



Energiavaraston kokoonpano- ohjeen kehittäminen

Miko Salminen

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2024

Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Tuotantotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Tuotantotekniikka

SALMINEN, MIKO:
Energiavaraston kokoonpano-ohjeen kehittäminen

Opinnäytetyö 35 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Huhtikuu 2024

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Enico Oy:n toimeksiannosta kokoonpano-ohje pienimmästä energiavarastomallista. Nopean tuotekehityksen takia energiavarastoista ei ole tehty kunnollisia kokoonpano-ohjeita. Kasvavan tuotannon ja uusien työntekijöiden rekrytoinnin vuoksi kunnollisille kokoonpano-ohjeille oli suuri tarve. Pää tavoitteena oli kehittää selkeä ja kattava kokoonpano-ohje, joka toimii uusien työntekijöiden perehdytyksen tukena sekä muistilistana vanhoille työntekijöille. Energiavarastoa kasatessa tapahtui paljon raskaita nostoja ja jännitteellisiä kytkentöjä, joten tavoitteena oli myös kehittää kokoonpano-ohjeeseen ohjeistus nostojen ja jännitteellisten kytkentöjen turvallisesta tekemisestä.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin 40-sivuinen selkeä kokoonpano-ohje tuotantotiimille. Käytännön testaus jäi toteuttamatta opinnäytetyön aikana, koska opinnäytetyöprosessin aikana ei kokoonpantu saman mallin energiavarastoa. Ohjeiden soveltuvuus ja käytännön toteuttamiskelpoisuus arvioitiin yhdessä toimeksiantajayrityksen kanssa toimivaksi ja asetettujen tavoitteiden täyttäväksi.

Tulevaisuudessa kokoonpano-ohjeita voidaan päivittää ja parantaa uuden tiedon ja kehittyneiden kokoonpanomenetelmien myötä. Tulevaisuudessa energiavarastojen kokoonpano voi siirtyä osittain alihankkijalle, joten kokoonpano-ohjeita pitäisi kehittää sellaisiksi, että energiavaraston kokoonpano onnistuisi pelkkien ohjeiden avulla. Jatkossa energiavaraston kokoonpano-ohjeen avulla voidaan aloittaa toisen energiavarastomallin kokoonpano-ohjeistuksen luominen.

Asiasanat: kokoonpano-ohje, työohje, energiavarasto, kokoonpano

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering
Production Engineering

SALMINEN, MIKO:
Development of Energy Storage Assembly Instructions

Bachelor's thesis 35 pages, appendices 0 pages
April 2024

The purpose of this thesis was to develop assembly instructions for the Enico's smallest energy storage model. With increasing production and new hires, the lack of proper assembly instructions for energy storage systems highlighted a critical need for their development. The main objective was to create clear assembly instructions to support the orientation of the new employees and serve as a checklist for the existing ones. The objective was also to create instructions within the assembly guide for the safe execution of lifts and voltage connections.

The outcome of this thesis was a concise 40-page assembly guide. Practical testing was not conducted during the thesis process. The instructions were evaluated with the client company, and it was found that they met the set objectives.

Furthermore, these assembly instructions can be updated and improved with new information and advanced assembly methods. The instructions can serve as a basis for developing assembly guides for other energy storages models. In the future, the assembly of energy storages may partially be transferred to a subcontractor, so the assembly instructions should be developed in such a way that the entire assembly of the energy storage could be completed using the instructions alone.

Key words: assembly instruction, work instruction, energy storage, assembly

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
1.1	Työn tausta ja tavoitteet	7
1.2	Työn rajaukset.....	7
1.3	Toimeksiantaja	8
2	ENERGIAVARASTO.....	9
2.1	Energiavarasto	9
2.2	Energian varastointi akuilla	9
3	TUOTTEET	12
3.1	CompactESS.....	12
3.2	MobileESS	12
3.3	EModule.....	13
4	PEREHDYTYS.....	15
4.1	Perehdyttäminen	15
4.2	Perehdyttämisen lainsäädäntö	15
4.3	Perehdyttämissuunnitelma	16
5	RISKIEN HALLINTA	18
5.1	Turvallisuus.....	18
5.2	Raskaat nostot	18
5.2.1	Nostot käsin.....	18
5.2.2	Nostot nostimen ja apuvälineiden avulla	19
5.3	Jännitteelliset kytkennät	20
5.4	Tikastyöskentely.....	21
6	TYÖOHJE.....	22
6.1	Työohje yleisesti.....	22
6.2	Hyvän työohjeen piirteet.....	22
7	TYÖN TOTEUTUS.....	24
7.1	Työn suunnittelu.....	24
7.2	Työn kulku.....	25
7.2.1	Kokoonpano	25
7.2.2	Kokoonpano-ohjeen aloitus	26
7.2.3	Sisällysluettelo.....	27
7.2.4	Yleiset ohjeet.....	28
7.2.5	Kokoonpano-ohjeet	29
8	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	31
8.1	Työn tulokset ja arviointi.....	31
8.2	Luotettavuuden ja eettisyyden tarkastelu	32

8.3 Jatkokehityksiheet.....	32
LÄHTEET	34

LYHENTEET JA TERMIT

A	Ampeeri, virran yksikkö
BESS	engl. Battery Energy Storage System eli akullinen energiavarastojärjestelmä
CCS	engl. Combined Charging System eli sähköauton latauspistoke malli
EES	engl. Energy Storage System eli energiavarastojärjestelmä
Hz	Hertsi, taajuuden yksikkö
kW	Kilowatti, eli 1000 wattia, tehon yksikkö
kWh	Kilowattitunti, eli 1000 wattituntia, energian yksikkö
V	Voltti, jännitteen yksikkö
VAC	Voltia vaihtovirtaa, Vaihtojännitteen yksikkö

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Opinnäytetyö on tehty Enicon toimeksiannosta kehittää energiavarastolle kokoonpano-ohje. Tuotteiden kysyntä on kasvussa, jonka takia kokoonpanoon rekrytoidaan lisää työntekijöitä. Nopean tuotekehityksen takia energiavarastoista ei ole tehty kunnollisia kokoonpano-ohjeita, joten niille on suuri tarve uusien työntekijöiden perehdytyksen kannalta sekä toimimaan muistilistana vanhoille työntekijöille. Tulevaisuudessa osa energiavarastojen kokoonpanosta on suunniteltu tehtävän alihankkijoilla, joten kokoonpano-ohjeet ovat hyvin tärkeitä.

Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää Enicon energiavarastolle kokoonpano-ohjeet. Kokoonpano-ohjeista on tarkoitus saada tehtyä sellaiset, että uudet työntekijät pystyisivät tekemään mekaaniset asennukset oikein ja turvallisesti sekä kaapelien vedot ja kytkennät siististi. Kokoonpano-ohjeen lisäksi tarkoituksena on tehdä nostotyön ja jännitetyöskentelyn ohjeet. Kokoonpano-ohjeiden täytyy olla myös helposti muokattava toisia energiavarastomalleja varten.

1.2 Työn rajaukset

Opinnäytetyön kokoonpano-ohje rajattiin Enicon pienimpään CompactESS malliin, koska Compact sarjan energiavarasto on Enicon pienin, yksinkertainen ja nopein kokoonpantava energiavarastomalli. Kokoonpano-ohjeessa keskityttiin mekaanisiin asennuksiin, kaapeloinnin ja kytkentöjen siisteyteen, raskaisiin nostoihin ja jännitteellisiin kytkentöihin. Kokoonpano-ohjeesta rajattiin pois energiavaraston mittaukset ja testaus. Mittauksien ohjeet olisi tehnyt opinnäytetyöstä liian laajan, joten se päätettiin rajata pois. Testaus ei kuulu tuotannon henkilöstölle, joten se rajattiin opinnäytetyöstä pois. Rajauksen ansiosta saatiin pidetty opinnäytetyön aihe maltillisena.

1.3 Toimeksiantaja

Enico Oy on vuonna 2019 perustettu suomalainen kasvuyhtiö Tampereelta. Enico kehittää kustannustehokkaita ja korkealaatuisia energian varastointiratkaisuja varastointiteknologiantoimittajille, energian tuottajille sekä muille energian varastointiratkaisujen käyttäjille (Enico 2023b). Vuodesta 2021 Enico on ollut osana WEST Invest Group:ia (Enico 2023d).

2 ENERGIAVARASTO

2.1 Energiavarasto

Energiavarastolla tarkoitetaan energianlähdettä, johon voidaan varastoida sekä vapauttaa suuria määriä sähköenergiaa. Energian varastoinnin tyylejä on monia, esimerkiksi voidaan varastoida energiaa akkujen, vauhtipyörän ja vedyn avulla (Alanen, Hukari, Koljonen & Saari 2003, 118–124). Yleisin, tunnetuin ja tehokkain tapa varastoida sähköenergiaa on varastoimalla se akkuihin (Guerro-Lemus & Martinez-Duart 2013, 307). Enicon kaikki energiavarastoratkaisut ovat akullisia energiavarastoja.

2.2 Energian varastointi akuilla

Akullinen energiavarastointijärjestelmä käytetään myös lyhennettä BESS on edistyksellinen teknologinen ratkaisu, joka mahdollistaa energian varastoinnin akkuihin myöhempää käyttöä varten. Energianjakelu voi kokea vaihteluita sään, sähkökatkojen tai muiden syiden vuoksi. Akkujärjestelmät ovat tärkeitä voimalaitoksille, yrityksille ja kodeille jatkuvan energiavirran saavuttamiseksi. (Enelx n.d.)

Akkujen energiavarastojärjestelmän toimintaperiaate on hyvin suoraviivainen. Akut saavat sähköä suoraan sähköverkosta, voimalaitoksesta tai uusiutuvasta energianlähteestä esimerkiksi aurinkopaneeleista tai muusta energianlähteestä vapauttaakseen sen sitten tarvittaessa. (Enelx n.d.) Energiavarastojärjestelmät hallitsevat energian latausta ja purkausta ohjausjärjestelmien avulla, jotta ne voivat tarjota virtaa tarvittaessa tai ladata virtaa sen ollessa halpaa. Energiavarastointijärjestelmän komponentteihin yleensä kuuluu akkujärjestelmä, tehonmuunnosjärjestelmä tai invertteri, akunhallintajärjestelmä, ympäristönhallintalaitteet, ohjain ja turvalaitteet, kuten palontorjunta, anturit ja hälyttimet. (Power sonic 2024.)

Energiavarasto soveltuu useisiin käyttökohteisiin, kun sen yhdistää korkealaatuisiin energian optimointi- ja hallintajärjestelmiin. Energiavarasto sopii esimerkiksi

teollisuusalueilla, uusiutuvien energialähteiden käytön tehostamiseen, sähköverkon tukemiseen ja moneen muuhun eri tarkoitukseen. (Enico 2023a.)

Teollisuuden liiketoiminnan ja ympäristössä kiinteistöt ja teollisuusrakennukset voivat tehostaa energiahallintaansa ja optimoida energiakustannuksia energia-varastointipalveluja hyödyntämällä. Energian varastointijärjestelmät mahdollistavat uusiutuvan energiantuotannon kiinteistökohtaisen optimoinnin sekä hyödyntää sähkönn hinnanvaihtelun. Lisäksi energiavarastojen avulla kiinteistöt ja teolliset tuotantolaitokset voivat osallistua sähköverkon taajuusreservimarkkinoille. (Enico 2023a.) Energiavaraston hyödyt kaupan ja teollisuuden käyttökohteissa ovat:

- Huipputehon rajoittaminen laskee energiakustannuksia hallitsemalla huipputehon tarvetta.
- Kiinteistö voi hyödyntää sähkönn tuntihintojen vaihtelua tehokkaasti varastoimalla energiaa edullisina aikoina ja myymällä se takaisin verkkoon tai käyttämällä sitä kalleimpina tunteina.
- Sähkökatkoksen aikana tukee kiinteistön sähköverkkoa. (Enico 2023a.)

Siirrettävät energiavarastot mahdollistavat täysin uusia näkökulmia energian varastointijärjestelmien hyödyntämiselle. Energiavarastoa voidaan väliaikaisesti hyödyntää sähköverkon korjaus- tai rakennustöiden aikana. Siirrettäviä energiavarastoja voidaan myös käyttää päästöttömän rakennustoiminnan mahdollistamiseen. (Enico 2023a.) Siirrettävän energiavaraston hyödyt ovat:

- Energiavarastoa voidaan käyttää esimerkiksi rakennustyömailla tai infrastruktuurin rakentamisessa dieselaggregaatin tilalle.
- Energiavarasto kykenee toimimaan sähköverkon häiriöiden tai korjaustöiden aikana saareketilassa, syöttäen väliaikaisesti sähköä verkkoon.
- Yhdistämällä siirrettävä energian varastointijärjestelmän ja sähköajoneuvoille tarkoitettujen siirrettävien latausyksiköiden mahdollistaa siirrettävän latausinfrastruktuurin. Tämä mahdollistaa sähköautojen latauksen siellä, missä kiinteiden latauspisteiden rakentaminen ei ole mahdollista tai taloudellisesti kannattavaa. Esimerkkejä ovat hiihtokeskukset, festari ja messut. (Enico 2023a.)

Sähköverkon kannalta energiavarastot ovat arvokas hyödyke. Energiavarastojen tarjoamat edut ja palvelut, kuten sähkönlaadun varmistaminen, keskeytymätön virransyöttö ja kuormanhallinta lisäävät toimitusvarmuutta ja tehokkuutta. Energiavarastojen etujen merkitys kasvaa entisestään, kun otetaan huomioon käynnissä oleva energiasiirtymä ja lisääntyvä tarve tehokkaammille ja kestävämmille energiajärjestelmille. (Enico 2023a.) Sähköverkon kannalta energiavaraston hyödyt ovat:

- Energiavaraston ylläpitäjä pystyy tarjoamaan merkittävän säätyvän jousto-reservin jakeluverkon haltijoille tukemalla sähköverkon toimintaa, ja samalla tuottaa itselleen lisää tuloja osallistumalla taajuusreservimarkkinoille.
- Energiavarasto tasapainottaa hetkellistä vaihtelua sähkön tuotannossa uusiutuvista energialähteistä esimerkiksi, aurinkoenergiasta ja vakauttaa siten verkon kuormitusta.
- Suurten aurinkovoimaloiden tuotanto on korkeimmillaan päiväsaikaan, kun taas energian kulutus on korkeimmillaan iltapäivällä ja illalla. Energiavaraston avulla voidaan varastoida suuria määriä sähköä, kun sitä ei tarvita ja jakaa sähköä, kun sitä tarvitaan eniten. (Enico 2023a).

3 TUOTTEET

3.1 CompactESS

Enicon CompactESS on monitoiminen energiavarastointiratkaisu, joka on suunniteltu erityisesti teollisuuden, maatalouden, uusiutuvan energian sekä kiinteistösektorin tarpeisiin (kuva 1). CompactESS on Enicon pienin energiavarastomalli ja lisäksi erittäin vaivaton asentaa suoraan kiinteistön rinnalle sekä energiavaraston käyttöönotto tapahtuu päivän sisällä. CompactESS tarjoaa erikokoisia vaihtoehtoja tehon ja energian suhteen 80 kW/104 kWh ja 360 kW/416 kWh väliltä. CompactESS on asennettavissa ulos tasaiselle kiinteälle alustalle tai siirrettävälle alustalle. Verkkoliitäntä 400VAC/50Hz ilman välimuuntamoita. (Enico 2023c.)



KUVA 1. Enico CompactESS (Enico 2024).

3.2 MobileESS

MobileESS on Enicon siirrettävä energiavarastomalli (kuva 2). Energiavarasto sopii täten erinomaisesti rakennus- ja infratyömaille dieselaggregaattien tilalle sekä kausittaisen käyttötarpeeseen esimerkiksi laskettelukeskuksiin ja leirintäalueille. Energiavaraston teho on 300 kW ja nimellisenergia 416–624 kWh, jonka

käyttöönotto aika on vain noin tunnin verran. 120 kW CCS-latausasemia on kaksi kappaletta, 63 A liitäntäpisteitä on 4 kappaletta ja 125 A liitäntäpisteitä on kaksi kappaletta. Verkkoliitäntä 400VAC/50Hz ilman välimuuntamoita. (Enico 2023c.)



KUVA 2. Enico MobileESS (Enico 2024).

3.3 EModule

EModule on kehittynyt modulaarinen energian varastointijärjestelmä, joka on suunniteltu vastaamaan monipuolisiin energian varastointitarpeisiin eri käyttöympäristöissä (kuva 3). Sen avulla voidaan optimoida energian käyttöä, tasapainottaa sähköverkkoa ja säästää kustannuksia. Soveltuu erinomaisesti suuriin ja keskikokoisiin energianvarastointiprojekteihin esimerkiksi tuuli- ja aurinkoenergian tuotannon optimointiin. Yhden EModulen jatkuva teho on 200 – 1000 kW ja nimellisenergia 500-1000kWh. (Enico 2023c.)



KUVA 3. Enico EModule (Enico 2024).

4 PEREHDYTYYS

4.1 Perehdyttäminen

Perehdyttäminen tarkoittaa kaikkia toimia, miten henkilö saadaan mahdollisimman nopeasti osaksi työyhteisöä, sidosryhmiä ja oppimaan omat työtehtävänsä. Perehdyttäminen on olennaista myös silloin, kuin henkilö vaihtaa yrityksen sisällä työtehtävää, eikä vain silloin kuin uusi henkilö aloittaa uudessa organisaatiossa. Perehdyttäminen vie aikansa, mutta mitä nopeammin perehdytettävä kykenee työskentelemään itsenäisesti ilman muiden ohjausta, sitä nopeammin perehdytykseen käytetty aika maksaa itsensä takaisin. (Joki 2021, 85.)

Perehdyttäminen on monesta syystä tärkeää. Perehdytyksen avulla työntekijä oppii työtehtävänsä nopeasti ja oikein. Hyvin toteutettu perehdytys vähentää virheitä ja säästää korjaamiseen kuluva aikaa. Virheiden korjaamiseen kuluu usein myös usean työntekijän työaikaa, joten kattava perehdytys kannattaa. (Joki 2021, 85–86.)

4.2 Perehdyttämisen lainsäädäntö

Perehdyttäminen nähdään Suomessa suurena osana työntekijän työturvallisuutta ja tästä syystä sitä on säädetty myös työturvallisuuslaissa. Työturvallisuuslain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita varmistukseksi ja ylläpitääkseen työntekijöiden työkykyä. Samalla pyritään ennaltaehkäisemään työtapaturmia, ammattitauteja sekä muita työympäristöstä ja työstä johtuvia haittoja työntekijän fyysiselle ja henkiselle terveydelle. (Työturvallisuuslaki 738/2002 § 1.).

Perehdytykseen työturvallisuuslaissa korostetaan, että työnantajan on kerrottava työntekijälle kattavat tiedot työpaikan mahdollisista haitta- ja vaaratekijöistä. Työnantajan vastuulla on varmistaa, että työntekijä saa riittävän perehdytyksen koskien työtään, työpaikan työolosuhteita, työ- ja tuotantomenetelmiä sekä työssä käytettäviä työvälineitä ja niiden oikeaa käyttöä. Laki edellyttää myös, että

tarvittaessa työntekijälle tarjotaan täydentävää opetusta ja ohjausta. (Työturvallisuuslaki 738/2002 § 14.) Työturvallisuuslain näkökulmasta on olennaista, että perehdytyksellä varmistetaan riittävät tiedot ja taidot turvalliseen työskentelyyn, ja tämän jälkeen vastuu periaatteiden noudattamisesta siirtyy myös työntekijälle.

4.3 Perehdyttämissuunnitelma

Perehdyttämisestä ja opastuksesta tyypillisesti vastaa lähiesihenkilö, joka laatii perehdyttämisestä kirjallisen suunnitelman. Perehdytys suunnitelmassa ilmenee perehdytykseen kuuluva sisältö ja eteneminen. Perehdytys suunnitelmaa tehdessä on otettava huomioon muun muassa, ammattitaito, työsuhteen kesto, koulutus ja kokemus. Lähiesihenkilön ei ole pakko vetää perehdytystä itsekseen, vaan voi jakaa perehdytyksen osa-alueita muille työntekijöille. Päävastuu perehdytyksestä pysyy aina johdolla ja esihenkilöllä. (työelämään 2024.)

Perehdytysprosessin onnistuminen vaihtelee tehtävien ja yksilöiden mukaan. Tästä huolimatta organisaation yleistä perehdytys suunnitelmaa tulee laatia ennakoon. Suunnitelmassa on huomioitava, mitkä aiheet sisältyvät perehdytykseen, kuka on vastuussa niistä, ja milloin sekä miten ne käydään läpi. Lisäksi on tärkeää ottaa huomioon jokaisen yksilöllinen perehdytys. (Eklund 2020, 76.)

Perehdytys suunnitelman näkökulmat koostuvat kuudesta osasta, jotka ovat kuka, mitä, milloin, miten ja kenelle (kuvio 1). Kuka viittaa henkilöön, joka on vastuussa perehdytyksestä. Esimiehellä on ensisijainen vastuu perehdytyksestä ja sen järjestämisestä, mutta esimies voi delegoida perehdytyksen tehtäviä muille työntekijöille. (Eklund 2020, 76–77.)

Mikä viittaa asioihin ja tehtäviin, mitä perehdytyksen aika tehdään. Kyseessä voi olla tehtäviä, menettelytapoja, järjestelmiä ja muita asioita, joita perehdytettävän on opittava perehdytyksen aikana. Nämä asiat muodostavat perehdytyksen rungon. (Eklund 2020, 77.)

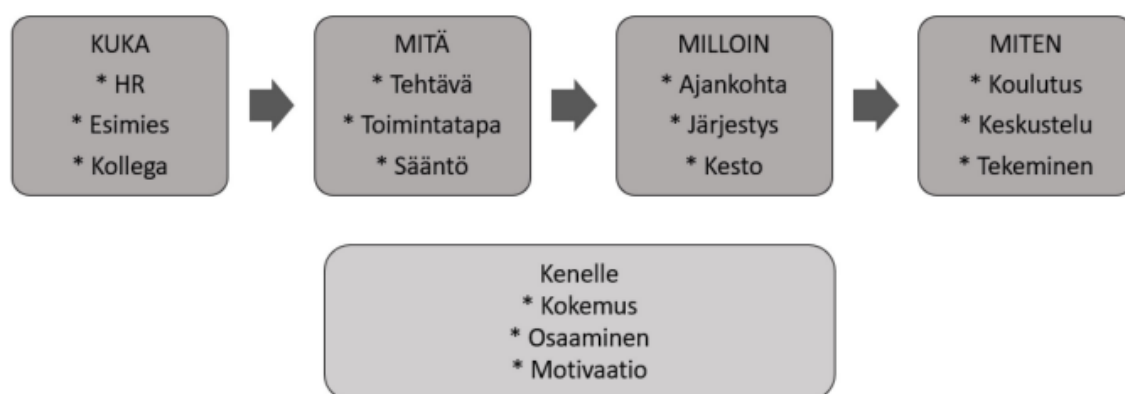
Milloin viittaa siihen, mihin aikaan mitkäkin asiat tullaan käymään läpi ja kuinka kauan kussakin vaiheessa pitäisi mennä. Arvioidaan myös, missä järjestyksessä

perehdytyksen eri osat käydään läpi, jotta oppimisen kannalta prosessi olisi mahdollisimman hyvä. (Eklund 2020, 78.)

Miten viittaa siihen, miten perehdytys toteutetaan käytännössä. Mielekkään ja tehokkaan oppimisen vuoksi olisi hyvä hyödyntää erilaisia perehdytysmuotoja esimerkiksi koulutustilaisuudet, käytännön tekeminen, itsenäinen opiskelu ja webinaarit. (Eklund 2020, 79.)

Kenelle on kaikkien edellisten kohtien taustalla koko ajan. Kenelle viitataan henkilöön, jolle perehdytys on suunniteltu eli perehdytettävän yksilöllisten tekijöiden huomioimiseen. Joustavan perehdytysuunnitelman avulla voidaan mahdollistaa joustavan ja yksilöllisen perehdytyksen. (Eklund 2020, 79–80.)

Perehdyttämisen suunnitelman tavoitteena on valmistaa tasalaatuinen ja suunnitelmallinen perehdytysprosessi. Se toimii samalla muistilistana koko perehdytysprosessin aikana perehdyttäjälle ja perehdytettäville.



KUVIO 1. Perehdytysuunnitelman näkökohdat (Eklund 2020, 76).

5 RISKIEN HALLINTA

5.1 Turvallisuus

Energiavarastoja kokoonpantaessa on asentajan turvallisuuden kannalta tunnistettava suurimmat turvallisuusriskit. Energiavarastojen turvallisuuden riskeiksi kokoonpantaessa oli tunnistettu raskaat nostot käsin sekä nostimella, jännitteelliset kytkennät ja tikastyöskentely, jotka väärin tehtynä voivat aiheuttaa suurta vaaraa itselle ja muille.

5.2 Raskaat nostot

Energiavarastoja kokoonpantaessa tapahtuu paljon raskaita nostoja, jotka väärin tehtynä ovat vaaraksi muille sekä omalle terveydelle. Tuotannossa suurin osa raskaista nostoista tehdään nostimien ja apuvälineiden avulla, mutta osa nostoista joudutaan tekemään käsin. Työvaiheet ensisijaisesti tulisi suunnitella niin, että käsin tehtävät nostot ja siirrot voidaan kokonaan välttää teknisiä ratkaisuja hyödyntämällä. Tämä ei valitettavasti aina ole mahdollista ja työpaikoilla edelleen joudutaan tekemään käsin nostoja ja siirtoja. (Työsuojelu n.d.)

5.2.1 Nostot käsin

Raskaista nostoista johtuva fyysinen kuormitus kasvattaa riskiä tuki- ja liikunta-elinsairauksille. Raskaat nostot käsin voi johtaa tapaturmiin ja raskas fyysinen työ on usein osasyynä ennenaikaiseen eläköitymiseen. (Työsuojelu n.d.)

Lainsäädännössä ei aseteta tarkkoja kilorajoja nostettavien taakkojen painoille. Taakkojen käsittelyn aiheuttamat haitta- ja vaaratekijät tulee arvioida kokonaisuutena, koska paino on vain yksi osatekijä. (Työsuojelu n.d.) Vaikuttavat tekijät kuormituksessa ovat:

- Taakan massa ja muoto

- Tarttumisen vahvuus taakasta
- Taakan sijainti suhteessa kehoon
- Kehon asento noston aikana
- Nostojen ja toistojen määrä
- Siirtymismatkan pituus
- Työympäristön olosuhteet
- Työntekijän yksilölliset ominaisuudet (Työsuojelu n.d).

Käsin siirtoja ja nostoja ei aina voi välttää kokonaan. Tällöin työnantajan on varmistettava, että työntekijät saavat asianmukaista opetusta ja ohjausta, miten taakkoja käsitellään turvallisesti (Työsuojelu n.d). Energiavaraston kokoonpano-ohjeessa ohjeistetaan, miten helpottaa apuvälineillä käsillä tehtyjä nostoja.

5.2.2 Nostot nostimen ja apuvälineiden avulla

Nostojen täytyy olla suunniteltuja ja harkittuja. Ennen kuin voidaan nostot aloittaa, täytyy nostojen suorittajalla oltava tietämys nostolaitteen nostokyvystä ja nostettavan taakan painosta. Nostolaitteen nostokyvyn on oltava vähintään 15 % suurempi kuin nostettavan taakan paino. Nostotyöhön on valittava asianmukainen nostoapuväline taakan kiinnittämistä varten. (Työturvallisuuspakki n.d.)

Noston liikeradan suunnittelussa on tärkeää varmistaa, että kukaan ei ole nostettavan taakan alla noston aikana. Turvallinen käytäntö on ylläpitää turvaetäisyyttä nostettuun taakkaan, jotta taakan putoaminen tai kaatuminen ei tuota vaaraa läsnä oleville henkilöille. Turvaetäisyydeksi suositellaan vähintään kahta metriä. Noston alue olisi hyvä rajata selkeästi, jotta nosto voidaan suorittaa turvallisesti, eikä sivullisia vahingossakaan pääse nostoalueelle. Jos havaitaan ongelmia nostolaitteessa tai muissa käytettävissä olevista nostoapuvälineissä, nosto on välittömästi keskeytettävä ja ongelma ratkaistava ennen kuin nostoa lähdetään jatkamaan. (Työturvallisuuspakki n.d.)

Nostoapuvälineellä tarkoitetaan tarvikkeita, jotka eivät ole pysyvä osa nostolaitetta, vaan niitä käytetään apuna taakan kiinnittämiseen. Nostoapuvälineinä energiavarastoja kokoonpantaessa käytetään liinoja ja ketjuja. Nostoapuvälineet

täytyvät olla hyväksytyjä ja tarkastettuja. Vain ehjillä nostoapuvälineillä saa suorittaa nostoja. Nostoapuvälineen kunto on pakollista tarkistaa aina ennen käyttöä. Nostoapuvälineille on määritelty enimmäiskuormitus ja kertoimet, jotka osoittavat miten erilaiset käyttötavat ja kulmat vaikuttavat sallittuun enimmäiskuormitukseen. (Työturvallisuuspakki n.d.)

Nostoapuvälineitä kuuluisi säilyttää erillään muista työkaluista ja kemikaaleista, jotta ne pysyisivät hyvässä kunnossa. Hyvä säilytyspaikka voisi olla esimerkiksi teline tai kaappi. Rikkiäisille ja korjaukseen meneville nostoapulaitteille on varattava oma paikkansa, ettei niitä vahingossakaan käytetä. Käytöstä poistetut liinat pitää rikkoo niin, ettei niitä voi ollenkaan käyttää. Näin saadaan estettyä viallisten nostoapuvälineiden käyttö. (Työturvallisuuspakki n.d.) Energiavaraston kokoonpano-ohjeessa käydään läpi mitä nostoapuvälineitä käytettiin raskasiin nostoihin sekä ohjeistettiin nostojen turvallinen tapa.

5.3 Jännitteelliset kytkennät

Jännitetyöskentelyä pyritään välttää kaikin keinoin, mutta joskus se ei vain ole mahdollista. Tällainen tilanne tulee, kun energiavaraston akut kytketään sarjaan. Akuissa on jo valmiiksi noin 30 % varaus ja viimeisen kytkennän kohdalla jännite tulee olemaan noin 1000 V.

Jännitetyössä tulee Suomessa noudattaa EN-standardin vaatimuksia sekä maan kansallisia käytössä olevia vaatimuksia. Mikäli EN-standardin vaatimukset ja kansalliset vaatimukset ovat keskenään ristiriidassa, noudatetaan Suomessa voimassa olevia kansallisia vaatimuksia. (SFS 6002:2015 + A1:2018, 28.)

Jännitetyöllä tarkoitetaan työtä, jossa työntekijä on kosketuksessa jännitteelliseen osaan tai on jännitetyöalueella jollakin kehonsa osallaan tai käsiteltävillä työkaluilla, laitteilla tai varusteilla. Tavallisia jännitetöitä ovat esimerkiksi komponentin vaihto, liitännän teko ja irrotus sekä laitteiston puhdistus ja voitelu. (SFS 6002:2015 + A1:2018, 54.)

Olemassa on nykyisin kolme yleisesti hyväksyttyä jännitetyöskentelymenetelmää riippuen toimenpiteistä ja työskentelyetäisyydestä. Energiavastojen akkujen sarjakytkennässä käytetään eristävien käsineiden käytön menetelmää. Eristävien käsineiden käytön menetelmä on jännitetyömenetelmä, jossa työntekijän kädet on suojattu sähköä eristävillä käsineillä sekä tarvittaessa eristävillä hihoilla. On kuitenkin huomattava, että eristävien käsineiden käyttö ei kuitenkaan poista tarvetta käyttää eristäviä tai eristettyjä käsityökaluja. (SFS 6002:2015 + A1:2018, 29.) Energiavaraston kokoonpano-ohjeessa on ohjeistus turvavälineiden käytöstä ja ohjeet, mitä jännitetyöskentelyssä on otettava huomioon.

5.4 Tikastyöskentely

Työskentely tikkailla kantaa merkittävää riskiä tapaturmista ja siksi tikkaiden turvallinen käyttö vaatii tarkkuutta ja huomiota. A-tikkaita tulisi käyttää vain lyhytkes-
toisissa tehtävissä tai tilanteissa, jossa työtelineen vaatiminen olisi kohtuutonta. Käytettäessä A-tikkaita on suoritettava riskienarviointi mahdollisen vaihtoehdon löytämiseksi ja otettava huomioon alakohtaiset määräykset vakaudesta ja korkeudesta. Tikkaat soveltuvat ainoastaan käyttöön, kun alusta on tasainen ja painumaton. Tikkailla ei saa tehdä töitä, jossa kurkotellaan tai joudutaan käyttämään huomattavan paljon voimaa, koska silloin tikkaiden kaatumisvaara kasvaa huomattavasti. (Työturvallisuuskeskus n.d.)

Energiavarastoja kasatessa käytetään A-tikkaita, kun kiinnitetään komponentteja tai kytketään johtoja sellaiselle korkeudelle, johon ei ilman tikkaita yletä. Tikkaiden käyttö on satunnaista ja lyhytaikaista, joten tikkaiden käyttö oikein energiavarastojen asennuksessa on hyväksyttävää. Saksilavaa käytetään energiavarastojen kokoonpanossa silloin, kuin tikastyöskentely on pidempiaikaista.

6 TYÖOHJE

6.1 Työohje yleisesti

Työohjeet kattavat kaikki ne dokumentit, joista ilmenevät yksityiskohtaiset työvaiheet, joita tarvitaan tietyn työhön liittyvän toiminnan suorittamiseksi. Nämä ohjeet toimivat käytännössä työntekijöiden työkaluina varmistuen oikeanlaisen suorituksen työtehtävissä. (Haug 2015, 1.)

Työohjeita on myös hyvä hyödyntää perehdytyksessä ja muistilistana töitä tehdessä. Työohjeita laatiessa havaitaan selkeästi prosessin ongelmakohdat. Kun dokumentoidaan työvaiheita ja niihin liittyviä työohjeita, huomataan usein, että jotkin tekijät voivat johtaa tarpeettomaan työmäärään. Näiden tekijöiden parantamisella voidaan säästää työntekijöiden aikaa ja tehostaa yrityksen prosesseja. Erityisesti suuremmissa yrityksissä voi olla epäselvää, mitä tarkalleen ottaen joku työntekijä tekee tai mihin vastuualueeseen tietyt tehtävät kuuluvat. (Makkonen & Lavikainen 2020.)

Työohjeet tuovat selkeyttä työtehtäviin, mikä helpottaa selvittämään, kenen vastuulla tietyt tehtävät ovat. Työohjeet voivat myös helpottaa esimiehiä ymmärtämään paremmin alaistensa työtehtäviä, mahdollistaen tarkemman arvioinnin alaisten ajankäytöstä ja työtehtävien tuomista haasteista. Kaikki tämä tukee yhteistyötä ja tehokasta työskentelyä organisaatiossa. (Makkonen & Lavikainen 2020.)

6.2 Hyvän työohjeen piirteet

Hyvien työohjeiden merkitys korostuu erityisesti silloin, kun suurin osa työntekijöistä on uusia tai työvoimaa on saatavilla tarpeeseen nähden niukasti. Laadukkailla työohjeilla työnteko tehostuu, kun työntekijöiden ei tarvitse tuhlata aikaa ohjeiden kyselyyn, virheiden korjaamiseen tai muuhun säätämiseen. Samalla työn jälki parantuu merkittävästi hyvin laadittujen työohjeiden ansiosta. (Tiihonen

2020.) Työohjeisiin liittyvät epäselvyydet ja ristiriidat ovat yleinen ongelma työpaikoilla. Työntekijät saattavat kohdata vaikeuksia, kun työohjeita ei löydy tai työohjeet ovat epäselkeät, mikä vaikuttaa työntekijän työn suorittamista. Tämä lisää työntekijän kuormitusta. Työohjeiden kolme hyvää ominaisuutta ovat selkeys, johdonmukaisuus ja saavutettavuus. (Sarkkinen 2021.)

Työohjeiden on oltava mahdollisen selkeitä kaikille niiden käyttäjille. Ammattisanoja tulisi käyttää vain, jos on varma, että kaikki työohjeita tarvitsevat ymmärtävät käytetyt termit ilman epäselvyyksiä. Teknisten termien käyttöön voidaan lisätä linkkejä, erityisesti jos koulutettavien on noudatettava työohjeita. Ohjeen pituus on myös tärkeä. Jos ohje sisältää liikaa sisältöä, lukijat saattavat jättää osia väliin ja lukea sen tärkeän sisällön. Ja se voi olla vaarallista, koska he voivat ohittaa esimerkiksi tärkeät turvallisuustiedot. Täytyy siis tarkistaa, että sisältö on lyhyt ja ytimekäs. (Staffwiki 2019.)

Työohjeen tulisi olla johdonmukainen toimenpiteestä toiseen eli ohjeet etenevät työn alusta loppuun järjestyksessä (Staffwiki 2019). Tällä tavoin lukija ei sekaannu eikä jää miettimään, mistä pitäisi todella aloittaa. Sisällysluettelon otsikoilla on suuri merkitys työohjeissa, koska sisällysluettelon avulla työntekijä huomaa mitä tehdään missäkin kohtaa ilman käymästä työohjeen jokaista sivua lävitse. Ohjeissa tärkeä sisältää mitä tarkastuksia tuotteelle tehdään, mitä turvallisuusasioita on otettava huomioon ja kenelle ohje on suunnattu. (Sarkkinen 2021.)

Työohjeiden yksi tärkeimmistä piirteistä on työohjeen saavutettavuus. Työohjeiden dokumentointi ei ole kovin hyödyllistä, jos kukaan ei voi löytää niitä. Työohjeiden ei pelkästään tulisi olla helposti saatavilla kaikkien ohjeita tarvitsevien tietämässä paikassa. Ihanteellisesti työohjeista tulisi olla vain yksi dokumentti olemassa. Näin työohjeen vanhempaa versiota ei vahingossakaan käytetä työn tekemiseen. (Staffwiki 2019.)

7 TYÖN TOTEUTUS

7.1 Työn suunnittelu

Projektin suunnittelu alkoi pitämällä palaveri yrityksen opinnäytetyön vastaavan kanssa. Palaverissa käsiteltiin läpi mitä kokoonpano-ohjeeseen tulee ja mitä työstä rajataan pois. Palaverissa päätettiin, että kokoonpano-ohjeisiin kuului mekaaniset kokoonpano-ohjeet, nostotyön ohjeet, jännitetyöskentelyn ohjeet sekä yleisen asennustavan ohjeet. Opinnäytetyöstä rajattiin pois mittaukset ja testaus. Opinnäytetyöstä olisi tullut liian laaja, jos mittaus ja testaus olisi vielä otettu mukaan opinnäytetyöhön.

Compact-sarjan energiavarasto oli aiemmin kokoonpantu ja se oli vielä tuotantotilassa, joten mallia kokoonpanoon päätettiin ottaa osittain siitä. Päätettiin, että opinnäytetyöntekijä osallistui energiavaraston kokoonpanoon, koska näin pääsi ottamaan jokaisista vaiheista valokuvia kokoonpano-ohjetta varten sekä kokoonpano-ohjeen rakennetta oli helpompi rakentaa, kun oli päässyt paremmin jyvälle, missä vaiheissa mikäkin työtehtävä kannatti tehdä.

Energiavarastoa kokoonpantaessa voitiin tehdä montaa eri työtehtävää samanaikaisesti, joten kokoonpano-ohjeen kokoamisen avuksi luotiin GANT-kaavion pohjasta vaihekaavio. Vaihekaavion tarkoituksena oli helpottaa järjestelemään kokoonpano-ohjeen työtehtävät oikeaan järjestykseen. Kuviossa 2 on esimerkki vaihekaaviosta. Vaiheita energiavaraston kokoonpanossa on viisi ja jokaiselle vaiheelle oli kirjattu nimi. Vaiheiden alla olevat suorakulmiot kuvaavat työtehtäviä. Suorakulmion sisällä lukee työtehtävien nimet, mutta salassapitosyistä kaikkia työtehtäviä ei niissä ole mainittu sekä työtehtävien määrää on myös muokattu. Vaihekaavioon on merkattu mitkä työtehtävät tehtiin räkissä ja mitkä moduulissa. Sinisellä pohjavärillä olevat työt tehtiin räkissä ja punaisen pohjavärillä olevat työtehtävät tehtiin moduulissa. Vaihekaavio toimi siten, että kun kaikki ensimmäisen vaiheen kohtaan merkatut työtehtävät oli tullut tehdyksi, siirryttiin toiseen vaiheeseen. Kuten vaihekaaviosta huomaa, että osa töistä on merkattu useamman vaiheen alle esimerkiksi ensimmäisen ja toisen vaiheen välille. Tämä tarkoittaa sitä,

Energiavarastolle kokoonpano ajaksi oli laskettu 4 viikkoa. Opinnäytetyön tekijä osallistui neljänä päivänä viikosta kokoonpanoon. Loput ajasta kului opinnäytetyön teorian kirjoittamiseen. Kokoonpanon aikana yritettiin kuvata jokainen työvaihe ja koottiin työvaiheista muistiinpanoja kokoonpano-ohjetta varten. Jokainen raskas nosto harkittiin tarkasti mikä on helpoin ja järkevin tapa tehdä nostotyö. Nostotyöt kuvattiin ja dokumentoitiin ylös mitä välineitä nostossa käytettiin ja mitä nostoissa piti ottaa huomioon. Enicon puolelta ohjeistettiin jännitetyöskentelyn toteutus ja otettiin tarvittava tieto ylös jännitetyöskentelyn ohjetta varten.

7.2.2 Kokoonpano-ohjeen aloitus

Energiavaraston kokoonpanon jälkeen alkoi kuvion 2 vaihekaavion työtehtävät ja niiden paikat kaaviossa hahmottumaan. Vaihekaavio kokoaminen alkoi nimeämällä kaikki energiavaraston työtehtävät. Nimeämisen jälkeen aloitettiin järjestelemään työtehtäviä vaiheittain oikeaan kokoonpanojärjestykseen. Vaihekaaviota lähdettiin rakentamaan siten, että ensimmäiseen vaiheeseen laitettiin ne työtehtävät mitkä voi aloittaa heti räkin saavuttua. Kuten työn suunnittelussa kerrottiin, ensimmäisen vaiheen kaikki työvaiheet tehtyä voi vasta siirtyä toiseen vaiheeseen. Energiavaraston kokoonpano oli niin joustava, että työtehtävien vaiheistus oli hieman hankalaa. Suurin osa työtehtävistä pystyttiin tekemään usean vaiheen kohdalla.

Vaihekaavion ja energiavaraston kokoonpanon jälkeen alkoi itse kokoonpano-ohjeen kasaaminen. Kokoonpano-ohje päätettiin tehdä PowerPointilla. PowerPointissa käytettiin Enicon PowerPoint pohjaa (kuva 4). Kokoonpano-ohjeessa oli käytetty yrityksen virallisia värejä, mikä vahvistaa brändin tunnistettavuutta ja yhtenäisyyttä visuaalisesti. Kokoonpano-ohjeen apuna käytettiin vaihekaaviota tunnistaakseen, missä järjestyksessä työtehtävien ohjeistus on kokoonpano-ohjeessa.



KUVA 4. Kokoonpano-ohjeen kansilehti (Kuva: Miko Salminen).

7.2.3 Sisällysluettelo

Vaihekaaviota päätettiin käyttää kokoonpano-ohjeen sisällysluettelona (kuva 5). Vaihekaavioon lisättiin yksi uusi kohta, mihin lisättiin yleiset asennusohjeet, nostotyön ohjeet ja jännitetyöskentelyn ohjeet. Työtehtävien määrät on kaaviossa muutettu ja työtehtävien nimet poistettu salassapitosyistä muutamaa esimerkkiä lukuun ottamatta. Sisällysluettelosta tehtiin sellainen, että sisällysluettelosta työtehtävää painamalla pääsee kyseisen työtehtävän kokoonpano-ohjeen sivulle.

Sisällysluettelo						ENICO
Yleiset ohjeet	1 Vaihe Mekaaniset asennukset	2 Vaihe Kaapelointi	3 Vaihe Kytentä	4 Vaihe Integrointi	5 Vaihe Viimeistely	
Yleiset asennusohjeet	Räkin vastaanottaminen	Akkujen kaapelointi	Akkujen kytettä	Moduulin vastaanottaminen	Moduulin ja räkin yhdistäminen	Viimeistely
Nostotyön ohjeet						
Jännitetyöskentel yn ohjeet						
				Moduuli		
	Räkki					

KUVA 5. Kokoonpano-ohjeen sisällysluettelon sivu (Kuva: Miko Salminen).

7.2.4 Yleiset ohjeet

Yleisiin ohjeisiin kuului yleiset asennusohjeet, nostotyön ohjeet ja jännitetyöskentelyn ohjeet. Yleisissä asennusohjeissa oli huomautuksia, muistutuksia ja ohjeita kokoonpanoa varten. Esimerkiksi asennukset tehdään symmetrisesti ja kaapelimerkit laitetaan paikoilleen samaan aikaan kun kaapeli kiinnitetään liittimeen. Jännitetyöskentelyn ohjeiden teko alkoi tutkimalla SFS 6002 standardista turvalisesta jännitetyöskentelystä. Enicon puolelta ohjeistettiin, miten jännitetyöskentely toteutettiin ja näiltä pohjilta tehtiin jännitetyöskentelyyn ohje. Ohjeessa kerrottiin, mitä suojavälineitä täytyy olla ja miten jännitetyöskentelyssä kuului toimia. Nostotyön ohjeiden teko alkoi nostotyön tiedonhauulla ja teorian kirjoittamisella. Nostotyöhön kirjoitetun teorian ja muiden nostotöiden ohjeiden katselmoinnin avulla luotiin nostotyön ohje energiavarastojen kokoonpanon nostojen avuksi. Esimerkiksi nostotyöhön on valittava sopiva ja riittävä nostoapuväline taakan kiinnittämistä varten ja nostoa tehdessä kukaan ei saa olla nostettavan taakan alla.

Kuvassa 6 esimerkki, miltä yleisten ohjeiden työtehtävien pohja näyttää. Ohjeessa on otsikkona ohjeen nimi. Ohjeessa on aina työtehtävästä kuva, jonka vieressä ohjeen teksti. Oikeassa alakulmassa on sisällysluettelonappi. Nappia painamalla päästään takaisin sisällysluetteloon.



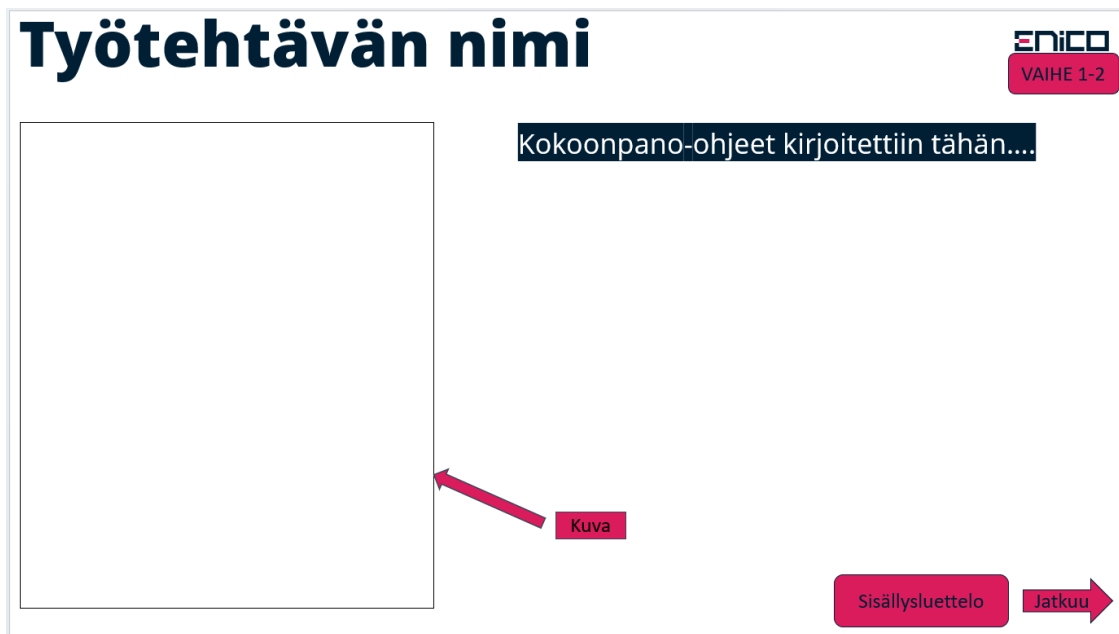
KUVA 6. Nostotyön ohjeen sivu (Kuva: Miko Salminen).

7.2.5 Kokoonpano-ohjeet

Kokoonpano-ohjeisiin kuului energiavaraston mekaanisten asennuksien ohjeet, Kaapeloinnin ohjeistus ja kytkentöjen ohjeistus. Mekaanisissa asennuksissa ohjeistettiin komponenttien asennus energiavarastoon. Komponentit nostettiin joko käsin tai nostimen avulla paikalleen. Jos komponentti täytyi nostaa käsin paikoilleen, ohjeessa kerrottiin selkeästi, miten se onnistui helpoiten. Jos komponentti täytyi nostaa nostimella paikoilleen, ohjeessa näytettiin tarvittavat nostoapuvälineet, nostopisteen paikat ja opastettiin noston suoritus. Kaapeloinnin ohjeissa kerrottiin, mitä reittiä kaapeli kulki ja täytyikö jokin kohta kaapelista mennä kurtutputkessa. Kytkentöjä ohjeistettiin suurimmaksi osaksi kuvien avulla. Kuvista näkyi kaapelin siisti kytkentätapa, mistä asentaja voi ottaa mallia.

Kuvassa 7 esimerkki kokoonpano-ohjeen pohjasta. Ohjeen otsikkona on työtehtävän nimi. Oikeassa yläkulmassa lukee, missä vaiheissa voi työtehtävän toteuttaa. Oikeassa alakulmassa sisällysluettelonappi, jota painalla päästään takaisin sisällysluetteloon. Jos kokoonpano-ohjeen oikeassa alakulmassa on nuoli, jonka sisällä luki teksti jatkuu, tämä osoittaa, että työtehtävän ohjeistus jatkuu toisella

sivulla. Jokaisessa työtehtävän sivussa on vähintään yksi kuva kyseisestä työvaiheesta. Joissain työtehtävien kuvissa on nuolten ja tekstin avulla selvennetty kuvaa. Esimerkiksi kuvaan on voitu merkitä eri komponenttien nimet, jonka avulla ohjeen lukeminen on selvempää.



KUVA 7. Kokoonpano-ohjeen sivu (Kuva: Miko Salminen).

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

8.1 Työn tulokset ja arviointi

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda energiavarastosta kokoonpano-ohje uusien työntekijöiden perehdytyksen avuksi sekä toimimaan muistilistana vanhoille työntekijöille. Työn tuloksena saatiin 40-sivuinen kokoonpano-ohje energiavarastosta tuotantotiimille. Kokoonpano-ohje tehtiin PowerPointilla ja se tallennettiin PDF-muodossa verkkolevylle sille tarkoitettulle paikalle. PDF-muodossa olevaa kokoonpano-ohjetta asentajien oli helpompi käyttää eivätkä he voi sotkea kokoonpano-ohjeita omilla merkinnöillään. Asentajat ilmoittavat kokoonpano-ohjeen muutosilmoituksista kokoonpano-ohjeiden haltijalle, joka tekee ohjeeseen muutokset ja päivittää verkkolevylle uusimman version kokoonpano-ohjeesta. Tämän avulla verkkolevy pysyy siistinä, eikä energiavarastojen kokoonpano-ohjeista ole montaa tai väärää versiota tallennettuna.

Käytännön testaus jäi toteuttamatta, koska opinnäytetyöprosessin aikana ei kokoonpantu Compact-mallin energiavarastoa. Kokoonpano-ohjeen tavoitteisiin pääsyä oli hyvin vaikea arvioida, kun ei käytännössä ohjeita päässyt testaamaan. Yhdessä toimeksiantajayrityksen edustajien kanssa tarkastelimme huolellisesti jokaista kokoonpano-ohjeen työvaiheen varmistaaksemme, että määritetyt tavoitteet saavutettiin. Lopputuloksena oli yhteisymmärrys siitä, että kokoonpano-ohjeet täyttivät asetetut tavoitteet erinomaisesti ja toimeksiantaja oli tyytyväinen kokoonpano-ohjeisiin.

Kokoonpano-ohjeen kehittäminen pohjautui vahvasti käytäntöön ja myös teoriaan. Teoria sisälsi yleisistä tietoja energiavarastoista ja perehdytyksestä. Teoreettisessa tutkimuksessa tunnistettiin ja käsiteltiin energiavarastojen kokoonpanossa tapahtuvia turvallisuusriskejä. Teoreettisen tutkimuksen avulla luotiin nosto- ja jännitetyöskentelyn turvallisuusohjeet kokoonpano-ohjeeseen. Teorian työohjeen osuus auttoi rakentamaan pohjan kokoonpano-ohjeelle sekä miten kokoonpano-ohjeessa kannattaa ohjeistaa. Työn käytännön osuus sisälsi opinnäytetyöntekijän osallistumisen kokoonpanoon, vaihekaavion ja kokoonpano-ohjeen

luomisen. Teorian ja käytännön yhdistämisen avulla saatiin toteutettua toimiva kokoonpano-ohje.

8.2 Luotettavuuden ja eettisyyden tarkastelu

Opinnäytetyön luotettavuutta varmistettiin noudattamalla tutkimuseettisen neuvottelukunnan hyvän tieteellisen käytännön ohjeita (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023). Opinnäytetyön luotettavuuden ja ajantasaisten tiedon takaamiseksi työssä pyrittiin käyttämään mahdollisimman luotettavia, uusia ja ajantasaista lähteitä. Muutamassa tilanteessa käytettiin vanhempaa lähdeä sen ollessa luotettavampi kuin saman tiedon kertova uudempi lähde. Tiedonhakuun käytettiin laajasti kotimaisia niin kuin kansainvälisiä lähteitä. Kansainvälisiä lähteitä ei käytetty ollenkaan turvallisuuteen ja lainsäädäntöön liittyvissä tiedonhauissa. Turvallisuus perehtyi suurilta osin lainsäädäntöön ja jokaisessa maassa lainsäädäntö ja turvallisuuskulttuuri on eri, joten luotettavuuden kannalta käytettiin vain luotettavia suomalaisia lähteitä. Energiavarastojen tiedonhaussa löytyi hyvin tietoa kansainvälisistä luotettavista kirjoista, verkkosivuista ja artikkeleista. Energiavarastoista suomalaisia laadukkaita lähteitä oli niukasti ja lähteet eivät olleet niin ajan tasalla, joten käytettiin pääasiassa kansainvälisiä lähteitä.

Opinnäytetyön eettisyyteen noudatettiin tutkimuseettisen neuvottelukunnan hyvän tieteellisen käytännön ohjeita (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023). Ohjeen peruseriaatteet ovat rehellisyys, luotettavuus, vastuunkanto ja arvostus. Opinnäytetyö tehtiin näiden perusteiden pohjalta. Opinnäytetyössä kaikki lähteiden avulla kirjoitettu teksti on pyritty todistamaan oikeaksi tekstiviitteiden avulla. Tekstiä ei ole missään vaiheessa kopioitu suoraan lähteestä vaan on kirjoitettu omin sanoin. Kirjallisuuskatsauksessa on pyritty aineiston laajaan tutkintaan sekä viitatut aineistot on pyritty todistamaan oikeaksi muiden lähteiden avulla. Opinnäytetyössä on pyritty suojaamaan toimeksiantajan kilpailuasemaa sopimalla sallassa pidettävistä asioista.

8.3 Jatkokehityksaiheet

Tulevaisuudessa kokoonpano-ohjeita voidaan päivittää kokoonpanomenetelmien kehittyessä. Compactin kokoonpano-ohjeen pohjalta aletaan opinnäytetyön jälkeen kehittämään toiseen energiavarastoon kokoonpano-ohjetta. Compactin kokoonpano voi siirtyä alihankintaan, joten siinä vaiheessa kokoonpano-ohjeista täytyisi tehdä sellaiset, että pelkästään niiden perusteella voitaisiin energiavarasto kokoonpano suorittaa.

Energiavaraston kokoonpano-ohjeen avulla voitaisiin myös laatia tarkastuslista asentajien avuksi. Tarkastuslistassa olisi työtehtävien työvaiheet listattuna ja asentaja merkitsisi rastin ruutuun työtehtävän työvaiheen kohtaan, kun on saanut työtehtävästä kyseisen kohdan valmiiksi. Esimerkiksi työtehtävässä akkujen kaapelointi, tarkastuslistan kohdat voisivat olla tietokaapelien kaapelointi ja plus ja miinuskaapelien kaapelointi. Tarkistuslistan avulla asentajat eivät tullisi unohtamaan työtehtävien yhtäkään kohtaa. Tarkastuslistan avulla varmistetaan, että kaikki työtehtävät suoritetaan asianmukaisesti eikä mikään kohta jää huomaamatta. Tämä auttaa vähentämään virheiden mahdollisuutta ja parantaa kokoonpanon lopullista laatua.

LÄHTEET

Alanen R., Hukari S., Koljonen T. & Saari P. 2003. Energian varastoinnin nykytila. VTT. Verkkodokumentti. Viitattu 2.2. 2024. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2003/T2199.pdf>

Eklund, A. 2020. Tervetuloa meille! Uuden työntekijän perehdytys. 2. painos. Vantaa: Grano.

Enelx. n.d. What is battery energy storage. Verkkosivu. Viitattu 5.3.2024. <https://corporate.enelx.com/en/question-and-answers/what-is-battery-energy-storage>

Enico. 2024. Tuotekuvat. Vaatii käyttöoikeuden.

Enico. 2023a. Energiavarastoinnin käyttökohteet. Verkkosivu. Viitattu 6.3.2024. <https://enico.fi/fi/energian-varastoinnin-kayttokohteet/>

Enico 2023b. Meistä. Verkkosivu. Viitattu 5.3.2024. <https://enico.fi/fi/enico/>

Enico. 2023c. Modulaariset energiavarastoratkaisut. PDF-tiedosto. Viitattu 18.1.2024. <https://enico.fi/wp-content/uploads/2023/02/Enico-FI-esite.pdf>

Enico 2023d. Yhteystiedot. Verkkosivu. Viitattu 5.3.2024. <https://enico.fi/fi/yhteystiedot/>

Guerro-Lemus, R. & Martinez-Duart, J-M. 2013. Renewable energies and CO2. Cost analysis, environmental impacts and technological trends- 2012 edition. E-kirja. London: Springer-Verlag. Vaatii käyttöoikeuden. <https://link-springer-com.libproxy.tuni.fi/book/10.1007/978-1-4471-4385-7>

Haug, A. 2015. Work instruction quality in industrial management. International journal of industrial ergonomics. Viitattu 23.2.2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169814115300330>

Joki, M. 2021. Henkilöasiantuntijan käsikirja. E-kirja. 7. uud. painos. Helsinki: Kamari Oy. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kauppakamaritieto-fi.libproxy.tuni.fi/ammattikirjasto/teos/henkilostoasiantuntijan-kasikirja-2021>

Makkonen, S. & Lavikainen, R. 2020. Työohjeet apuna asiantuntijatyössä. Lab open. Verkkosivu. Viitattu 23.2.2024. <https://www.labopen.fi/lab-pro/tyoohjeet-apuna-asiantuntijatyossa/>

Power sonic. 2024. What is battery energy storage. Verkkosivu. Viitattu 5.3.2024. <https://www.power-sonic.com/blog/what-is-battery-energy-storage/>

Sarkkinen, M. 2021. Millainen on hyvä työohje? Kahdeksan vinkkiä ohjeen tekemiseen työpaikalla. Verkkosivu. Viitattu 26.2.2024. <https://www.ttl.fi/tyopiste/mil-lainen-on-hyva-ohje-kahdeksan-vinkkia-ohjeiden-tekemiseen-tyopaikalla>

SFS 6002:2015 + A1:2018. Sähkötyöturvallisuus. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Viitattu 22.2.2024. Vaatii käyttöoikeuden. <http://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSSahko/SFS/ID2/6/772843.html.stx>

Staffwiki. 2019. What is a work instruction? Verkkosivu. Viitattu 25.2.2024. <https://chat.openai.com/c/99bc99dc-4dc0-4205-b4c7-8478302754f3>

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. PDF-tiedosto. Helsinki: Tutkimuseettinen neuvottelukunta. Viitattu 18.3.2024. https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf

Työelämään. 2024. Perehdytys. verkkosivu. Viitattu 11.2.2024. <https://tyoelamaan.fi/tyon-aloitus/perehdytys/>

Työsuojelu. n.d. Nostot käsin. Verkkosivu. Viitattu 17.2.2024. <https://tyosuojelu.fi/tyoolot/fyysinen-kuormitus/nostot-kasin>

Työturvallisuuskeskus. n.d. Turvallinen työskentely. Verkkosivu. Viitattu 22.2.2024. <https://ttk.fi/tyoturvallisuus/tyoympariston-turvallisuus/turvallinen-tyoskentely>

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738. Viitattu 3.2.2024. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

Työturvallisuuspakki. n.d. Toiminta nostotyössä. Verkkosivu. Viitattu 18.2.2024. <https://xn--tyturvallisuuspakki-r6b.fi/nostot/>