyclers and How it Advanced Science. Saatavilla osoitteessa: <https://www.thermo-fisher.com/blog/behindthebench/30-years-of-thermal-cyclers-innovations-1-the-worlds-first-thermal-cycler-and-how-it-advanced-science/> Viitattu 6.4.2021.

THL. 2021. Koronavirus COVID-19. Saatavilla osoitteessa: [https://thl.fi/fi/web/infektio-  
taudit-ja-rokotukset/taudit-ja-torjunta/taudit-ja-taudinaiheuttajat-a-o/koronavirus-covid-  
19](https://thl.fi/fi/web/infektio-taudit-ja-rokotukset/taudit-ja-torjunta/taudit-ja-taudinaiheuttajat-a-o/koronavirus-covid-19) Viitattu 31.5.2021.

Turun Tekotekniikka Oy. 2021. Yritystiedot. Turun Tekotekniikka Oy. Saatavilla osoitteessa: <http://www.tekotekniikka.fi/yritys.html> Viitattu 1.6.2021.