

---

# Formatointilinjan työohjeistuksen laadinta

---

**Tomi Tolvanen**

**Opinnäytetyö**

**Ammattikorkeakoulututkinto**



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Tomi Tolvanen	
Työn nimi Formatointilinjan työhjeistuksen laadinta	
Päiväys 27.9.2011	Sivumäärä/Liitteet 22
Ohjaaja(t) Antti Ruotsalainen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) European Batteries Oy	
Tiivistelmä <p>Työn tarkoituksena oli laatia European Batteries Oy:lle akkukennojen formatointilinjan työhjeistus. Formatointilinjasto valmistui tehtaalle keväällä 2011. Työhjeistuksesta oli tarkoitus tulla tarpeeksi helppolukuinen ja selkeä, jotta se auttaisi operaattoreita oikeanlaiseen linjaston käyttöön ja vikatilanteiden hallintaan. Ohjeiden tuli olla selkeät, jotta niiden avulla voisivat uudetkin työntekijät käyttää linjastoa oikein. Tietoja työhjeistuksen tekoon kerättiin linjan työntekijöiltä ja linjan valmistajan ohjeista. Työhjeet saatiin valmiiksi suunnitelmien mukaan syksyksi 2011.</p>	
Avainsanat Formatointi, työhje	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Tomi Tolvanen			
Title of Thesis Work Instructions for a Formation Line			
Date	27.9.2011	Pages/Appendices	22
Supervisor(s) Antti Ruotsalainen			
Project/Partners European Batteries Oy			
Abstract <p>The aim of this final thesis was to make work instructions for a formation line at European Batteries Oy. The formation line was completed in spring 2011. Work instructions had to be readable and clear to help the operators to use the line properly and manage problems situations. Work instructions had to be clear and easy to understand so that new workers could use the line properly. Information for drawing up work instructions was collected from co-workers and the manuals of the line manufacturer. Work instructions were completed as planned for the autumn 2011.</p>			
Keywords Formation, work instruction			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
2	EUROPEAN BATTERIES OY .....	7
	2.1 Historia .....	7
	2.2 Toiminta .....	9
3	TUOTANTO .....	10
	3.1 Pinnoitus.....	10
	3.2 Kennokokoonpano.....	11
	3.3 Formatointi .....	11
	3.4 Moduuli- ja järjestelmäkokoonpano.....	12
4	TYÖOHJEISTUS.....	14
	4.1 Työohjeiden tarkoitus.....	14
	4.2 Hyvä työohje.....	14
5	FORMATOINTILINJAN TYÖOHJE.....	16
	5.1 Formatointilinjasto .....	16
	5.2 Formatointilinjaston työtehtävät .....	18
	5.3 Työohjeen teon prosessikuvaus .....	18
6	YHTEENVETO.....	20
	LÄHTEET .....	21

## LIITTEET

## KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

Akkukenno	Positiivisia ja negatiivisia elektrodeja sisältävä paketti. Elektrodeja yhdistämällä saadaan halutun varaustason omaava kenno.
Formatointi	Kennoille tehtävä sähköinen lataaminen ja purkaminen.
Kalanteri	Kone, jonka rullien välissä elektrodimateriaali puristetaan halutun paksuiseksi.
Kuivahuone	Kennokokoonpano suoritetaan kuivahuoneessa. Huoneen ilmankosteus on alle 0,5 %.
Lajittelu	Luokitellut kennot lajitellaan samaa luokkaa olevien kennojen kanssa samoille paleteille.
Luokittelu	Kennot luokitellaan laatuluokkiin erilaisilla testisykleillä.
Moduuli	Useista akkukennoista valmistettu paketti.
Paletti	Akkukennojen siirtoon ja säilytykseen suunniteltu teline.
Pinnoituskone	Elektrodimateriaalin pinnoitukseen valmistettu kone
Pituusleikkuri	Pinnoitetun elektrodimateriaalin leikkaus tapahtuu pituusleikkurissa.
Prosessi	Prosessi on sarja suoritettavia toimenpiteitä, joilla saadaan aikaan määritelty lopputulos.
Ramp-up	Tuotannon ylösajaminen.
Robotti	Suorittaa tarvittavat palettien siirrot linjastolla.
Torni	Linjastolla on kahdenlaisia torneja, formatointi- ja luokittelutorneja. Jokaisessa tornissa on kolme erillistä kaappia.
Vanhennus	Kennoja vanhennetaan määrätyn ajan linjastolla. Jolloin kennojen ominaisuudet muuttuvat halutunlaisiksi ja kennot ovat asiakkaan kannalta toimintavalmiita.
Yksikkö	Laite tai kone, jolla osa prosessista suoritetaan.

## 1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on laatia European Batteries Oy:lle selkeä ja helppolukuinen työohjeistus akkukennojen formatointilinjastoa varten.

Työ aloitettiin linjaston valmistumisen jälkeen toukokuussa 2011. Työssä apuna olivat linjaston valmistajan käyttöohjeistus, tuotantoinsinöörit ja operaattorit. Työohjeistusta valmisteltiin ja tehtiin kesän ajan syksyyn 2011 asti.

Työohjeiden tarpeellisuus tulee esiin uusien henkilöiden perehtyessä linjaston toimintaan. Työohjeiden loogisuus ja selkeys auttavat työntekijöitä ratkaisemaan ongelmallaneita. Toisille kuvalliset ohjeet voivat olla selkeämpiä kuin kirjalliset, joten näiden asioiden tulee olla tasapainossa työohjeistuksessa. Työohjeet kuuluvat myös laadunhallinta järjestelmään ja ovat tärkeä osa sitä.

## 2 EUROPEAN BATTERIES OY

### 2.1 Historia

Yrityksen historia alkaa vuodesta 2003, jolloin Finnish Electric Vehicle Technologies (FEVT) aloitti toimintansa. Tällöin toimialana oli pelkästään akunhallintajärjestelmien suunnittelu ja valmistus. Vuodesta 2007 lähtien yhteistyökumppanina olleen K2 Energy Solutions Inc. kanssa saadun tiedon ja taidon avulla lähdettiin kehittämään tuotantolaitosta Suomeen European Batteries Oy nimellä. European Batteries Oy ja FEVT yhdistivät voimansa 2009. Yritys on täten nuori akunvalmistusprosessien alalla. (European Batteries Oy)

Uusien tuotantotilojen rakentaminen alkoi vuonna 2009. Rakennustyöt valmistuivat vuoden 2010 keväällä. Tehtaassa on alan uusin teknologia ja osaaminen. Tuotannon ramp-up, eli tuotannon ylösajo, oli saman vuoden keväällä. Varkauden tehdas on kooltaan 10000 m<sup>2</sup> ja se sijaitsee Varkauden puolella Kuvansinteollisuusalueella. Toimintaa on myös Tuusulassa ja Espoossa. Tuusulassa tapahtuu tuotekehitys ja osittain järjestelmien kokoonpano. Espoossa sijaitsee yrityksen hallinto ja talous.

Henkilöstömäärä on tällä hetkellä noin 50 henkilöä, joista noin puolet toimii tuotannossa.



Kuva 1. Tehdasrakennuksen pääsisäänkäynti



Kuva 2. Tehdasrakennus



## 2.2 Toiminta

Tuotteina ovat tällä hetkellä suuret uudelleenladattavat litium-ionipohjaiset rautafosfaattiakkujärjestelmät. European Batteries tarjoaa tuotteita yksittäisistä moduuleista ja akunhallintajärjestelmistä suuriin järjestelmiin ja kokonaispaketteihin. Tehtaan vuotuinen kapasiteetti on tällä hetkellä 100 MWh, jolla voisi varustaa esimerkiksi 3000 sähköautoa. Tuotantoa on mahdollisuus kasvattaa kolminkertaiseksi nykyiseen määrään verrattuna lähivuosien aikana.

European Batteries Oy asiakkaita ovat ajoneuvo- ja työkonevalmistajat sekä teollisuus, jolla on energian varastointiin liittyviä tarpeita.

### 3 TUOTANTO

#### 3.1 Pinnoitus

Tuotanto aloitetaan päällystämällä ohutta alumiini- ja kuparimateriaalia pinnoitus-koneella, jonka jälkeen materiaali kalanteroidaan halutun paksuiseksi. Kalante-rointi tapahtuu suurten rullien välissä paineen avulla. Tämän jälkeen materiaali leikataan sopivan levyisiksi ja pituisiksi rulliksi pituusleikkurissa. Toiminta on hie-man samantapaista kuin paperinvalmistuksessa. Materiaali siirtyy tämän jälkeen uunituksen kautta kuivahuoneeseen.



Kuva 3. Pinnoituskone



Kuva 4. Kalanteri

### 3.2 Kennokokoonpano

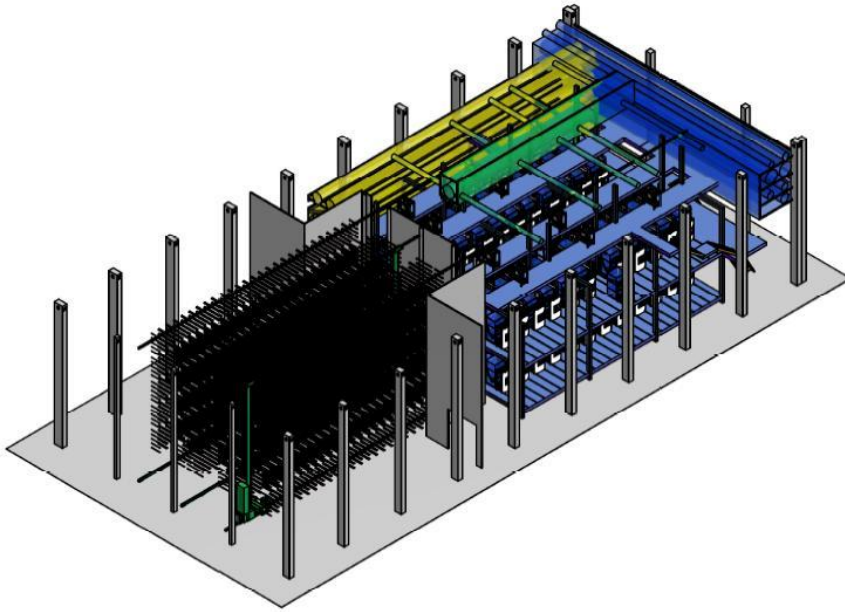
Kuivahuoneessa oleva ilmankosteus pidetään alle 0,5 % ja tilassa täytyy pitää siihen tarkoitettua puhdastilavaatetusta. Kuivahuoneessa tapahtuu kennokokoonpano. Kennot valmistetaan tarkoitukseen suunnitelluilla taitto-, pussitus- ja saumauskoneilla sekä täyttökoneella. Valmiit ja täytetyt kennot toimitetaan formatointiin.



Kuva 5. Kuivahuone

### 3.3 Formatointi

Formatoinnissa kennoille suoritetaan tarkoin määritettyjä lataus- ja purkusykleillä tehtäviä testejä. Formatoinnin valmistuttua kennoille suoritetaan kaasunpoisto, koska kennopusseihin muodostuu kaasua formatoinnin aikana. Tämän jälkeen kennot luokitellaan ja lajitellaan niiden suorituskyvyn mukaan eri paleteille. Lajittelun jälkeen kennot siirtyvät varastoon, josta formatoinnin operaattorit tilaavat ja toimittavat kennoja tarvittavan määrän moduulikokoonpanoon.



Kuva 6. Formatointilinjaston mallikuva

### 3.4 Moduuli- ja järjestelmäkoonpano

Moduulikoonpanossa kennot asennetaan kehyksiin, jolloin niistä saadaan rakennettua halutunlaisia moduuleita asiakkaan tarpeen mukaan. Moduuleihin asennetaan ohjauskortit ja lopuksi testataan.

Järjestelmäkoonpanossa valmiit moduulit yhdistetään halutun kokoiseksi järjestelmäksi ja toimitetaan asiakkaalle valmiina pakettina.



Kuva 6. Erikokoisia akkumoduuleja



Kuva 7. Akkumoduuli ja ohjainkortti.

## 4 TYÖOHJEISTUS

### 4.1 Työohjeiden tarkoitus

Työohjeiden tarpeellisuus tulee esille uusien työntekijöiden koulutuksessa. Työohjeilla saadaan minimoitua uusien työntekijöiden koulutukseen käytetty aika. Myös vanhojen työntekijöiden kannalta työohjeistus tulee esille lomien ja esimerkiksi kiertävän työn osalta, koska tiedot saattavat jäädä unohduksiin. Vikatilanteiden selvittämisen ja ratkaisun kannalta ohjeiden pitäisi olla mahdollisimman selkeät ja kattavat.

Työohjeiden tarpeellisuus korostuu myös yritysten toiminnan ja tapojen kehittyessä, jolloin työohjeiden aktiivinen päivittäminen on tarpeen.

Joskus kuulee sanottavan, että ammattitaitoiset työntekijät eivät tarvitse työohjeita. Työt osataan jo tehdä valmiiksi. Voidaan kuitenkin kysyä, mitä tapahtuu, jos oma tuotanto siirretään, ulkoistetaan tai työntekijät vaihtuvat? Tällöin työohjeita tarvitaan uusien työntekijöiden koulutukseen ja opastukseen. (Mikael Haag, Tapio Salonen, Pekka Siltanen, Juha Sääski & Paula Järvinen. 2011)

### 4.2 Hyvä työohje

Työohjeilla pyritään neljään erilaiseen tehtävään (Guitar 2005):

- koulutukseen
- tietolähteeksi
- ongelmanratkaisuun
- kehitykseen

Nämä kaikki tehtävät ovat omilla tavoillaan tärkeitä yrityksen kannalta. Työohjeita käytetään koulutuksen apuvälineenä uusille työntekijöille. Työohjeilla nopeutetaan mahdollisten vikatilanteiden ratkaisemista, jolloin tuotannon seisokit lyhenevät miniini. Työohjeet auttavat uusien toimintatapojen kehittämisessä, työskentelyn nopeuttamisessa ja parantamisessa.

Hyvä työohje on sisällöltään selkeä, etenee loogisesti asiasta toiseen ja on muodoltaan samanlainen kuin yrityksen muut ohjeet. Toimiva työohjeistus on myös osa laadunhallintaa. Työohjeet kehittyvät työtehtävien mukana, tällöin työohje toimii kehityk-

sen apuvälineenä. Työohjeiden tulee olla kaikkien saatavilla. (Guitar 2005, Hidget 2008.)

Hyvän työohjeen vaikutukset työntekijöihin tunnistaa seuraavanlaisista piirteistä; motivoituneet työntekijät, tuotteen hyvä laatu ja sitä myöten tyytyväiset asiakkaat. Kun työntekijät tietävät ja osaavat työnsä on työntekijä motivoitunut ja yrittää päästä päämääräänsä eli yrityksen haluamaan tuotantotasoon ja laatuun. (Hidget 2008.)

Ihmiset käsittelevät tietoa erilaisilla tavoilla. Osa ihmisistä ymmärtää tekstiä paremmin ja toiset taas tarvitsevat kuvia havaintovälineiksi tekstin yhteyteen. Yhteistä hyvälle työohjeelle on, että se on asiasisällöltään ajankohtainen ja merkityksellinen. Epäolennaiset asiat ja asiaankuulumaton sisältö tekevät työohjeesta sekavan, jolloin työntekijän on vaikea hahmottaa oikeaa kuvaa tekemästään asiasta. Kirjallisten ohjeiden paremmuus verrattuna suullisiin ohjeisiin on sen muuttumattomuus ja työntekijöiden tavoittaminen. Suullisten ohjeiden heikkous on siinä, että ne tavoittavat vain pienen osan työntekijöistä ja ne yleensä muuttuvat, mitä useammin ne toistetaan. Täydellistä työohjeen pohjaa ei ole olemassakaan, vaan ne muuttuvat ja kehittyvät kokemusten kautta. Käsinkirjoitetut ohjeet ja muistilaput ovat hyvänä apuna työohjeita kirjoitettaessa. (Hidget 2006; Hidget 2008.)

Nykyään monet työohjeet löytyvät yrityksen sisäisestä verkosta, jolloin paperiset versiot ovat vähenemässä. Tämä saattaa aiheuttaa ongelmatilanteita tapauksissa, joissa tieto työohjeiden päivityksistä ei kulje työntekijöille.

## 5 FORMATOINTILINJAN TYÖOHJE

### 5.1 Formatointilinjasto

Formatointilinjalla suoritetaan akkukennoille erilaisia purku- ja lataussyklejä. Formatointilinjasto on automatisoitu pitkälle, jolloin operaattoreita tarvitaan vain vähän valvomaan sen käyttöä ja ratkaisemaan ongelmatilanteita.

Formatointilinjaan kuuluvia osia ovat:

- Robottiyksikkö
- Input/Output-yksikkö
- Kaasunpoistoyksikkö
- Formatointitornit
- Luokittelutorni
- Lajitteluyksikkö
- Korkeavarasto

Robotti liikuttaa paletteja ja niillä olevia kennoja tarvittaessa linjastolla paikasta toiseen. Robotti huolehtii palettien liikuttelusta yksiköiden välillä sekä valmiiden palettien varastoon toimittamisesta. Robotti huolehtii paletin liikuttamisista linjastolla eikä sillä voida liikuttaa pelkästään yksittäisiä kennoja.

Input/Output-yksikön kautta paletit toimitetaan linjastolle sekä otetaan ulos kokoonpanoa varten. Input-yksikössä tapahtuu palettien vaihdot, vanhennus ja formatointi paletin välillä. Yksikkö siirtää kennot ennen formatointia toiselle paletille.

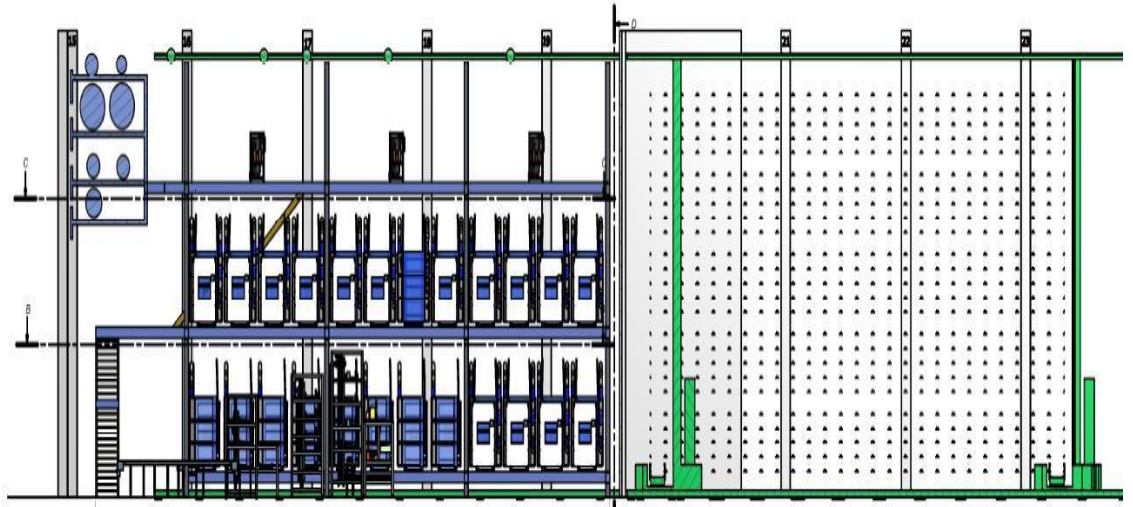
Formatoinnissa kennopusseihin syntyy kaasua, joka poistetaan kaasunpoistoyksikössä. Kaasunpoiston jälkeen kennot siirtyvät vanhennuspaletille ja vanhennuksen kautta luokitteluun

Formatointitorneissa kennoille tehdään erilaisia testejä lataus- ja purkusykleillä, joilla varmistetaan kennojen toimivuus. Luokittelussa lataus- ja purkusykleillä määritetään kennon laatuluokka ja varmistetaan kennon laadusta.

Lajitteluyksikössä kennot lajitellaan laatuluokkien mukaan omille paleteille, minkä jälkeen paletit toimitetaan varastoon jatkoimenpiteitä varten.



Formatointilinjastolla sijaitsee korkeavarasto, jonne robotti vie valmiit ja vanhennuksessa olevat paletit ja niillä olevat kennot.



Kuva 8. Formatointilinjasto

## 5.2 Formointilinjaston työtehtävät

Kokoonpantuja litium-ioni-akkukennoja toimitetaan kuivahuoneesta ilmalukon kautta formointitilaan. Formointilinjan operaattorit käyvät noutamassa kennot ja toimittavat ne formointilinjastolle.

Operaattoreiden tehtävänä on valvoa linjaston toimintaa palettien ja kennojen siirroissa linjastolla ja yksiköissä sekä valvoa formointi- ja luokittelutorneissa tapahtuvia mittauksia. Tarvittaessa valmiita kennoja toimitetaan seuraavaan työpisteeseen.

## 5.3 Työohjeen teon prosessikuvaus

Työohjeen teon aloitin toukokuussa 2011. Ensimmäiseksi tuli tutkia valmistajan toimittamaa linjaston käyttöopasta, josta selvisi joitain ongelmatilanteiden kuvauksia. Lisätietoa työohjeen tekoon sain hankittua linjan suunnitteluprosessissa olleilta henkilöiltä ja operaattoreilta kysellen, mitä tietoa he haluaisivat työohjeeseen tulevan. Näin saatiin varmasti operaattoreiden tarvitsemaa ja haluamaa tietoa työohjeeseen, jolloin välttyttiin tarpeettoman tiedon kirjoittamiselta ohjeeseen.

Tutustuin linjan toimintaan ja käyttöön itsekkin, koska se kuului työnkuvaani. Se olikin paras tapa saada linjasta ja sen käytöstä tarpeeksi selkeä ja hyvä kuva. Tällöin työohjeen kirjoittaminen on varmempaa ja helpompaa kuin pelkästään linjastoa sivusta seuraamalla. Tein samalla muistiinpanoja käyttö- ja ongelmatilanteista, minkä jälkeen siirryin työohjeistuksen ja raportin kirjoittamiseen. Työn laatua seurattiin keskustelemalla ohjaajan sekä esimiehen ja laatupäällikön kanssa. Työohjeisiin kirjattiin mahdolliset vikatilanteet sekä linjaston että työn osalta. Myös laatupoikkeamien käsittelyt, vialliset tuotteet niiden kirjaus ja toimittaminen niille varattuihin paikkoihin kirjattiin työohjeisiin. Päivittäiset siivous- ja huolto-ohjeet linjastolle ja formointitilalle tulivat myös ohjeisiin.

Työohjeistuksesta tein kaksiosaisen, jossa ensimmäisessä osassa käsiteltiin formointilinjaston ohjelmistoja sekä niihin liittyviä käyttötilanteita ja toisessa osassa formointilinjastoon liittyviä käyttö- ja vikatilanteita. Ohjeistuksen jako tehtiin siksi, että operaattoreiden olisi helpompaa lukea ja käsitellä tietoa. Ohjelmistoja koskeva työohje oli sen verran laaja, ettei sitä olisi ollut järkevää laittaa yhteen linjaston työohjeen kanssa. Lukemalla ensin ohjelmistoja koskevan työohjeen operaattorit tekevät alkuvalmistelut, jotka kennoille ja paeteille tulee tehdä ennen linjalle laittamista. Tämän

jälkeen, kun ohjelmistoja koskeva ohje on luettu, voidaan luontevasti siirtyä lukemaan ja noudattamaan linjaston työohjetta valmistuksessa ja mahdollisissa vikatilanteissa.

## 6 YHTEENVETO

Työohjeistuksen tekemisen haasteellisuus yllätti minut, kuinka aikaa vievää se onkaan. Kuvittelin alussa, että ohjeistuksen tekeminen veisi vain muutaman viikon ja se valmistuisi jo keväällä 2011. Tekemistä riitti kuitenkin pitkälle syksyyn johtuen siitä, että työn kohteena ollut linjasto on sen verran uusi, ettei mitään vakiintuneita tapoja ollut vielä syntynyt sen käyttöön. Tutkittavaa oli siis paljon ja käyttökokemuksen saaminen oli aikaa vievää muun työn ohessa. Kaikkea uutta tuli esille koko ajan.

Koska linjasto on uusi, kaikkia vikatilanteiden mahdollisuuksia ei ole vielä esiintynyt, joten niiden osalta ohjeiden päivitys jatkuu. Muilta osin toimintatavat ja kennojen käsittely jatko- ja vikatilanteissa liitettiin ohjeistukseen. Työohjeistukset muuttuvat koko ajan ja niitä päivitetään. Työohjeistuksista tulee turhia, jollei näin toimita. Lopputulokseen olen ainakin itse tyytyväinen.

## LÄHTEET

Guitar, M. 2005. The Reason for Work Instructions. Verkkojulkaisu. Luettu 1.6.2011. Saatavissa:

<http://www.productionmachining.com/articles/the-reason-for-work-instructions>

Hidget, D. 2006. Work Instructions - How to Develop Effective Work Instructions. Verkkojulkaisu. Luettu 1.6.2011. Saatavissa:

[http://www.grizmo.com/management\\_news\\_200607.html](http://www.grizmo.com/management_news_200607.html)

Hidget, D. 2008. Work Instruction that Work. Verkkojulkaisu. Luettu 1.6.2011. Saatavissa:

[http://www.grizmo.com/management\\_news\\_200810.html](http://www.grizmo.com/management_news_200810.html)

Mikael Haag, Tapio Salonen, Pekka Siltanen, Juha Sääski & Paula Järvinen. Työhöjjen laadintamenetelmiä kappaletavaratuotannossa. 2011. VTT. Verkkojulkaisu. Luettu 1.9.2011. Saatavissa:

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2011/W162.pdf>

European Batteries Oy. Kotisivut. Luettu 1.6.2011. Saatavissa:

<http://www.europeanbatteries.com>