

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikka

2022

Santeri Matomäki

# Nestetuikelaskimen kokoonpano- ohjeiden luonti



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikan koulutus, Koneautomaatiotekniikka

2022 | 24 sivua, 0 liitesivua

Santeri Matomäki

## Nestetuikelaskimen kokoonpano-ohjeiden luonti

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda kokoonpano-ohjeet Hidex 600SLe nestetuikelaskimelle. Kokoonpano-ohjeiden tarkoituksena oli nopeuttaa tuotteen läpimenoaikaa, saada tasalaatuisempaa tuotetta ja tehostaa tuotantoa. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Turun Tekotekniikka Oy.

Opinnäytetyössä käsitellään teoriaa kokoonpanosta, ohjeistuksesta ja nestetuikelaskimesta. Opinnäytetyön aikana tehtiin kokoonpano-ohjeet Hidex 600SLe laitteeseen samalla kun laitetta kokoonpantiin.

Opinnäytetyön tuloksena valmistui valmiit kokoonpano-ohjeet toimeksiantajan käyttöön. Kokoonpano-ohjeista tuli apuväline uusien työntekijöiden perehdyttämiseen sekä apuväline kokeneille työntekijöille kokoonpanotyöhön.

Asiasanat:

Dokumentaatio, kokoonpano-ohje, nestetuikelaskuri.

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical engineering, Machine automation

2022 | number of pages 24, number of pages in appendices 0

Santeri Matomäki

## The creation of liquid scintillation counter assembly instruction

The purpose of this thesis was to create assembly instructions for the Hidex 600SLe liquid scintillation counter. The purpose of the assembly instructions was to speed up the product's lead time, obtain a more uniform product, and make production more efficient. The thesis was commissioned by Turun Tekotekniikka Oy.

This thesis covers the theory, assembly, and instruction of the liquid scintillation counter. During the thesis, assembly instructions were made for the Hidex 600SLe device while the device was being assembled.

As a result of the thesis, ready-made assembly instructions were completed for the client's use. The assembly instructions became a tool for new employee familiarization as well as an aid for experienced assembly workers.

Keywords:

Documentation, assembly instruction, liquid scintillation counter

# Sisältö

<b>Käytetyt lyhenteet ja sanasto</b>	<b>6</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>8</b>
<b>2 Toimeksiantaja</b>	<b>9</b>
<b>3 Nestetuikelaskin</b>	<b>10</b>
3.1 Nestetuikelaskimen käyttö	10
3.1.1 Tuikeilmaisin, tuikeaineet ja valomonistinputki	10
3.2 Hidex 600SLe	11
<b>4 Kokoonpano-ohje</b>	<b>14</b>
4.1 Kokoonpano	14
4.2 Ohjeistuksen tekeminen	14
4.3 Osaaminen ja hiljainen tieto	15
4.4 Ohjeiden vaikutukset	16
<b>5 Kokoonpano-ohjeiden suunnittelu- ja luomisprosessi</b>	<b>17</b>
5.1 Lähtökohdat	17
5.2 Suunnittelu	18
5.3 Kokoonpano-ohjeiden valmistus	18
5.4 Valmis kokoonpano-ohje	19
<b>6 Kokoonpano-ohjeiden vaikutukset</b>	<b>21</b>
<b>7 Yhteenveto</b>	<b>22</b>
<b>Lähteet</b>	<b>23</b>

## Kuvat

Kuva 1 Valomonistinputken toiminta (Matsusada Precision 2022.).	11
Kuva 2 Mittakammio (Hidex 2022).	12
Kuva 3 Hidex 600SLe (Hidex 2022).	13
Kuva 4 Vasemmalla Hidex 600SLe ja oikealla Hidex 600SL (LabLogic 2016; LabLogic 2022)	17
Kuva 5 Kuvituskuva kokoonpano-ohjeen mallista	20

## Käytetyt lyhenteet ja sanasto

Alfa-säteily	Koostuu varatuista hiukkasista, jotka pysähtyvät paperiarkkiin eivätkä läpäise paperiarkkia (Lehto ym. 2018, 85-86).
Beta-säteily	Koostuu varatuista hiukkasista, joka ei läpäise alumiinilevyä, jonka paksuus on pari millimetriä (Lehto ym. 2018, 85, 87).
DFA	Desing For Assembly (VTT 2011, 12.)
Gammasäteily	Sähkömagneettista säteilyä, joka on hyvin lyhytaaltoista ja suurenergistä. Gammasäteilyä pystytään vaimentamaan raskaiden alkuaineiden avulla, kuten esimerkiksi lyijyn. (Lehto ym. 2018, 85, 92.)
ISO:13485:2016	Standardi, jossa määritellään laadunhallintajärjestelmälle vaatimukset organisaatiolle, joka tarjoaa lääkinnällisiä laitteita ja palveluita lääkinnällisiin laitteisiin (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2016).
ISO:9001:2015	Standardi, jossa määritellään vaatimukset laadunhallintajärjestelmiin asiakasvaatimuksien mukaisesti (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2015).
Luminesenssi	Häiriötekijä nestetuikelaskennassa, jossa absorboitunut energia vapautuu valofotonina molekyylin viritystilan purkautuessa (Ikäheimonen ym. 2022, 172.).
Staattinen sähkö	Häiriötekijä nestetuikelaskennassa, joka syntyy näytepulloihin niitä käsiteltäessä. Lasipullojen pinnalle syntyy vähemmän staattista sähköä kuin muovipulloihin. (Ikäheimonen ym. 2022, 173.)
Tausta	Häiriötekijä nestetuikelaskennassa, joka voi syntyä valomonistinputkien kohinasta, ympäristön säteilystä tai kosmisesta säteilystä. (Ikäheimonen ym. 2022, 172.)

TDCR	Triple to double coincidence ratio. (Hidex. 2022.)
Tsherenkovin säteily	Sähkömagneettinen säteily, joka syntyy varauksellisen hiukkasen liikkeessa aineessa valon nopeutta nopeammin. (Klemola, S. 2022, 126.)

# 1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö tehtiin Turun Tekotekniikka Oy:lle syksyn 2022 aikana. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä kokoonpano-ohjeet Hidex 600SLe nestetuikelaskimeen, joita kyseiseen laitteeseen ei ollut olemassa entuudestaan. Kokoonpano-ohjeiden tarkoituksena on luoda selkeä ohjeistus, joka nopeuttaa laitteen valmistamista ja helpottaa uusien asentajien perehdyttämistä laitteen kokoonpanoon sekä nopeuttaa kokeneempaa työntekijää työssään. Laadittavat kokoonpano-ohjeet parantavat laatua, tehostavat tuotantoa ja säästävät aikaa kokoonpanossa.

Tässä työssä perehdytään nestetuikelaskimen toimintaan, kokoonpano-ohjeiden teoriaan ja kokoonpano-ohjeiden luomisprosessiin sekä niiden vaikutuksiin. Valmiissa kokoonpano-ohjeissa kerrotaan yksikkökohtaisesti kokoonpanon työvaiheet ja huomiot. Kokoonpano-ohjeissa on käytetty tekstiä, kuvia ja räjäytyskuvia, jotka kaikki ovat pyritty linkittämään yhteen selkeyttääkseen ohjeita. Kokoonpano-ohjeissa käytetään lähdetietona vanhan laitteen kokoonpano-ohjeita, työntekijöiden tietoja sekä omia tietoja kokoonpanosta. Kokoonpano-ohjeet laadittiin samalla kun Hidex 600SLe laitetta rakennettiin. Näin ollen kokoonpano-ohjeiden laatiminen oli helpompaa, kun näki konkreettisesti eri osakokoonpanojen ja koko laitteen valmistuksen. Kokoonpano-ohjeet ovat salassa pidettävää materiaalia, joten tässä työssä ei ole esitelty kokoonpano-ohjeita eikä sitä ole liitetty opinnäytetyön liitteisiin.

## 2 Toimeksiantaja

Toimeksiantajana opinnäytetyössä toimii Turun Tekotekniikka Oy, joka on sopimusvalmistaja tutkimus- ja mittalaitteille. Yritys on erikoistunut vaativiin osajajalaitteiden ja laitekokoonpanoihin sekä materiaalin hankintaan ja testaukseen. Laitteet, joita yritykseltä tilataan menevät käyttöön esimerkiksi lääketeollisuuteen, sairaaloihin ja tutkimuslaitoksille. Ammattikäyttöön tarkoitetut laitteet ovat kliinisiä ja analyttisiä instrumentteja. Laitteet, joita yrityksessä valmistetaan vaihtelevat kooltaan pienistä käteen mahtuvista aina suurikokoisiin instrumentteihin, jotka seisovat lattialla. Laitteet sekä osakokoonpanot valmistetaan asiakkaan vaatimuksien mukaisesti noudattaen heidän dokumentteja ja puhtausvaatimuksia valmistusprosessin aikana. (Turun Tekotekniikka Oy 2022.)

Yrityksen toimintaan ja osaamiseen kuuluu globaali materiaalihankinta, prototyyppien valmistus, sarjatuotanto, tuoteperheiden OEM-valmistus, suunnittelu ja toteutus toiminnallisiin testausjärjestelmiin, logistiikka, jäljitettävyys ja huoltopalvelut. (Turun Tekotekniikka Oy 2022.)

Korkean teknologian laitekokoonpanoihin yritys tarjoaa laadukkaita sovellettuja ratkaisuja. Projekteihin tarkkaavaisella perehtymisellä alusta alkaen ja yhtenäisellä yhteistyöllä yritys varmistaa viranomaisten ja asiakkaiden tuotteille vaatimat vaatimukset. Yrityksessä on käytössä standardit ISO 13485-2016 ja ISO 9001-2015, joiden mukaisesti tuotteiden kokoonpano suoritetaan ja laatuvarmistusta noudatetaan. (Turun Tekotekniikka Oy 2022.)

## 3 Nestetuikelaskin

### 3.1 Nestetuikelaskimen käyttö

Nestetuikelaskimen avulla pystytään mittaamaan alfa- ja beeta-aktiivisten aineiden säteilyä. Tämän lisäksi on mahdollista havaita röntgensäteilyä ja mitata näytteitä, jotka lähettävät Tsherenkovin säteilyä. Nestetuikelaskentaa käytetään hyväksi alhaisaktiivisten ympäristönäytteiden analysoinnissa sekä sairaaloissa ja biokemiassa. (Ikäheimonen ym. 2022, 165-166.)

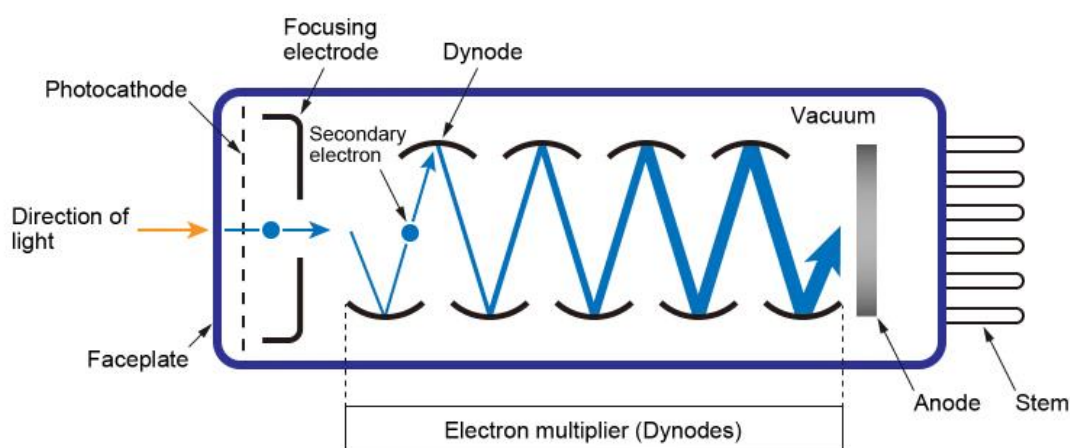
Mittauksessa usein näyteaine saatetaan nestemäiseen muotoon, mutta ainetta voidaan mitata myös kiinteässä muodossa. Näytteen saatettaessa nestemäiseen muotoon tehdään siitä liuos. Näytteestä tehdään homogeenistä seosta sekoittamalla näyte ja tuikeliuos. Energian siirtyminen näytteestä tuikeaineelle on tehokkainta, kun näyte on liuosmuotoinen. (Ikäheimonen ym. 2022, 166-167.)

Nestetuikepuollon materiaali vaikuttaa laskentatehokkuuteen, kuten myös nestetuikeliuos, vaimeneminen ja näytteen tilavuus. Muita häiritseviä tekijöitä mittauksessa ovat staattinen sähkö, luminesenssi ja tausta. Lyijysuojien avulla saadaan vähennettyä taustasta aiheutuvaa häiriötä. Taustaa voidaan vähentää myös alentamalla valomonistinputkien jännitystä ja suojaamalla valomonistinputket. Muita tapoja ovat käyttää näytepulloja ja tuikeaineliuoksia, joiden aktiivisuus on mahdollisimman pieni. (Ikäheimonen ym. 2022, 168-172.)

#### 3.1.1 Tuikeilmaisim, tuikeaineet ja valomonistinputki

Tuikeilmaisimen merkityksellisimmät komponentit ovat valomonistinputki ja tuikeaine. Tuikeaineina voivat olla orgaaniset ja epäorgaaniset aineet. Alfa-, beeta- ja gammasäteilyä voidaan mitata samanaikaisesti, jos samaan ilmaisimeen yhdistetään kerroksittain toisistaan eroavia tuikeaineita. (Klemola 2022, 122-123.)

Valomonistinputket ovat herkkiä kaikelle valolle ja niitä käytetään havaitsemaan heikkoa valoa. Tuikeaineen avulla säteily muutetaan heikoksi valoksi. (Matsusada Precision 2022.) Valomonistinputken avulla valo muutetaan sähköisiksi pulsseiksi (Ikäheimonen ym. 2022, 167). Valomonistinputken toiminnan näkee kuvasta 1, joka on seuraavanlainen. Ensin valofotoni tulee valomonistinputken sisälle ja osuu valokatodiin, jonka seurauksena syntyy valoelektroneja. Katodi, anodi ja dynodi vetää puoleensa valoelektroneja. Valoelektronit kulkeutuvat tyhjiön lävitse, jossa dynodien avulla saadaan vahvistettua ja kerrottua valoelektroneja. Lopulta valomonistinputken ulostulo saadaan virtana. (Matsusada Precision 2022.)

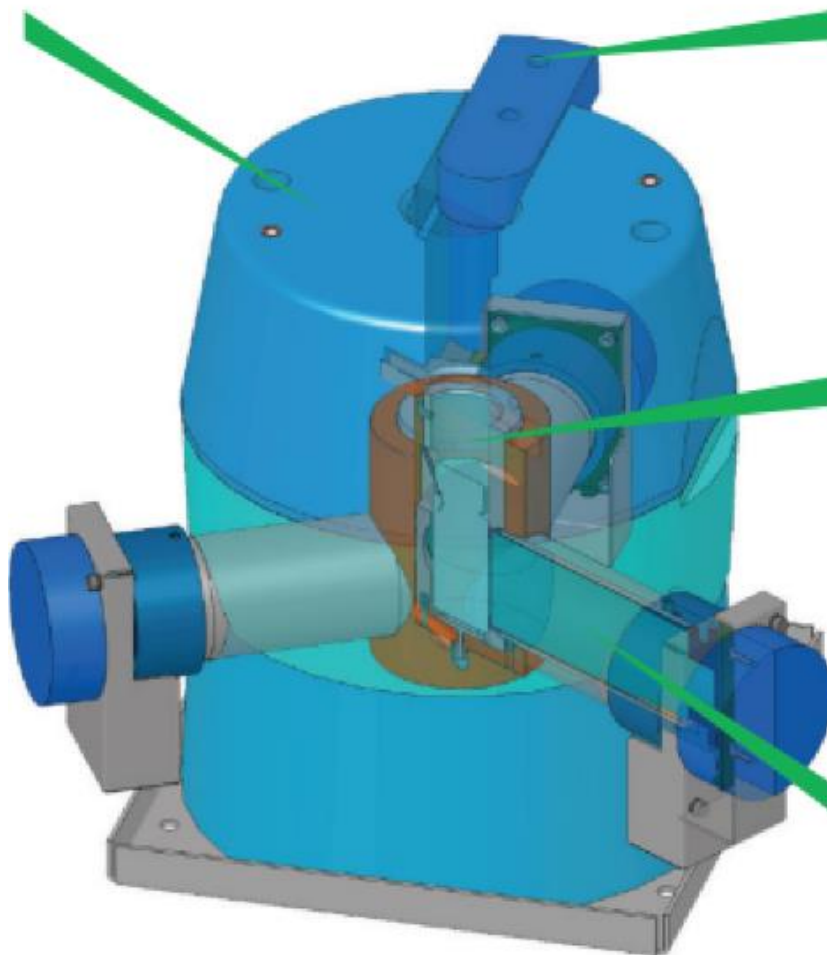


Kuva 1 Valomonistinputken toiminta (Matsusada Precision 2022.).

### 3.2 Hidex 600SLe

Hidex 600SLe on nestetuikelaskuri, joka nähdään kuvassa 3, jossa on kolme valomonistinputkea. Laite käyttää TDCR-laskentaa. TDCR-laskennassa kolmen tai kahden valomonistinputken tarvitsee antaa sama mittatulos, jotta tulosta voidaan käyttää. Laite on suunniteltu mittaamaan pieniä radioaktiivisuuksia. Kuvassa 2 on laitteen mittakammio, jossa näkyy lyijysuojus ja kolme

valomonistinputkea, jotka osoittavat mittakammioon. Mittauskammiossa on vähintään 70 mm lyijysuojaa jokaiseen suuntaan. (Hidex 2022.)



Kuva 2 Mittakammio (Hidex 2022).

Laitteeseen voidaan laittaa yhteensä viisisataa pientä näytepulloa tai kaksisataa isoa näytepulloa samaan aikaan. Pienten näytepullojen koot ovat 7 ml ja 5 ml. Isojen näytepullojen koko on 20 ml. Näytepullot laitetaan näytetelineisiin, joissa

on QR- tai viivakoodi tunniste. Tämän avulla varmistetaan näytteen ja tuloksen yhteneväisyys. (Hidex 2022.)



Kuva 3 Hidex 600SLe (Hidex 2022).

Hidex 600SLe:tä käytetään tietokoneella, jossa on käyttöjärjestelmänä Windows 10, joka on yhteensopiva MikroWin ohjelmistolle. Ohjelmisto on suunniteltu monille käyttäjille, jossa on graafinen käyttöliittymä. (Hidex 2022.)

## 4 Kokoonpano-ohje

### 4.1 Kokoonpano

Kokoonpanolla tarkoitetaan tuotekohtaisten osien ja tarvikkeiden liittämistä toisiinsa siten, että siitä syntyy toimiva tuote. Tuotteen valmistus saattaa sisältää osakokoonpanoja. Osakokoonpanot yhdistämällä saadaan valmistettua loppukokoonpanossa valmis kappale. Kokoonpanokustannukset ovat usein suuria, sillä ne vaativat kalliita henkilöstöresursseja. Kokoonpanotyötä voidaan automatisoida, jolloin henkilöstöresursseja ei tarvita niin paljon, mutta se ei ole aina kannattavaa. Kokoonpano saattaa sisältää työvaiheita, jotka voidaan yhdistää. Samankaltaiset työvaiheet kannattaa yhdistää yhdeksi työvaiheeksi. Työvaiheiden yhdistämisellä saadaan säästettyä aikaa. (VTT 2011, 11.)

Kokoonpano on myös paljon enemmän kuin osien liittämistä toisiinsa. Jotta tuote saadaan toimivana valmiiksi, on sen tärkein työvaihe kokoonpano. Valmiin tuotteen kokoonpano yhdistää seuraavat asiat yhteen. Suunnittelutiedot, jotka taas sisältää muotoilun, osien valmistuksen sekä logistiikan ja tuotteen toiminnan tiedot. (VTT 2011, 11.) Kokoonpanojärjestykseen vaikuttaa kokoonpantavuuden suunnittelu (Desing For Assembly, DFA). Suunnittelussa saattaa käydä huolimattomuuksia, jossa ei olla otettu huomioon tuotteen kokoonpantavuutta. Tämänlaisissa tilanteissa on saatettu keskittyä vain tuotteen toimivuuteen. Kuitenkin kokoonpanossa voidaan huolimattomuudella pilata tuotteen toimivuus. Kokoonpantavien osien laadun pitää myös olla riittävän hyvä tuotteen toimivuuden kannalta. (VTT 2011, 12.)

### 4.2 Ohjeistuksen tekeminen

Ohjeita tehtäessä on tärkeä esittää ohjeet helposti ymmärrettävässä muodossa, käyttää käskymuotoa ja esittää olennaiset tiedot ja vaiheet. (Kotimaisten kielten keskus 2022) Ohjeista ei siis kannata tehdä liian pitkiä vaan mahdollisimman vähin sanoin selittää tarvittavat tiedot. Jos kaikki tieto yritetään sisällyttää

ohjeisiin, on vaarana, että ohjeet venyvät liian pitkiksi. Näin ollen ohjeista tulee helposti raskaslukuiset. Kuvien käyttö on suositeltavaa, sillä niihin saadaan sisällytettyä paljon tietoa, jota kirjallisuudella on vaikea kuvailla. Kuvien avulla pystytään osoittamaan helposti mistä jokin tieto löytyy. (Makkonen & Lavikainen 2020)

Erityisesti kannattaa kiinnittää huomiota myös niin sanottuihin itsestäänselvyyksiin. Asia, joka ohjeen tekijälle saattaa vaikuttaa itsestäänselvyydeltä ei välttämättä ole ohjeen käyttäjälle. On myös hyödyllistä selittää termejä ja lyhenteitä, joita ohjeissa käytetään. Ohjeissa kannattaa kiinnittää huomiota rakenteeseen. Väliotsikkojen käyttö selkeyttää ohjeita. Tarvittaessa kannattaa myös käyttää kuvia apuna. Jokaisen kohdan vaiheet ja asiat tulevat olla järkevissä järjestyksessä. (Kotimaisten kielten keskus 2022)

#### 4.3 Osaaminen ja hiljainen tieto

Omissa työtehtävissämme käytämme omaa osaamistamme apuna. Oma osaamisemme muodostuu monista eri tekijöistä. Tekijät, jotka vaikuttavat osaamiseemme ovat tiedot ja taidot ammatissamme sekä persoonalliset puolet. Persoonallisia puolia tulee perimästä, mutta niin myös syntymälahjat vaikuttavat. Toiset nimittäin ovat luonnostaan taitavia käsistään, kun taas toiset eivät. Osaaminen työnteossa tarkoittaa tietojen ja taitojen hallintaa ja soveltamista työn vaatimalla tasolla. Osaamisvaatimukset kehittyvät koko ajan ja niin ikään omaa osaamista on kehitettävä. Osaaminen on sidoksissa kontekstiin ja se syntyy kokemuksen ja koulutuksen tuloksena. (Virtainlahti 2009, 23 & 26.)

Hiljaiseksi tiedoksi kutsutaan taitoa, jonka henkilö osaa hyvin ja on muuttunut automaatioksi. Tämänlaista taitoa on vaikea tunnistaa omasta toiminnasta ja se vaikuttaa henkilön päätöksentekoon ja toimintaan. (Virtainlahti 2009, 39.)

Hiljaisen tiedon jakaminen on tärkeää, sillä se tuo organisaatioon jatkuvuutta ja varmuutta. Työnantajalla on kaikki oikeus vaatia työntekijää jakamaan toisille hiljaisen tiedon, osaamisen ja tietämyksen. Jaettu tieto hyödyttää organisaatiossa kaikkia. Se auttaa organisaation jäsenten tietämystä sekä itse

organisaation tulevaisuuden toiminnan kehittämistä ja nykyhetken tiedon ylläpitoa. Tietojen ollessa mahdollisimman monen halussa on esimerkiksi sijaisuuksia helpompi järjestellä. Hiljainen tieto pitää sisällään hyviä käytäntöjä sekä toimintamalleja, joita kannattaa jakaa, jotta työntekeminen olisi mahdollisimman sujuvaa. Hyvien käytäntöjen avulla saadaan pidettyä laatu korkealla ja virheet minimaalisina. Hyvien toimintamallien avulla saadaan säästettyä aikaa. (Virtainlahti 2009, 107-109)

#### 4.4 Ohjeiden vaikutukset

Hyvin laaditulla ohjeistuksella saadaan vaikutettua merkittävästi esimerkiksi tuotannon laatuun ja siitä johtuviin reklamaatioihin. Tuotannon laadun parantuessa mahdollisesti myös asiakastytyväisyys kasvaa sekä tuotannon läpimenoaika pienenee. Edellä mainitut asiat vaikuttavat tuoton paranemiseen yritystoiminnassa. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 229.)

## 5 Kokoonpano-ohjeiden suunnittelu- ja luomisprosessi

### 5.1 Lähtökohdat

Tuotetta Hidex 600SLe valmistetaan Turun Tekotekniikassa. Tuotetta on valmistettu muutamia kappaleita, eikä siihen ole olemassa kokoonpano-ohjeita. Tuotteeseen on olemassa sähkökuvat sekä räjäytyskuvat, joiden avulla aikaisemmin tuotetta on valmistettu.

Hidex 600SLe on uusi paranneltu versio laitteesta Hidex 600SL. Laitteet ovat toimintatavaltaan samanlaisia. Suurimmat erot ovat muotoilu, joka on käyttäjäystävällisempi, paranneltu jäähdytin, vakaampi ohjelmisto ja QR-koodin lukumahdollisuus (Hidex 2022.). Kuvasta 4 näkee suurimmat ulkonäölliset erot uuden ja vanhan version välillä.

Vanhaan versioon on olemassa kokoonpano-ohjeet. Kokoonpano-ohjeet eivät sisältäneet jokaista osakokoonpanoa ja ohjeista puuttuivat joitakin pieniä yksityiskohtia eli hiljaista tietoa, jotka hyödyttäisivät kokoonpanossa. Näin ollen tämän laitteen kokematon kokoonpanija joutui ohjeista huolimatta kyselemään apua usein kokeneemmalta kokoonpanijalta.



Kuva 4 Vasemmalla Hidex 600SLe ja oikealla Hidex 600SL (LabLogic 2016; LabLogic 2022)

## 5.2 Suunnittelu

Ennen ohjeiden aloittamista on hyvä suunnitella, minkälaisiksi työohjeet halutaan tehdä niin visuaalisesti kuin sisällöltään. Ohjeita on myös hyvä pohtia ohjeen käyttäjien näkökulmasta, jotta ohjeista tulisi mahdollisimman helppokäyttöiset ja tehokkaat. Näin ohjeista tulee yritykselle mahdollisimman kustannustehokkaat ja tuotteiden läpimenoaika pienenee ja laatu paranee.

Ennen ohjeiden tekemistä haastattelin yrityksen työntekijöitä ja kyselin heidän mielipiteitään ohjeiden sisällöstä. Tutkin myös paljon yrityksessä käytössä olevia työohjeita, joista hain vaikutteita. Valmiit kokoonpano-ohjeet poikkesivat toisistaan ja niistä pystyi keräämään hyviä ohjeistuksia tulevaan kokoonpano-ohjeeseen. Osassa ohjeissa oli käytetty paljon kuvia, kun taas toisissa tekstiä oli käytetty suurin määrin. Mielestäni molempia olisi hyvä olla sopivassa suhteessa, sillä tekstin avulla pystyisi kertomaan tarkat ohjeet ja kuvaukset osista, kun taas kuvien kanssa pystyy hahmottamaan paremmin, miten mikäkin tulee kiinni ja esimerkiksi mihin päin välykset tulevat.

Osakokoonpanot olisi myös hyvä jaotella selkeästi, jotta ohjeista on helppo löytää tarvitsewansa kohta. Laitteita valmistaan sarjatuotantona ja usein useampi kuin yksi henkilö kokoaa laitetta. Tämä on yksi syy, miksi on tärkeää jaotella osakokoonpanot huolellisesti.

Hiljaisen tiedon saaminen irti työntekijöistä, jotka olivat jo aikaisemmin kokoonpanneet laitetta, olisi hyvä saada. Hiljainen tieto tarkoittaa tässä tapauksessa esimerkiksi, miten välykset pitää ottaa huomioon kiinnittäessä osia yhteen ja mihin ruuveihin tulee ruuvilukitetta. Nämä ovat tietoja, mitä ei saa selville mistään muualta kuin kokoonpano-ohjeista.

## 5.3 Kokoonpano-ohjeiden valmistus

Aloitin kokoonpano-ohjeiden laatimisen samalla, kun aloitin kokoamaan Hides 600SLe nestetuikelaskimia. Kokoonpano-ohjeiden luomiseen käytin Microsoft Office-työkalua. Ennen kokoonpanon aloittamista jaottelin valmiiksi järjestyksen,

jossa osakokoonpanot olisivat hyvä tehdä. Ohjeet etenivät samaan tahtiin, kun kokosin laitetta.

Olin aikaisemmin käyttänyt toisen laitteen kokoonpano-ohjeita, joissa kerrottiin tarkkaan vaihe vaiheelta, mitä milloinkin pitää tehdä. Mielestäni ne olivat johdonmukaiset ja hyvät ohjeet, joten päätin tehdä omatkin siihen tyyliin. Olisin kaivannut vain hieman enemmän kuvia kyseisiin ohjeisiin selkeyttämään kokoonpanoa. Tekemiini ohjeisiin lisäsin enemmän kuvia verrattuna aikaisemmin käyttämiini ohjeisiin, jotta kaikki vaiheet olisivat selkeämmät.

Kuvia ottaessani käytin omaa matkapuhelintani, jossa on tuplakamera. Kamerate ovat tarkkuudeltaan 16 ja 20 megapikseliä. Kuvat pyrin ottamaan aina niin, ettei taustalla ole mitään epäolennaista ja aina kun mahdollista otin kuvat joko työpöytää tai lattiaa vasten, jotka olivat molemmat vaalean sävyisiä. Kuvista poistin mahdollisimman hyvin taustan, jotta se olisi selkeämpi ja veisi vähemmän tilaa itse ohjeissa. Jos kuvien taustan poistaminen ei selkeyttänyt kuvaa, pyrin rajaamaan kuvaa mahdollisimman paljon. Rajauksella pyrin jättämään kuvaan vain tärkeät tiedot. Joihinkin kuviin lisäsin numerointia, ympyröitä ja tekstiä helpottamaan ohjeiden tulkitsemista. Ohjeita tehdessäni huomasin, että ohjeiden luku nopeutuu, kun esimerkiksi ympyröitä lisää kuviin. Ympyrät toimivat värikoodeina, joiden avulla pystytään kuvasta esimerkiksi osoittamaan saman pituiset ruuvit omalla värillään. Näin ollen ohjeisiin pystyi kirjoittamaan mitä osia tietyn värisen ympyrän kohdalle tulee laittaa. Lisäsin myös värillistä tekstiä viittaamaan kuvassa näkyvään ympyrään. Saatoin ympyröidä tietyn mittaiset ruuvit punaisella ja tekstissä ruuvien tiedot olivat kirjoitettu punaisella värillä. Kuvasta 5 näkee kuvituskuvan avulla, miten värejä ja ympyröitä on käytetty kokoonpano-ohjeessa.

#### 5.4 Valmis kokoonpano-ohje

Valmis kokoonpano-ohje jaoteltiin omiin osakokoonpanoihin. Jokainen osakokoonpano sisälsi ohjeissa kunkin osakokoonpanon räjäytyskuvan, ohjeet tekstimuodossa ja kuvia selkeyttämään ohjeistusta. Kuvassa 5 on esimerkki

kokoonpano-ohjeen tavanomaisesta sivusta. Tekstit pyrittiin tekemään mahdollisimman ytimekkäästi, jotta teksti olisi mahdollisimman helppo ymmärtää ja lukemiseen ei menisi kauaa.

Tekijä: Santeri Matomäki Päivämäärä: 1.12.2022  
Tarkistaja: Versio: 1.0

**TEKO**  
TEKNIikka

**Osakokoonpano X**

Räjäytyskuva

1. Pese Osa (1) ja osa (2) Aineella X.
2. Liimaa Osa (1) Osaan (2) Liimalla X ja anna liiman kuivua vuorokauden.

Valokuva

3. Kiinnitä Osa (3) Osaan (4). Säädä Osan (3) välykset Osaan (4) keskikohtaa päin.
  - a. Punaisten ympyröiden kohdalle tulee M4x8 + aluslevy.
  - b. Keltaisten ympyröiden kohdalle tulee M4x10 + aluslevy.

Valokuva



5

Kuva 5 Kuvituskuva kokoonpano-ohjeen mallista

## 6 Kokoonpano-ohjeiden vaikutukset

Kokoonpano-ohjeiden avulla saadaan valmistettavien laitteiden laatua parannettua sekä niistä tulevat tasalaatuisempia. Korkeammalla laadulla kokoonpanossa saadaan myös nopeutettua kokoonpanon jälkeisiä työvaiheita. Erityisesti laitteen käynnistyksen ja mekaanisen testauksen työaika vähenee huomattavasti, kun laitteet ovat laadultaan hyviä.

Kokoonpano-ohjeisiin pystytään liittämään hiljaista tietoa, josta tieto on helposti saatavilla. Ohjeiden avulla myös inhimilliset virheet vähenevät. Inhimillisen virheen takia joudutaan usein laitetta purkamaan ja korjaamaan tehty virhe, joka lisää tuotteen läpimenoaikaa. Kokoonpano-ohjeilla saadaan säästettyä aikaa ja parannettua laatua, joka vaikuttaa suoraan rahalliseen hyötyyn. Kun laatua saadaan parannettua, myös yrityksen imago nousee sekä reklamaatioiden määrä vähenee. Ilman kokoonpano-ohjeita kokematon laitteen asentaja joutuisi useasti kyselemään apua kokeneemmilta asentajilta. Kokoonpano-ohjeiden avulla saadaan vähennettyä aikaa, jota kokeneempi kokoonpanija käyttää kokemattomamman kokoonpanijan neuvomiseen. Näin saadaan käytettyä tehokkaammin työaikaa. Laadun paranemisella ja läpimenoajan lyhenemisen avulla saadaan säästettyä rahaa. Tässä tapauksessa kuitenkin rahan säästöä on vaikea arvioida, sillä säästöjä ei ole toistaiseksi pystytty tutkimaan. Kokoonpano-ohjeita on käytetty vasta hieman uuden sarjan kokoonpanossa ja näin ollen tuotteiden läpimenoaikaa ja laatua ei olla voitu vielä vertailla aikaisempiin laite sarjoihin.

## 7 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda kokoonpano-ohjeet toimeksiantajalle helpottaakseen uusien työntekijöiden perehdytystä sekä tuomaan apua kokeneemmalle työntekijälle kokoonpano tehtävissä. Kokoonpano-ohjeiden valmistuminen eteni samaan tahtiin, kun laitteita valmistettiin. Näin saatiin varmistettua kokoonpano-ohjeiden toimivuus. Kokoonpano-ohjeista luotiin mahdollisimman selkeät, joissa käytettiin tekstiä, valokuvia ja räjäytyskuvia. Teksti, valokuvat ja räjäytyskuvat tukevat toinen toisiaan ohjeissa. Tekstistä pyrittiin tekemään mahdollisimman yksinkertaiset ja lyhyet. Valokuvien avulla pyrittiin selkeyttämään ohjeita visuaalisesti, jotta kokoonpano-ohjeiden käyttäjän on mahdollisimman helppo tulkita ohjeistuksia. Valokuviin lisättiin myös merkintöjä, jotka linkitettiin tekstiin kuvioden ja värien avulla. Kokoonpano-ohjeisiin pyrittiin kirjaamaan parhaaksi todetut toimintamallit kokoonpanotyössä. Kokoonpano-ohjeiden luomisprosessi kesti kauan. Kokoonpano-ohjeita tehtäessä pyrittiin niistä tekemään alusta alkaen mahdollisimman selkeät ja yhtenäiset. Tällä pyrittiin välttämään työn lopussa turhaa työtä.

Kokoonpano-ohjeista tuli hyvä kokonaisuus, jossa on selkeästi eroteltuna jokainen osakokoonpano. Kokoonpano-ohjeiden palaute oli hyvää. Palautteissa erityistä kiitosta ovat saaneet kuvat, joita oli sopiva määrä ja ne vahvistivat kokoonpano-ohjeiden selkeyttä. Kokoonpano-ohjeiden tuottavuutta ja laadun paranemista ei ole vielä saatu varmistettua, sillä uutta sarjaa laitteita on vasta aloitettu kokoonpanemaan ja näin ollen vertailukohdetta ei vielä ole.

## Lähteet

Hidex. 2022. Liquid Scintillation Counters. Viitattu 13.11.2022.

[https://hidex.com/wp-content/uploads/2022/03/Hidex\\_LSC\\_Catalogue\\_03\\_2022.pdf](https://hidex.com/wp-content/uploads/2022/03/Hidex_LSC_Catalogue_03_2022.pdf)

Huhtala, P. & Pulkkinen, A. 2009. Tuotettavuuden kehittäminen. Teknologiateollisuus ry.

Ikäheimonen, T. K.; Klemola, S.; Vesterbacka, P. & Rahola, T. Aktiivisuuden määrittäminen. Säteilyturvakeskus. Viitattu 9.11.2022.

[https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja1\\_5.pdf/f16c33c2-0fb5-40e8-8d41-8a96ecea746e](https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja1_5.pdf/f16c33c2-0fb5-40e8-8d41-8a96ecea746e)

LabLogic. 2016. Extended load sample capacity and queuing all in one instrument. Viitattu 4.12.2022. <https://lablogic.com/news/2016/07/extended-load-sample-capacity-and-queuing-all-in-one-instrument>

LabLogic. 2022. Hidex 600SLe Automatic TDCR Liquid Scintillation Counter. Viitattu 4.12.2022. <https://lablogic.com/life-sciences/instruments/hidex-600-sl>

Lehto, H.; Maalampi, J.; Havukainen, R. & Leskinen, J. 2018. Fysiikka 7 Aine ja säteily. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Klemola, S. Säteilyn ilmaisemiset. Säteilyturvakeskus. Viitattu 13.11.2022.

[https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja1\\_4.pdf/3f6c3115-afa3-4b1e-9fb6-8cba27fb2a1a](https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja1_4.pdf/3f6c3115-afa3-4b1e-9fb6-8cba27fb2a1a)

Kotimaisen kielten keskus. 2022. Vinkkejä ohjetekstin tekijöille. Viitattu 24.10.2022.

[https://www.kotus.fi/ohjeet/hyvan\\_virkakielen\\_ohjeita/millaisia\\_ovat\\_toimivat\\_ohjeet\\_ja\\_kysymykset/ohjeita\\_ohjeiden\\_tekijoille](https://www.kotus.fi/ohjeet/hyvan_virkakielen_ohjeita/millaisia_ovat_toimivat_ohjeet_ja_kysymykset/ohjeita_ohjeiden_tekijoille)

Makkonen, S. & Lavikainen, P. 15.6.2020. Työohjeet apuna asiantuntijatyössä. Viitattu 25.10.2022.

<https://www.labopen.fi/lab-pro/tyoohjeet-apuna-asiantuntijatyossa/>

Matsusada Precision. 17.3.2022. Photomultiplier Tube (PMT). Viitattu 13.11.2022

[https://www.matsusada.com/application/ps/photomultiplier\\_tubes/](https://www.matsusada.com/application/ps/photomultiplier_tubes/)

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2015. SFS-EN ISO 9001. Viitattu 6.12.2022.

<https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/9/394310.html.stx>

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2016. SFS-EN ISO 13485. Viitattu 6.12.2022.

<https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/1061816.html.stx>

Virtainlahti, S. 2009. Hiljaisen tietämyksen johtaminen. Helsinki: Talentum.

VTT 2011. Työohjeiden laadintamenetelmiä kappaletavaratuotannossa. Verkkojulkaisu. Viitattu 18.10.2022.

<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/workingpapers/2011/W162.pdf>