



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jere Allonen

ELMO 1000 –SARJAN PUISTOMUUN- TAMON OHJEEN LAATIMINEN

Yleinen ohjeistus

Tekniikka
2020

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jere Allonen
Opinnäytetyön nimi	ELMO 1000 -sarjan puistomuuntamon ohjeen laatiminen
Vuosi	2020
Kieli	suomi
Sivumäärä	25 + 1 liite
Ohjaaja	Tapani Esala

Tämä opinnäytetyö on tehty Alfen Elkamo Oy Ab:lle ELMO 1000 –sarjan puistomuuntamoperheen työohjeeksi. Työssä esitellään ELMO 1000 –sarjan eri tuotantovaiheet, sillä ohjeistusta ei ollut aikaisemmin olemassa kyseiselle puistomuuntamoperheelle. Sen tarkoitus on ohjeistaa uusi työntekijä käytännön työvaiheiden yleisiin periaatteisiin, sekä kuinka kyseistä ohjetta voidaan soveltaa myös muihin puistomuuntamomalleihin.

Ohje on laadittu henkilökohtaisen työkokemuksen, Alfen Elkamon omien dokumenttien ja työntekijöiden haastatteluilla.

Lopputuloksena saatiin hyvin käytännönläheinen ja selkeälukuinen työohje tuotantoprosesseista, jossa esitellään tarvittavat kokoonpanoa käsittelevät asiat. Itse työohje on salattu liite, joka on tarkoitettu ainoastaan Alfen Elkamon omaan käyttöön.

ABSTRACT

Author	Jere Allonen
Title	General manual for ELMO 1000 series park substations
Year	2020
Language	Finnish
Pages	25 + 1 Appendix
Name of Supervisor	Tapani Esala

This thesis was made for Alfen Elkamo Oy Ab as a manual for ELMO 1000 series park substations. The thesis presents the different production stages of the ELMO 1000 series, as no instructions have been prepared before for the park substation family in question. Its purpose is to instruct the new employee on the general principles of the practical work phases, as well as how this instruction can be applied to other park substation models as well.

The manual has been prepared through authors work experience, Elkamo's own documents and employees' interviews.

The result was a very practical and clear work manual on the production processes, which introduces the necessary assembly issues. The work instructions themselves are a confidential appendix intended for Alfen Elkamo's own use only.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVALUETTELO

LIITELUETTELO

SANASTO

1	JOHDANTO.....	8
2	YRITYS.....	9
	2.1 Alfen N.V.....	9
	2.2 Oy Elkamo Ab	10
	2.3 Elsteel Oy.....	10
3	ELMO 1000 –SARJA.....	11
	3.1 Pienjännitekeskus.....	12
	3.2 Muuntajatila	12
	3.3 Erottimet	13
4	TYÖOHJEEN LAATIMINEN.....	14
	4.1 Henkilöstön haastattelut.....	14
	4.2 Tuotantotyöskentely.....	15
	4.3 Puistomuuntamokortti.....	16
	4.4 Työohjeen sisältö	18
	4.5 Työohjeen laadintaprosessin aikana kohdatut ongelmat.....	18
	4.6 Työohjeen kehitys.....	19
	4.7 SolidWorks Composer	20
5	ANALYYSI.....	21
6	YHTEENVETO	22
	LÄHTEET.....	23
	LIITTEET	25

KUVALUETTELO

Kuva 1. ELMO 1000, kuuden erotinkentän puistomuuntamo.	13
Kuva 2. Esimerkki ELMO 1000 4xD2 puistomuuntamokortista.	16
Kuva 3. Esimerkki erotinmoduulin työohjeesta.	18
Kuva 4. Kuvakaappaus Composerin käytöstä.	19

LIITELUETTELO

Liite 1. Alfen Elkamo Oy Ab, ELMO 1000 Yleispätevät ohjeet.

SANASTO

A	Ampeeri
CAD	Computer assisted design
Driescher	Elektrotechnische Werke Fritz Driescher & Söhne GmbH
ELMO	Elkamo Moduulimuuntamo
Moduuli	Itsenäinen kokoonpanon käytettävä kokonaisuus
N.V.	Naamloze Vennootschap, julkinen osakeyhtiö
KJ	Keskijännite
kVA	Kilovolttiampeeri
PJ	Pienjännite
Oy Ab	Osakeyhtiö Aktiebolaget
V	Voltti

1 JOHDANTO

Kesällä 2020 keskusteltiin yhdessä tuotantopäällikkö Jiri Ahlvin sekä tuotekehityspäällikkö Thomas Wahlbeckin kanssa opinnäytetyön aiheesta, jotka ehdottivat yleispätevän työohjeen laatimista ELMO 1000 –puistomuuntamoperheelle. Työohjeen tulisi olla mahdollisimman vähäsanainen, jotta ohjetta voisi tulkita kuka tahansa uusi työntekijä vaivatta. Suurin osa tiedoista tulisi kuvaa katsomalla työvaiheista ja vertaamalla niitä nykyiseen työvaiheeseen.

Työn tarkoituksena oli laatia yleispätevät työohjeet Alfen Elkamo Oy Ab:n ELMO 1000 – tuotannon jokaisille työvaiheille. Aikaisempia työohjeita ei ollut, joten kaikki tieto tuli hankkia haastatteluiden ja oman työkokemuksen kautta.

Tuotantoon tutustuttiin työskentelemällä eri työpisteissä. Jokaisessa työpisteessä oli määrä harjoitella työvaiheet alusta loppuun, jotta voitaisiin ymmärtää täysin ohjeeseen mainittavat asiat. Muistiinpanoja tuli hyödynnetyksi ohjetta laatiessa. Työohjetta laadittiin uuden työntekijän näkökulmasta perustuen opittuihin asioihin tuotannossa, vanhempien työntekijöiden ohjeistuksella.

2 YRITYYS

Alfen Elkamo Oy Ab on yksi Suomen sähköjakeluteknologian valmistajista ja yrityksen pääkonttori sijaitsee Hollannin Almeressa. Alfen Elkamon liiketoiminta on jaettu emoyhtiö Alfen Hollantiin sekä tytäryhtiö Alfen Elkamoon Suomessa. Sen palveluihin kuuluu puistomuuntamoratkaisut, pienjännitekeskukset, energia-varastot, keskijännitekojeistot, sekä sähköautojen lataustuotteet. Alfen-konserni on kehittynyt Elkamon oston myötä Pohjoismaihin takaamaan sähkövarastointi- sekä latausjärjestelmiä. Vuonna 2019 yrityksen liikevaihto oli 16.4 miljoonaa euroa. /1,2/

2.1 Alfen N.V.

Alfen N.V. on hollantilainen sähköenergiaratkaisujen valmistaja, joka perustettiin 1. toukokuuta 1937 Alankomaiden kaupunkiin Hilversumiin nimellä: ”J. van Alfenin korkea- ja pienjännitteisten laitteiden tehdas”, josta se siirsi toimintansa vuonna 1983 Almereen. Vuonna 1976 Alfen toimitti ensimmäisen betonisen muuntamonsa.

Nykyään Alfen on kansainvälinen organisaatio, joka keskittyy innovatiivisten tuotteiden ja projektien kehittämiseen ja toimittamiseen sähköjakelutekniikan maailmassa. Alkuvuosinaan Alfen valmisti ensisijaisesti kytkinlaitteita. Vuosien aikana yrityksestä kasvoi kansainvälisesti johtavaksi asianosaiseksi energiaratkaisujen alalla. Alfen kehittää jatkuvasti innovatiivisia ratkaisuja, kuten älyverkon, energian varastointiratkaisujen ja sähköajoneuvojen latauspisteiden kehittämistä.

/1/

2.2 Oy Elkamo Ab

Elkamon historia alkaa vuodesta 1981, jolloin kaustislainen Jouko Pihlajamaa perusti sähkönjakelulaitteita valmistavan yrityksen Pietarsaareen toteuttamaan sähkönjakeluverkkotuotteita, kuten muun muassa puistomuuntamoita, pienjännitekeskuksia sekä kytkinlaitteita. Elkamo on työllistänyt parhaimmillaan jopa 100 työntekijää Pietarsaarella ja sen lähialueilla. Vuonna 2018 Alfen osti Elkamon osakekannan hyödyntääkseen Elkamon sähkönjakeluratkaisuja ja kontaktiverkoston sähköauton latauspaikkojen myyntiä Pohjoismaihin. /3/

2.3 Elsteel Oy

Elsteel Oy oli sähkönjakelujärjestelmiä kehittävän ja valmistavan Elkamon ohutlevytuotanto-osasto, joka eriytyi omaksi yritykseksi 1998. Tehtaan materiaaleista valmistetaan Elkamon kaikki ohutlevyosat, niin ulko- kuin sisäosatkin. Materiaaleina käytetään yleensä kuumasinkittyä peltiä vahvuudeltaan 0.5-3mm, 1.5mm vahvuista PVC-muovia sekä 0.7mm vahvuista Pural-peltiä. Tehtaassa lävistetään metalliosat levytyöstökeskuksella, särmätään taivutuskoneella sekä asennetaan puristepultit tarpeen mukaan komponentteihin. Nykyään Elsteel Oy toimii nimellä Alfen Elkamo Oy Ab, mutta valmistaa myös muille asiakkaille ohutlevyosia. /4/

3 ELMO 1000 –SARJA

ELMO on yksi Alfen Elkamon suosituimpia puistomuuntamomalleja, ja siksi sitä valmistetaan eniten. Sen ensimmäinen prototyyppi lanseerattiin vuonna 2012, ja ensimmäinen malli lähetettiin eteenpäin vuonna 2013. ELMO 1000 koostuu valmiiksi tehtaalla rakennetuista moduuleista, jotka kokonaisuudessaan muodostavat puistomuuntamon. Tämä voidaan rakentaa useiksi erilaisiksi vakioratkaisuksi, kukin asiakkaan toiveiden mukaan.

Valmistustekniikkana toimii ns. puolivalmiste, eli moduuliset ratkaisut. Valmiiksi kootut moduulit nostetaan sokkelin päälle ja kiinnitetään toisiinsa muodostaen runkokokonaisuuden. Lopuksi verhoillaan maalatuilla peltipaneeleilla, tai muilla asiakkaan toivomilla ratkaisuilla. ELMO voidaan siis räätälöidä asiakkaan toivomusten mukaan erotinasemaksi, kauko-ohjatuksi muuntamoksi kuin puistomuuntamoksikin. /5/

ELMO sisältää puistomuuntamon tavallisia kokonaisuuksia, kuten:

- Pienjännitekeskuksen
- Muuntajatilän muuntajineen
- Varokeuormaerottimen
- Manuaalisen tai moottorihjatun erottimen.

ELMO 1000 –nimitys tulee sanoista ”Elkamo Moduulimuuntamo”, ja numerosarja kertoo mallin muuntajan maksimikoon. Nimensä mukaan ELMO 1000 –sarjaan voidaan asentaa maksimissaan 1000 kVA muuntaja. Muita ELMOja ovat muun muassa ELMO 630 sekä ELMO 1600. Kuvassa 1 esitetään kuuden erotinkentän omaava ELMO 1000 asennettuna ja käyttöönotettuna.

Rungon peltiosat valmistetaan laadukkaasta kuumasinkitystä pellistä, joka takaa rakenteen kestävyuden eri olosuhteissa. Sähkötekniset osat ovat muiden valmistajien, kuten muun muassa jonovarokeytkimet, kaapelit, erottimet ja muuntajat. /5/

3.1 Pienjännitekeskus

Pienjännitekeskuksella tarkoitetaan tilaa, jossa muunnettu 20kV jännite 400V jännitteeksi voidaan jakaa syötettäville PJ-verkon lähdöille. PJ-kojeistoon asennetaan yleensä pääkojeeksi joko kuormakytkin ja kompaktikatkaisija, joissakin tilanteissa myös jonovarokeytkin. Lähtöinä käytetään usein joko jonovarokey- tai kompaktikatkaisijälähtöjä. Pienjännitekojeistoon on mahdollista sijoittaa myöskin energiamittauksen kuin omakäyttökeskuksen. /8/

ELMO –sarjan modulaarimuuntamoon voidaan asentaa 1000A, 1600A ja 2500A kuormakytkimillä varustettu muuntamon pienjännitetila. Kuormakytkimien koot määritellään asennettavan muuntajan koon ja kotitalouksien syötön tarpeen mukaan. PJ-keskukset ovat pääsääntöisesti toteutettu moduuliperiaatteella, eli jokainen keskus voidaan koota omana työnä eri työpisteessä. Tämän jälkeen se asennetaan valmiina moduulina paikoilleen muuntamoon. PJ-keskus voi sisältää myös ala-aseman, jolla voidaan ohjata kaukokäyttöisiä erottimia etänä. /5/

3.2 Muuntajatila

Muuntajatila valmistetaan erillisenä tilana, joka on ilmajäähdytteinen. Tilan pohjalle asennetaan riittävän tilava öljykaukalo, jotta vikatilanteessa ei valuta muuntajan öljyä maahan. Itse jakelumuuntaja voidaan tilauksen mukaan asentaa valmiiksi tehtaalla. /5/

Muuntaja on lyhyesti sähkölaite, joka muuntaa vaihtojännitteisen virran joksikin toiseksi saman taajuiseksi virraksi. Sen toimintaperiaate perustuu kahteen tai useampaan lähekkäin asetettuun käämiin, ensiöön ja toisioon. Ensiökäämi synnyttää itseensä sähkömotorisen voiman, joka puolestaan indusoituu toisiokäämiin sen kierrosluvun ja johdinpoikkipinta-alan mukaan. Muuntajalle on Lenzin lain mukaan ominaista toimia vain vaihtojännitteellä. Työohje käsittelee muuntamon rakennusvaiheita sivuten muuntajan asennuksen. /9/

3.3 Erottimet

Erotin on kytkinlaite, joka kytkee keskijännitettä päälle tai pois. Erottimilla voidaan erottaa kuorma sen ollessa virraton. Erotinta ei voi ohjata virrallisena, koska sitä ei ole valokaarisuojattu. Erottimen katkaisijan avausväli ei riitä takaamaan turvallista työskentelyä katkaisijan erottamassa virtapiirissä osassa vaan tarvitaan erotin ja työmaadoitukset. /10/

ELMO 1000 sarjassa käytetään useimmiten Driescher Moosburg H22 ja H27 erotinsarjan erottimia, mutta myös muiden valmistajien erottimia voidaan käyttää. Näiden erottimien suurin ero on se, että H22 voidaan rakentaa suoraan moduuliin, kun taas H27 on hieman kompaktimpi ratkaisu, joka asennetaan valmiiseen muuntamoon. /5/

Eroittimia on yleensä kahta eri tyyppiä puistomuuntamossa, varokekuorma- sekä kuormaerotin. Varokekuormaerotin saa syöttönsä omalta muuntajaltaan, jolla voidaan syöttää muita kuormaerottimia. Kuormaerotin puolestaan voi syöttää muita lähialueen puistomuuntamoita. Näin saavutetaan kattava ja luotettava rengassyöttö, joka mahdollistaa sähkönjakelun katkeamattomuuden. Kuormaerottimet voivat olla joko manuaalisesti tai moottorin avulla etänä ohjattavia.



Kuva 1. ELMO 1000, kuuden erotinkentän puistomuuntamo.

4 TYÖOHJEEN LAATIMINEN

Jotta työohje voitaisiin tehdä mahdollisimman käytännönläheiseksi, lopputyö suoritettiin hyvin pitkälti käytännönläheisenä tuotantotyöskentelynä. Näin tulisi opituksi tekemään työvaiheet muiden työntekijöiden opastuksella, haastatteluilla ja työskentelytavoilla. Ongelmakohdat tuli kohdata henkilökohtaisesti, sillä muuten näihin ei pystyttäisi puuttumaan täysin. Suuremman hyödyn takaamiseksi ohje käsittelisi myös etukäteen huomioitavista hankalista työvaiheista. Tämä tehostaisi tuotannon toimintaa.

Työohjetta lähdettiin kokoamaan työskentelemällä jokaisella työpisteellä viikosta kahteen viikkoon ja kirjaamalla tarvittavat muistiinpanot työvaiheista. Yrityksen toimistossa sai käytettäväksi tietokoneen, josta pääsi tarvittaessa tarkastelemaan piirustuksia, 3D-malleja ja kirjoittamaan työohjetta.

4.1 Henkilöstön haastattelut

Haastateltuani henkilöstöä selvisi ohjeen erittäin suuri ja pikainen tarve tuotantoon. Kaikki haastateltavat henkilöt kertoivat, että tämä nopeuttaisi myös uuden työntekijän oppimista, myös heidän työtaakkansa keventyisi jatkuvalla ohjeistukselta. Heidän mukaan uudet työntekijät on tähän mennessä perehdytetty sivusta seuraamalla työvaiheita muutaman viikon kerrallaan, jonka aikana tehtäisiin opastetusti töitä. Tästä seurasi usein epävarmuutta, ja tarvetta kysyä kokeneemalta työntekijältä jatkuvasti apua.

Keskimääräinen arvio työtaakan vähentämisestä oli haastatteluiden mukaan 40 prosenttia. Ohjeiden jo pelkkä olemassaolo auttaisi paljon, sillä uusi työntekijä voisi katsoa mallia sieltä eikä ainoastaan kysyä muilta työntekijöiltä. Osa henkilöstöstä painotti kuitenkin kysymisen tärkeyden, vaikka työohjeet olisivatkin olemassa. Heidän mukaan on myös tärkeää perehdyttää uusi työntekijä puistomuuntamokortin tulkitsemiseen varsinaisen työn aikana. /13/

4.2 Tuotantotyöskentely

Työohje haluttiin pohjauttaa käytäntöön suurimmaksi osaksi, joten oli tärkeää osata tehdä henkilökohtaisesti tuotannon työtä. Tämä todettiin hyväksi tavaksi, sillä ohjeen laatiminen vaatisi käytännön tiedon juuri oikeasta työskentelytavasta.

Työtä tehtäisiin niin kauan, kunnes se opittaisiin tekemään omalla tavalla. Tähän kuuluisi varsinainen työ, muistiinpanojen laatiminen, kysymysten esittäminen sekä asentajien haastattelu. Heidän kuuntelunsa oli tärkeintä, sillä he tietävät kaikista parhaiten työn tekemisen.

Jokaisessa työpisteessä tehdään tietty työvaihe samalla kaavalla asiakkaan tilauksien, kuitenkin standardien vaatimalla tavalla. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että esimerkiksi kokoojakiskosto voi olla erilainen joka moduulissa. Puistomuuntamokortista nähdään tarpeellinen tieto moduulin rakennukseen liittyen.

4.3 Puistomuuntamokortti

Jokaiselle puistomuuntamolle on laadittu oma projektikohtainen ns. puistomuuntamokortti, josta näkee seuraavat asiat:

- Projektin tiedot. Sisältää asennuskohteen ja muuntamon tunnuksen ja toimitustavan.
- Perusrakenne. Sisältää katon, seinien ja sokkelin tiedot.
- Keskijännitemoduulit. Sisältää jokaisen moduulin erottimen tyyppi ja tunnus, katkaisijan tiedot sekä kaapelikiinnikkeiden koko.
- Muuntajamoduuli. Kertoo maksimi muuntajan koon ja kaapelityypin sekä IP-luokituksen, ja lisätietoja muuntajan mahdollisen esiasennuksen.
- Pienjännitekojeisto. Kiskoston tyyppitiedot, pääkytkimen tyyppi ja koko, yksityiskohtaiset jonovarokkeiden tiedot, mahdolliset maadoituspisteet, mahdollinen kaukokäyttölaite, kojeiston valaisimien tyypit, pistorasioiden koot sekä keskitinvarauskomponentit.
- Lisäteksti. Mahdolliset lisätiedot ja –varustelut.

Puistomuuntamokortti sisältää myös kaikki piirustukset, kuten sokkelin, seinien, katon piirustukset. Piirustuksissa voidaan myös nähdä kytkentäkaaviot sekä koonpanopiirustukset. Jokaisen projektin omakohtaiset tekniset tiedot ovat myös luettavissa puistomuuntamokortista. Kuvassa 2 näytetään puistomuuntamokortin kansilehti josta voidaan yllä olevat tiedot lukea.


PUISTOMUUNTAMOKORTTI ELMO 1000 4xD2 3M+1

Projektin nimi	██████████	Muuntamon tunnus	██████████
Kohde	██████████	Toimitustapa	FCA
Elkamon tilausnumero	██████████	Muuntamokortin laatija:	██████████
Toimitusaika	██████████		
Muuntamokortin päiväys:	2.7.2020		

PERUSRAKENNE

Seinien väri	RAL 7015 Tummanharmaa	Katon tyyppi	Harjakatto
Kulmien väri	RAL 7015 Tummanharmaa	Erikoisverhoilu	Ei erikoisverhoilua
Katon väri	RAL 9005 Musta		
Pääpiirustus ja putkituskuva	██████████		

KESKIJÄNNITEMODUULI 1
J04

Varokeuormanerotin H22 SEA 24 kV 630 A 20 kA
 Maadoituserotin D2 H22 SEA varokeuromanerottimelle 20 kA
 - Sulakkeet Efen HH-SI 40 A (630-800 kVA 24 kV)
 - Kaapelikiinnikkeet KOZ STANDARD 26-38 3 kpl

KESKIJÄNNITEMODUULI 2
J01

Moottoriohjattu kuormanerotin H22 EK 24 kV 630 A 20 kA
 Maadoituserotin D2 H22 EK kuormanerottimelle 20 kA
 - Moottoriohjauksen painonapit ja k/p-kytkin
 - Kaapelikiinnikkeet KOZ STANDARD 26-38 3 kpl
 1-0-2 kytkin

KESKIJÄNNITEMODUULI 3
J03

Moottoriohjattu kuormanerotin H22 EK 24 kV 630 A 20 kA
 Maadoituserotin D2 H22 EK kuormanerottimelle 20 kA
 - Moottoriohjauksen painonapit ja k/p-kytkin
 - Kaapelikiinnikkeet KOZ STANDARD 26-38 3 kpl
 1-0-2 kytkin

KESKIJÄNNITEMODUULI 4
J02

Moottoriohjattu kuormanerotin H22 EK 24 kV 630 A 20 kA
 Maadoituserotin D2 H22 EK kuormanerottimelle 20 kA
 - Moottoriohjauksen painonapit ja k/p-kytkin
 - Kaapelikiinnikkeet KOZ STANDARD 26-38 3 kpl
 1-0-2 kytkin

MUUNTAJAMODUULI

Max. muuntajakoko	1000 kVA (l x p x k = 2080x1120x1900)	Ensi-asennusmuuntaja	800 kVA
Keskijännitekaapeli	Keskijännitekaapeli 3xHXCMK sisäpäätte-sisäpäätte	Kotelointiluokka	IP00

PIENJÄNNITEKOJEISTO

Kiskosto	1600 A max 12x630A
Pääkytkin	Kuormankytkin 1600 A, Socomec Sirco eller ABB OT
Maadoituspiste 1	Maadoituspallot muuntajan puolelle 30 mm x 4
Maadoituspiste 2	Maadoituspallot kokoojakiskoston puolelle 30 mm x 3
Roikkavalaisin	Roikkavalaisin
PJ-puolen kiinteä valaisin	PJ-puolen kiinteä valaisin
Pistorasia	Pistorasia 1-vaiheinen 16 A
Keskitynvaraus	M2-mittarialusta, 3x16 A johdonsuoja johdotettuna Kuumic KU40_RTU SVV konffilla

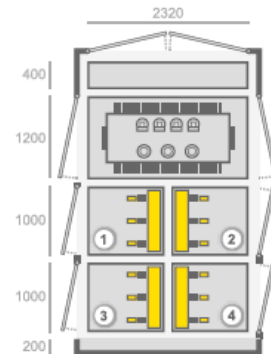
Jonovarokeytkimet:

F01	400 A EFEN (NH 2)	V-ruuviiliitos	AXMK 4x240
F02	400 A EFEN (NH 2)	V-ruuviiliitos	AXMK 4x240
F03	400 A EFEN (NH 2)	V-ruuviiliitos	AXMK 4x240
F04	400 A EFEN (NH 2)	V-ruuviiliitos	AXMK 4x240
F05	400 A EFEN (NH 2)	V-ruuviiliitos	AXMK 4x240
F06	400 A EFEN (NH 2)	V-ruuviiliitos	AXMK 4x240

Lisäteksti

Sokkelin maalaus, mittarialusta 3x16A
 merkinnär R3 / Savon-Voima, lukkojen asennus
 Kuumic ala-asema KONFFATTUNA! (käytetään varastosta jos on) Kuitu ja Sisco mac osoitteen merkkaus. Kuumic
 protokollamuunnin KU_114 Elkamolta!
 Moottoriohjatuille erottimille 1-0-2 kytkimet!

Antenniteline!


Kuva 2. Esimerkki ELMO 1000 4xD2 puistomuuntamokortista.

4.4 Työohjeen sisältö

Jotkin asiat kuten esimerkiksi pulttien kiristysmomentit sekä runkojen kokoonpano-ohjeet voitiin laatia selkein ohjein, sillä näiden työjärjestykseen ei voi vaikuttaa. Työ rajattiin yleispäteväksi sen soveltavuuden kannalta muihin puistomuuntamomalleihin. Tarkemmat tekniset tiedot on tarpeellista esittää vain puistomuuntamokortissa. Ohje on suositeltavaa käyttää yhdessä puistomuuntamokortin kanssa.

Esimerkkinä kiskoliitosten ohje: ”Pultin pituus oltava vähintään 20mm pitempi kuin materiaali.” Käytettäviä kiskoja on useita erilaisia ja – paksuisia, joten turhan työn välttämiseksi luodaan standardipohjainen ohje kaikille kiskotyypeille. /11/

Työohje sisältäisi myös neuvoja, jotka ovat joko turvallisuuden kannalta tärkeitä tai työvaiheen helpottamiseksi. Näitä asioita ei välttämättä suunnittelu tai tuotekehitys ottaisi huomioon.

Esimerkkeinä erotinmoduulin ohjeita: ”Suositeltavaa on asentaa käyttötangon pää ensin erottimeen kiinni.” ”Työskenneltäessä varokekuormaerotinmoduulissa tulee erottimen olla auki-asennossa, ettei erotin vahingossa avaudu kovalla voimalla.” /12/

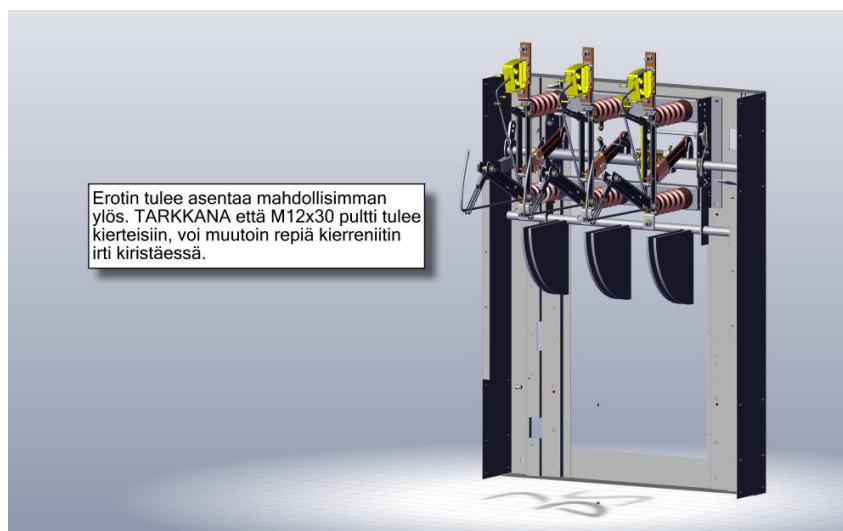
4.5 Työohjeen laadintaprosessin aikana kohdatut ongelmat

Ohjetta laatiessa ongelmaksi koitui 3D-kuvantojen päinvastainen luominen. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että ensimmäinen kuvanto on valmis moduuli, ja viimeinen kuvanto on ensimmäinen työvaihe. Kuvannot eivät itsessään ole kuin kuvankaappauksia sen hetkisestä mallista, joita käytetään ohjeen kuvina. Käytännön harjoittelu ja muistiinpanot olivat tukena kuvantoja luodessa.

Muina ongelmakohtina oli asentajien termeihin liittyvä tietämättömyys, esimerkiksi kalvotiivisteen virallista nimeä ei tiedetty. Työohjetta ei kuitenkaan täysin pystynyt laatimaan yrityksen käyttämällä arkisanastolla, sillä uuden työntekijän olisi vaikea ymmärtää ohjeen kieliasua.

Myös työntekijöiden työtapojen poikkeavuus vaikutti työvaiheiden järjestyksen valitsemiseen ohjeeseen. Jokaisessa työvaiheessa ei ole merkitystä missä järjestyksessä niitä suoritetaan, mutta ohjeessa täytyi olla selkeä ja yksiselitteinen linja jota aloittelija voisi noudattaa omaksuen oman tavan työskentelyyn. Useita työtapoja omaksuessa sekä yhdistellessä saavutettiin selkeä sekä kattava työntekojärjestys.

Uutena työntekijänä itse huomioin myös asioita, joista ei muistettu tai huomattu mainita. Kuva 3 esittää erottimen asentamista runkoon, joka kiinnitetään kierreniitteihin pulttiliitoksella. Tähän liittyi myös se, että mikäli pultti ei ole täysin kierteellä, voi se irrota helposti, mikä ei ole suotavaa.



Kuva 3. Esimerkki erotinmoduulin työohjeesta.

4.6 Työohjeen kehitys

Työohjetta kehitettiin sen ensimmäisen version valmistuttua varsinaisella käyttöönotolla. Työntekijät noudattivat työohjetta mahdollisimman tarkasti raportoiden mahdollisista puutteista tai parannusehdotuksista. Tämä perustuu inhimilliseen tapaan ajatella työntekoa, sillä työvaiheiden muistaminen on rutiininomaista ja tämän vuoksi hyvin suurpiirteistä. Tällä tavoin ohjeen kehitys saisi paljon uutta dataa ja työohjeen kehitysprosessi olisi jatkuvaa mahdollisista revisiomuutoksista johtuen.

4.7 SolidWorks Composer

SolidWorks Composer on Dassault Systèmes SolidWorks Corporationin parametrisoitu 3D-suunnitteluohjelma, jolla voidaan suunnitella kolmiulotteisia kuvia sekä animaatioita. Yritys on ranskalainen, ja SolidWorksin ensijulkaisu oli joulukuussa vuonna 1993. /5/

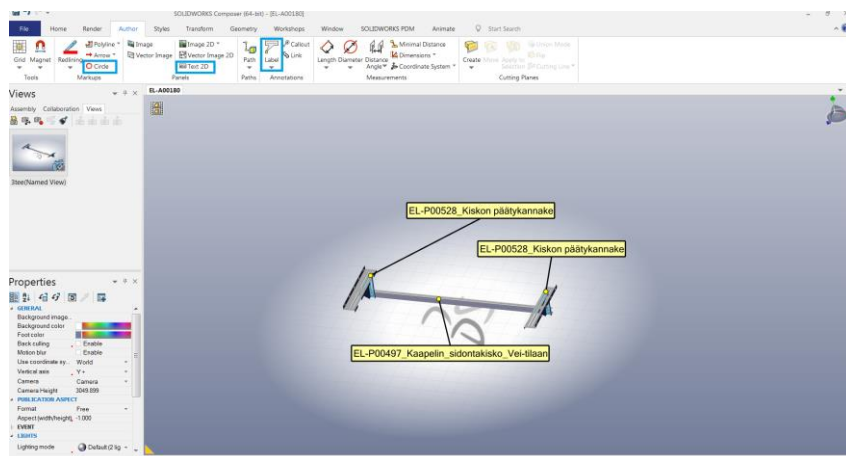
Tästä eteenpäin SolidWorks Composer mainitaan Composerina.

Composeria käytetään yleisesti vektorigraafisten ja rasteripohjaisten kuvien luomiseen, jotka voidaan myös animoida videon muotoon. Composer on erittäin hyvä työkalu kokoonpano-ohjeiden luomiseen. /6/

Työohjetta laatiessa Composer oli suuressa roolissa kuvien luomisessa. Sen avulla kyetään näyttämään osan yksityiskohdat tarkasti ja selkeästi.

Composerin Label-työkalu mahdollisti osien koodikohtaisen nimeämisen. Tämä oli tärkeää kun verrataan osan koodia keräilylistan mukaan. View-työkalulla pystyi luomaan kuvankaappauksia puretusta kokonaisuuden vaiheesta, jossa haluttiin tuoda yksityiskohdat esiin. Kuvannot täytyi luoda päinvastaisessa järjestyksessä, miten kokonaisuus oikeasti kootaan, sillä valmista 3D-mallia piti purkaa osiin.

Kuva 4 näyttää peruskäyttönäkymän Composerissa.



Kuva 4. Kuvakaappaus Composerin käytöstä.

5 ANALYYSI

Ohjeesta on paljon hyötyä, kuten:

- Ohjeen yleisyys. Ohjetta voidaan soveltaa myös muihin puistomuuntamomalleihin huomioiden osien eriäväisyys, mutta niiden samankaltaisuus.
- Yksinkertaisuus. Ohje on kirjoitettu yleiskielellä käyttäen yksinkertaista lauserakennetta, jotta tarpeellinen tieto saadaan mahdollisimman selkeäksi.
- Käytännön ongelmat. Käytännön ongelmat on listattu joka työvaiheelta etukäteen niin että työntekijä osaa ennalta varautua niihin.
- Kattavuus. Ohjeen loppuviimeistelyvaiheessa työvaiheet hiotaan juuri työntekijöiden sanojen mukaiseksi ja mahdollisimman informatiiviseksi selkokielellä.

Työohjeesta mahdollisesti aiheutuvat haasteet:

- Erityisten asioiden maininta. Muuntamoiden valinnanvaraisuus tuottaa ongelmia laatia ohjeen, joka käsittelisi jokaisen projektin yksityiskohteisesti.
- Kieliasu. Ohjeen kieliasua on laadittu helppolukuiseksi, joka kertoo vain työvaiheen tarpeellisen tiedon. Tämä voi aiheuttaa epävarmuutta uusille työntekijöille, jotka ovat epätietoisia talon toimintatavoista.
- Itsenäisyys. Työohje ei poista tai korvaa olemassa olevia dokumentteja. Ohje täytyy tulkita yhdessä yksittäisen työn puistomuuntamokortin avulla.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia työohje Alfen Elkamon ELMO 1000- sarjan puistomuuntamomalliperheeseen. Työ suoritettiin suurimmaksi osaksi tuotannon puolella, josta saatiin käytännön tiedot ohjeen laatimiseen. Aihe opinnäytetyöhön mietittiin yhdessä Alfen Elkamon tuotantopäällikön kanssa.

Haasteellisinta oli opinnäytetyöhön tiedon tuottaminen paperille. Olen työskennellyt yrityksessä useita kesiä ja lomanaikoja, joten tuttuja itsestään selviä asioita täytyi tarkastella toimihenkilön näkökulmasta. Ohje pyrittiin laatimaan tuotannon työntekijälle mahdollisimman selkeälukuiseksi, joka ensimmäisen version jälkeen testattiin tuotannon työntekijöillä raportoiden mahdolliset puutteet sekä parannusehdotukset.

Opinnäytetyöhön sain riittävän alkuperähdytyksen tuotannon ja toimihenkilöiden puolelta, jotka opastivat tuotannon työvaiheissa, sekä yrityksen omien piirustusten tarkastelua tietokoneelta. Ohjeessa mainittujen vinkkien ja työvaiheiden normalisoinnilla on tavoite eheyttää tuotannon nopeutta sekä siinä esiintyviä virheitä huomattavasti.

LÄHTEET

/1/ Alfen History. 2020. Alfen N.V websites. Viitattu 16.10.2020.

[https://alfen.com/en/about-alfen/history //](https://alfen.com/en/about-alfen/history)

/2/ Alfen Elkamon liikevaihto vuonna 2019. 2020. Kauppalehden verkkosivut. Viitattu 27.10.2020

<https://www.kauppalehti.fi/yrietykset/yrietyks/alfen+elkamo+oy+ab/04160474>

/3/ Elkamon myyntihistoria. 2018. Pietarsaaren Sanomien verkkosivut. Viitattu 16.10.2020

<https://www.pietarsaarensanomat.fi/uutinen/541549>

/4/ Elsteel Oy historiaa. 2020. Elsteel Oy:n verkkosivut. Viitattu 26.10.2020.

<http://www.elsteel.fi/yrietyks.html>

/5/ ELMO 1000 –sarjan moduulimuuntamo. 2020. Alfen Elkamo Oy Ab:n verkkosivut. Viitattu 19.10.2020

<https://alfenelkamo.fi/fi/elmo-moduulimuuntamo>

/6/ Dassault Systèmes. SolidWorks Composer. 2020. Viitattu 16.10.2020.

https://www.solidworks.fi/sw/6453_SVF_HTML.htm

/7/ Hyttinen, L. 2020. CadWorks Oy, SolidWorks Composer. Pikaohje Laadittu Alfen Elkamo Oy Ab:lle. Volyymi 1, s. 1-16.

/8/ Elovaara, J. & Haarla, L. 2011. Sähköverkot 2: Verkon suunnittelu, järjestelmät ja laitteet. 2020. s. 126.

/9/ Verkkonen, V. 2005. Teoreettinen Sähkötekniikka. Sähköverkot, Muuntajat. 2020. Vaasan Ammattikorkeakoulu. Luku 1.1, s.7.

/10/ Koski, J. 2014. Sähkölaitokset – osa 9 – Suurjännite-erottimet. Sähkölaitokset –kurssin luentomateriaalin diaesitys. 2020. Vaasan Ammattikorkeakoulu.

/11/ Allonen, J. ELMO 1000, Yleispätevät ohjeet 2020. Alfen Elkamo Oy Ab. Kiskoston asennusohjeita, s.12. Salattu liite.

/12/ Allonen, J. ELMO 1000, Yleispätevät ohjeet 2020. Alfen Elkamo Oy Ab.
Käyttötankojen asennus, s.34. Salattu liite.

/13/ Alfen Elkamon henkilöstöä. 2020. Henkilöstö. Alfen Elkamo Oy Ab. Haastatteluja syksyiltä 2020.

LIITTEET

Liitteet poistettu Alfen Elkamo Oy Ab:n pyynnöstä.