



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

EELI PAAKKARI

Nosturikomponenttien sähkötyön- suunnittelun laatuprosessin kehittäminen

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN KOULUTUSOH-
JELMA
2021

Tekijä Paakkari, Eeli	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Kuukausi Vuosi 4.2021
	Sivumäärä 28	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Nosturikomponenttien sähkötyönsuunnittelun laatu­prosessin kehittäminen		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Konecranes Finland Oyj:n Hämeenlinnan tehdas. Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda uusi prosessi sähkötyönsuunnittelussa tehtyjen virheiden läpikäyntiin sekä kehittää toimintamalli, jolla virheiden juurisyihin saadaan luotua korjaavia toimenpiteitä aiempaa nopeammalla syklillä. Tavoitteena oli parantaa sähkötyönsuunnittelun laatua sekä luoda systemaattisempi tapa virhedatan analysointiin.</p> <p>Opinnäytetyössä pyrittiin parantamaan laatua virheiden läpikäynnin kautta. Virheitä analysoimalla voidaan löytää juurisyitä ongelmiin. Juurisyihin puuttamalla voidaan pyrkiä vähentämään virheitä. Sähkötyönsuunnittelussa tapahtuvat virheet vaikuttavat erityisesti Konecranesin omaan linjatuotantoon sekä alihankkijoihin.</p> <p>Opinnäytetyössä luotiin virheiden ja asiakasreklamaatioiden läpikäymistä varten uudet prosessit, jotka otetaan käyttöön sähkötyönsuunnittelussa kevään 2021 aikana. Lisäksi virheiden juurisyiden korjausta varten luotiin Excel-­taulukko.</p>		
Asiasanat sähkötyönsuunnittelu, virhe, nosturi, lean-ajattelu		

Author(s) Paakkari, Eeli	Type of Publication Bachelor's thesis	Date Month Year 4.2021
	Number of pages 28	Language of publication: Finnish
Title of publication Development of the quality process for electrical work design of crane components		
Degree program Electrical and Automation Engineering		
Abstract <p>The thesis was commissioned by Konecranes Finland Plc's Hämeenlinna factory. The purpose of the thesis was to create a new process for reviewing mistakes made in electrical work planning and to develop an operating model that can be used to create corrective measures for the root causes of mistakes in a faster cycle than before. The aim was to improve the quality of electrical work planning and to create a more systematic way of analyzing mistake data.</p> <p>The aim of the thesis was to improve the quality through reviewing mistakes. By analyzing the mistakes, the root causes of the problems can be found. By addressing the root causes, efforts can be made to reduce mistakes. Mistakes in electrical work planning particularly affect Konecranes' own line production and subcontractors.</p> <p>In the thesis, new processes were created for reviewing errors and customer complaints, which will be introduced in electrical work planning during the spring of 2021. In addition, an excel spreadsheet was created to correct the root causes of the mistakes.</p>		
<u>Key words</u> electrical work planning, mistake, crane, lean thinking		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 KONECRANES OYJ	8
2.1 Hämeenlinnan tehdas	8
2.2 Sähkötyönsuunnittelu	9
3 NYKYTILAN KARTOITUS.....	12
3.1 Virheiden läpikäyminen	12
3.2 Notifikaatioiden läpikäyminen.....	12
3.3 Koneskon korjauspyynnöt.....	13
3.4 Asiakasreklamaatiot	13
4 KEHITTÄMISTEHTÄVÄ JA TAVOITTEET	15
5 KEHITTÄMISMENETELMÄN VALINTA JA KUVAUS	16
5.1 Lean -toimintamalli.....	16
5.2 Haastattelu	19
5.3 Havainnointi	19
6 KEHITTÄMISPROSESSIN KUVAUS.....	21
7 KEHITTÄMISTOIMINNAN TULOKSEN KUVAUS	24
7.1 Uusi prosessi virheiden läpikäymiseen	24
7.2 Asiakasreklamaatioprosessi	25
7.3 Muita parannuksia.....	26
8 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	
LIITTEET	

TERMILUETTOLO

Konesko	Konecranesin alihankkija. Konesko valmistaa nostimen tauluja, sillankaappeja, virransyöttöjä ja painikkeita. Koneskolla on, myös moottoritehdas.
BOM	Bill Of Materials , Sähkötyönsuunnittelussa tehtävä osaluettelo.
SAP	Toiminnanohjausjärjestelmä
PE	Sähkötyönsuunnittelu
EL	Sähkösuunnittelu
HH6	Hämeenlinnan tehtaan sähköosasto.
Power BI	Microsoft Power BI on vuorovaikutteinen datan visualisointiohjelma. Sillä tehdään koontinäyttöjä, raportteja ja suorituskykyilmaisimia reaaliajassa.
Excel	Microsoft Excel on taulukkolaskentaohjelma.
Lead Engineer	Johtava insinööri, joka ohjaa suunnittelutiimiä ja joka seuraa tilauksen aikataulussa pysymistä.
RPA	Robotic Process Automation . Ohjelmistorobotti, joka hoitaa helpoimpia töitä.
Notifikaatio	SAP-järjestelmässä tehtävä ilmoitus.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on nosturikomponenttien sähkötyönsuunnittelun laadun kehittäminen. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Konecranes Oyj:n Hämeenlinnan tehdas. Tarkoituksena on luoda uusi prosessi sähkötyönsuunnittelussa tehtyjen virheiden läpikäyntiin sekä kehittää toimintamalli, jolla virheiden juurisyihin saadaan luotua korjaavia toimenpiteitä aiempaa nopeammalla syklillä. Tavoitteena on parantaa sähkötyönsuunnittelun laatua sekä luoda systemaattisempi tapa virhedatan analysointiin.

Sähkötyösuunnittelussa on tarve päivittää virhedatan läpikäymisprosessi, jotta virhedatan tutkiminen ja kehittäminen olisi säännöllisempää. Tällä hetkellä virhedataa tarkastellaan kerran kuukaudessa. Virhedataa olisi kuitenkin hyvä käydä läpi useammin, jotta virheisiin voitaisiin puuttua paremmin ja löytää ongelmiin ratkaisuja. Tällä luodaan jatkuvan parantamisen malli.

Opinnäytetyössä tutkitaan, kuinka usein virhedataa on kannattavaa käydä läpi. Lisäksi tutkitaan, tarvitseeko virhedatan analysointi erillisen työntekijän vai voiko sähkötyönsuunnittelija tehdä sitä muiden töiden ohella.

Opinnäytetyön keskeisiksi tavoitteiksi voidaan määritellä:

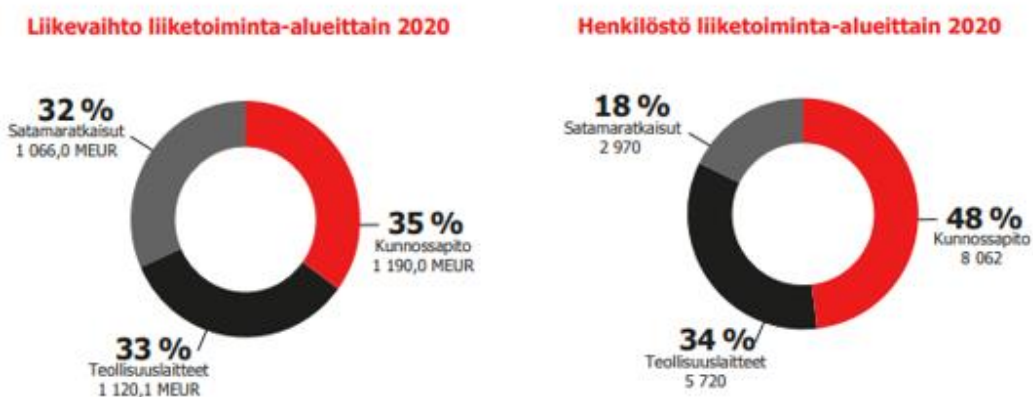
- Sähkötyönsuunnittelun laadun parantaminen
- Selvittää, kuinka usein virhedataa on kannattavaa käydä läpi
- Mitä resursseja säännöllinen virhedatan läpikäyminen vaatii
- Luoda uusi prosessi virheiden läpikäymiseen

Opinnäytetyö rajataan käsittelemään sähkötyösuunnitteluun liittyviä virheitä. Opinnäytetyössä ei käsitellä sähkösuunnittelun virheitä. Sähkösuunnittelun virheet löytyvät samasta virhedatasta, mutta ne rajataan pois opinnäytetyöstä.

Opinnäytetyössä hyödynnetään omaa työskentelykokemusta sekä aiheesta kerättyä tietoa. Lisäksi opinnäytetyössä haastatellaan sähkötyönsuunnittelijoita, jotta saadaan selville suurimpia nykyiseen prosesseihin liittyviä ongelmia.

2 KONECRANES OYJ

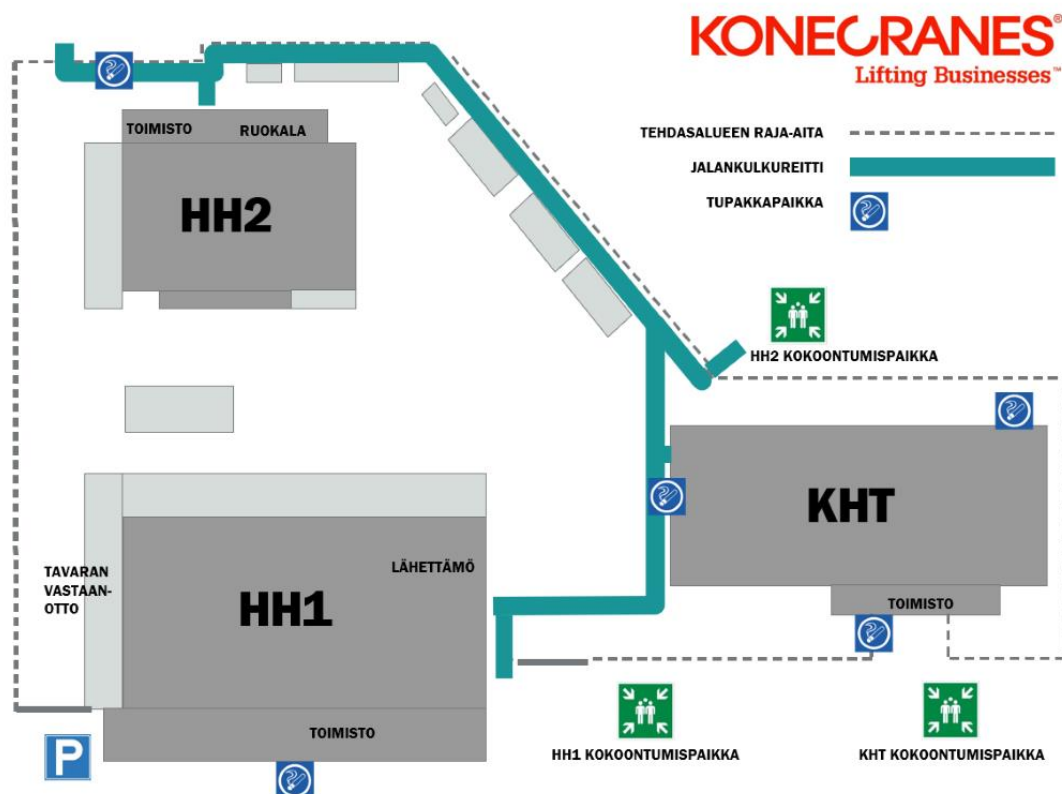
Konecranes Oyj on maailman johtava nostolaitevalmistaja. Yrityksen asiakkaita ovat muun muassa telakat, terminaalit, satamat, konepaja- ja prosessiteollisuus. Liiketoiminta on jaettu kolmeen liiketoiminta-alueeseen, jotka ovat palvelut, teollisuuslaitteet ja satamaratkaisut. Kaikki näistä tuottavat yhden kolmanneksen Konecranesin tuotoista. Vuonna 2020 yrityksen liikevaihto oli 3,38 miljardia euroa. Yrityksellä on noin 17 000 työntekijää 50 eri maassa. (Konecranes Oyj, 2020.)



KUVA 1. Liiketoiminta-alueittain (Konecranesin hallinnointi ja taloudellinen katsaus 2020.)

2.1 Hämeenlinnan tehdas

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Konecranes Finland Oyj:n Hämeenlinnan tehdas. Hämeenlinnan tehtaan alue jakautuu kolmeen eri halliin, HH1 nostintehtaaseen, HH2 nostintehtaaseen ja KHT vaihdetehtaaseen. HH6 sähköosasto sijaitsee HH1 nostintehtaan sisällä. Jokaisessa hallissa on toimistotilat tehtaan yhteydessä. (Konecranes Oyj, 2020.)



Kuva 2. Kartta Hämeenlinnan tehdasalueesta. (Turvallisuusperehdytys 2020.)

2.2 Sähkötyönsuunnittelu

Sähkötyönsuunnittelun tehtävänä on luoda sähkökomponenttien osaluettelo (Bill Of Materials eli BOM) käyttäen SAP-toiminnanohjausjärjestelmää. Tarkoituksena on valmistella tilaukset tuotannosuunnitteluun sekä alihankkijoille. Lähes kaikki työhön liittyvät tehtävät hoidetaan SAP-toiminnanohjausjärjestelmän kautta, mutta muita tarvittavia työkaluja ovat:

- Aton ja Teamcenter – Tiedonhallintajärjestelmiä.
- Powerator – Kaapelien pituuksien mitoittamiseen käytetty selainpohjainen työkalu.
- APT – Asiakasparametri, jonka kautta tarkistetaan tilauskohtaisia laiteparametreja.

Työnsuunnittelu on tuotantoketjussa sähkösuunnittelun ja tuotannosuunnittelun välissä. Tilauksen vapautuessa tilauksenkäsittelystä, siihen tehdään tilausta vastaavat

sähkökuvat tilauskohtaisesti. Sähkösuunnittelun jälkeen työsuunnittelun Lead Engineer ohjaa tilauksen sähkötyösuunnittelijalle. Sähkötyösuunnittelijan vastuulla on tarkistaa sähkökuvien vastaavuus tilaukseen ja koota niiden pohjalta materiaalista eli BOM. (Konecranes Oyj, 2020.)

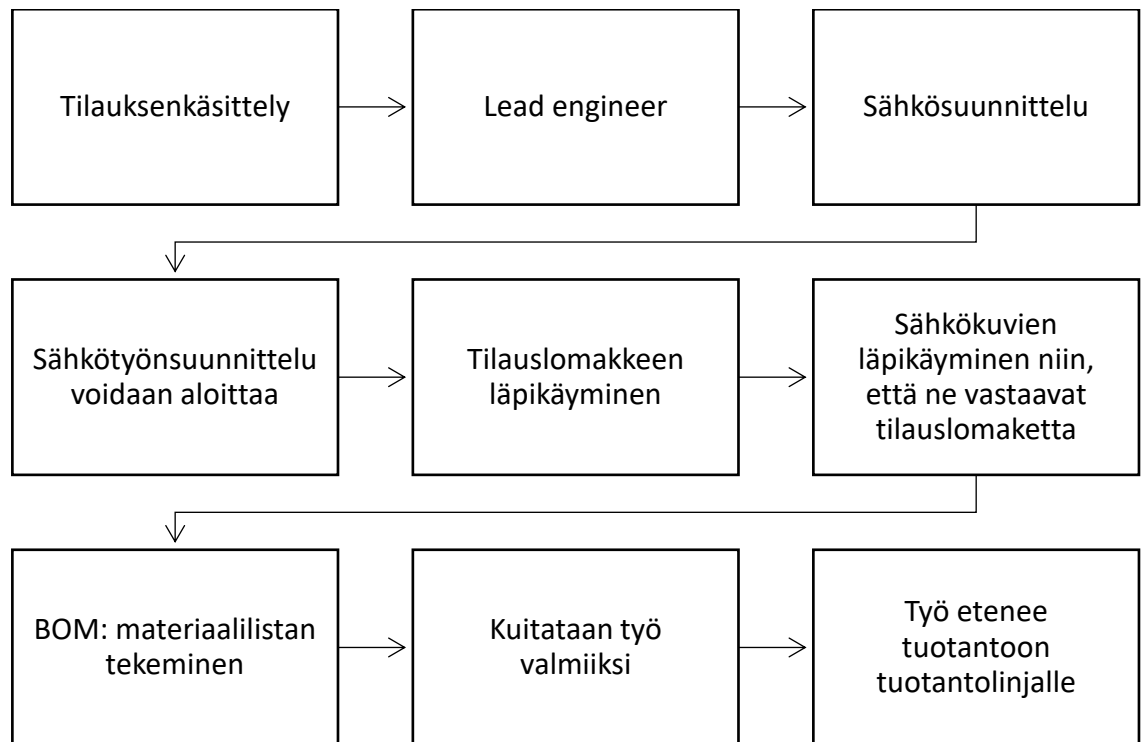
Tilaukset voidaan jaotella neljään eri luokkaan:

- **Classic**-tyyppisille nostureille tarjotaan lyhyin toimitusaika. Näiden käsittely on yksinkertaisinta, sillä tuote on standardisoitunut. Sähkö- ja työsuunnittelusta vastaa pääosin RPA (Robotic Process Automation) prosessirobotti.
- **Basic**-tyyppiset nosturit sisältävät enemmän optioita kuin Classic-tyyppiset nosturit, mutta ovat edelleen vahvasti standardisoitu.
- **Standard**-tyyppinen nosturi sisältää enemmän optioita kuin Basic. Lisäksi se sisältää CID-kunnonvalvontayksikön.
- Mikäli tilaus sisältää jotakin, jota ei ole standardisoitu riittävästi, se luokitellaan **specialiksi**.

Nosturi on tuote, jota Konecranes tuottaa. Yleisin sähkötyösuunnittelussa käsiteltävä nosturi on yksipalkkinen siltanosturi, joka kulkee kiskoilla nostimen korkeudella. Seuraavaksi yleisin on kaksipalkkinen siltanosturi. Molempien nosturityyppien mekaanisia osia ovat pääkannattajat eli palkki, päädyt, siirtokoneistot sekä nostin. Sähkötyösuunnittelu käsittää nostimen taulun, sillankaapin, nostimen virransyötön, painikkeen, radion sekä nosturin virransyötön. (Konecranes Oyj, 2020.)

- **Nostimen sähkötaulu** sähköistää nostimen.
- **Sillan sähkökaappi** huolehtii koko nosturin sähköistyksestä ja ohjauksesta.
- **Nostimen virransyöttö** on laaja kokonaisuus, johon kuuluu esimerkiksi suurin osa nosturin kaapeloinnista sekä kiinnityssettejä, jolla eri komponentit kiinnitetään nosturiin. Virransyöttöjä on kahdenlaisia, energiaketju ja Festoon.
- **Painike** on kiinnitetty nosturiin kaapelilla ja sillä ohjataan nosturia.
- **Radiolla** voidaan ohjata nosturi ilman kaapelia.

- **Nosturin virransyöttö** on nosturin kiskoilla kulkeva johdin, joka antaa virtaa nosturille.
- Lisäksi tilauksella saattaa olla myös muita rivejä, joita sähkötyönsuunnittelijat tekevät.



Kaavio 1. Sähkötyönsuunnittelun vaiheet.

3 NYKYTILAN KARTOITUS

3.1 Virheiden läpikäyminen

Tässä kappaleessa käydään läpi, miten tällä hetkellä virhetilastointia ja materiaalin läpikäymistä suoritetaan sähkötyönsuunnittelussa. Prosessi alkaa sillä, että Koneskon tai HH6:n työntekijät huomaavat mahdollisen virheen tilauksessa, jolloin he laittavat sähköpostia virhesähköpostiin, jossa tiedustelevat, onko tilauksessa virhe. Konesko on Konecranesin alihankkija, joka valmistaa nostimen tauluja, sillankaappeja, virransyöttöjä ja painikkeita.

Virhesähköpostin läpikäynti on pääsääntöisesti yhden työntekijän vastuulla. Tämä työntekijä käy virheen läpi ja jakaa sen tiedoksi virheen tehneelle sähkötyönsuunnittelijalle. Sähköpostin saatuaan sähkötyönsuunnittelija käy tarkastamassa tilauksen materiaalilistan. Mikäli tilauksessa on korjattavaa, sähkötyönsuunnittelija korjaa sen ja ilmoittaa takaisin virhesähköpostin hoitajalle, mitä tilaukseen on muutettu. Tämän jälkeen sähköpostin hoitaja ilmoittaa virheen ilmoittajalle, miten virhe on korjattu.

Virheen korjattuaan sähkötyönsuunnittelija tekee SAP-järjestelmään notifikaation korjaamastaan virheestä ja merkitsee notifikaatioon, kenen virhe on ollut ja miten se on korjattu. Kun notifikaatio on tehty, sähkötyönsuunnittelijoiden tiimivastaavalle tulee ilmoitus virheestä ja hän käy hyväksymässä virheen sekä siitä tehdyn notifikaation.

3.2 Notifikaatioiden läpikäyminen

Kun notifikaatio on kirjattu SAP-järjestelmään, täytyy se vielä käydä hyväksymässä. Hyväksymisessä katsotaan, että notifikaatio on kohdistettu oikealle osastolle. Tällä hetkellä säännöllistä sykliä notifikaatioiden hyväksymisille ei ole. Tehtyjä notifikaatioita käydään läpi aina silloin kun tiimivastaava kerkeää, eikä tälle ole määriteltyä ajan-kohtaa.

Alihankkija Konesko lähettää sähkötyönsuunnitteluun kuukausittain Excel-listan, jossa näkyy kaikki kuukauden aikana tehdyt virheet Koneskoon menneissä tilauksissa.

Konesko laskuttaa Konecranesia virheistä, koska niiden korjaaminen voi pysäyttää Koneskon linjan, josta aiheutuu ylimääräisiä kustannuksia.

Koneskolta tulee toinenkin Excel-taulukko, josta nähdään yleisimmät kuukauden aikana tehdyt virheet. Taulukossa virheet on jaoteltu nostimen tauluun, sillankaappiin, virransyöttöön ja painikkeisiin liittyviin virheisiin. Taulukosta nähdään jokaisesta osaluueesta kolme eniten toistunutta virhettä.

Tällä hetkellä Koneskon lähettämiä Excel-taulukoita ei käydä läpi. Taulukoiden datasta löytyisi helposti usein toistuvat virheet ja niihin voitaisiin puuttua, mikäli dataa käytäisiin läpi säännöllisesti.

3.3 Koneskon korjauspyynnöt

Konesko lähettää lisäksi suoria korjauspyyntöjä sähkötyönsuunnittelijoiden sähköposteihin. Sähköpostin saatuaan työsuunnittelija katsoo, onko korjauspyyntö kiireellinen vai ei. Jos asia ei ole kiireellinen, sitä ei tehdä samantien, koska usein työkuormaa on paljon. Tällöin sähköposti häviää nopeasti muiden sähköpostien joukkoon. Asiaa ei kirjata mihinkään muistiin, joten voi olla, että koko asia unohtuu. Asia saatetaan huomata seuraavan kerran vasta, kun Konesko kysyy korjauspyynnön perään. Tällöin virheen korjausaika pitkittyy tarpeettomasti.

Pientenkin virheiden korjausaikaa olisi mahdollista nopeuttaa paremmalla seurannalla. Seurannalla voitaisiin välttää myös se, etteivät virheet jää korjaamatta. Tällä hetkellä seurantaan on olemassa PowerPoint-pohja, jota ei juuri käytetä.

3.4 Asiakasreklamaatiot

Asiakasreklamaatioita tulee, kun asiakas huomaa tuotteessaan jonkin virheen tai puutteen. Asiakkaat ilmoittavat virheistä ja puutteista laatuosastolle, joka tutkii, millainen virhe on käynyt. Tämän jälkeen laatuosasto siirtää reklamaation sähkötyönsuunnitteluun, mikäli virhe on käynyt sähkötyönsuunnittelussa. Tässä vaiheessa laatuosasto on

tiedustellut virheen tehneeltä sähkötyönsuunnittelijalta, miksi tällainen virhe on tapahtunut ja kirjaa vastauksen reklamaatioon.

Asiakasreklamaatioiden kautta ilmenneet virheet on tällä hetkellä käyty sähkötyönsuunnittelussa läpi vain pääpiirteittäin, eikä niitä ole hyväksytetty loppuun asti prosessin mukaisesti. Asiakasreklamaatioiden läpikäymiseen ei ole selkeää prosessia, jonka takia ne ovat jääneet käymättä läpi. Reklamaatioihin ei myöskään ole varattu aikaa, jotta niitä olisi mahdollista käydä läpi. Tästä johtuen laatuosasto on joutunut hyväksymään asiakasreklamaatiot ilman oikeita tietoja.

Asiakasreklamaatioita varten on olemassa Excel-taulukko. Taulukkoon kirjataan esiintulleet virheet, jotta niitä voidaan verrata muihin virheisiin ja huomataan toistuvat virheet. Myös tämä Excel-taulukko olisi hyvä päivittää, jotta sitä olisi helpompi käyttää säännöllisesti.

4 KEHITTÄMISTEHTÄVÄ JA TAVOITTEET

Opinnäytetyön tavoitteena on saada sähkötyösuunnittelun laatua paremmaksi. Opinnäytetyössä tutkitaan, kuinka usein virhedataa on kannattavaa käydä läpi. Lisäksi tutkitaan, tarvitseeko virhedatan analysointi erikseen määritetyn henkilön vai voiko sähkötyösuunnittelija tehdä sitä muiden töiden ohella.

Sähkötyösuunnittelussa tapahtuu erilaisia virheitä. Yleisimpiä virheitä ovat esimerkiksi kaapeleihin ja C-kiskoihin liittyvät virheet. Kaapeli voi olla väärän mittainen tai kokonaan vääränlainen kaapeli. Virhe voi olla myös väärän pituinen kurkkuletku tai se, että C-kiskot ovat jääneet osaluetteloon, vaikka ne eivät sinne kuuluisi. Sähkötyösuunnittelussa tapahtuvat virheet vaikuttavat erityisesti Konecranesin omaan linjatuo-
tantoon sekä alihankkija Koneskoon.

Opinnäytetyön isoimpana tavoitteena on laadun parantaminen. Opinnäytetyössä parannetaan laatua virheiden läpikäynnin kautta. Virheitä analysoimalla voidaan löytää juurisyitä ongelmiin. Juurisyihin puuttumalla voidaan poistaa virheitä.

5 KEHITTÄMISMENETELMÄN VALINTA JA KUVAUS

5.1 Lean -toimintamalli

Lean -toimintamallilla tarkoitetaan laatujohtamisen periaatteiden soveltamista tuottamiseen. Siinä keskitytään kokonaisuuden optimoimiseen. Sen tavoitteena on tuottaa asiakkaalle parasta mahdollista arvoa tuottajan tarpeet huomioon ottaen. Tämä tarkoittaa asiakastyytyväisyyden ja tuottajatytytyväisyyden maksimointia. (Six Sigma, 2021.)

Toimintamalli on kehitetty Japanissa Toyotan tuotantoperiaatteiden pohjalta. Tällä hetkellä se on johtava tuotantoperiaate lähes kaikilla toimialoilla. Yritykset, jotka noudattavat Lean-periaatteita ovat tavallisesti toimialansa kannattavimpia ja nopeimmin kasvavia. (Kouri, 2020.) Lean-toimintamalli on käytössä Konecranesilla, joten toimintamallia sovelletaan yhtenä oppinäytetyön kehittämismenetelmänä.

Lean-toiminnan keskeisenä asiana on tinkimätön laatuajattelu, jossa tehdään kaikki mahdollinen tuotteen ja toiminnan laadun varmistamiseksi. Vastuu laadusta kuuluu jokaiselle yrityksen työntekijälle. (Kouri, 2020.)

Palvelun arvo pyritään määrittelemään asiakkaan näkökulmasta: ominaisuuksista, laadusta, toimitusajasta ja –varmuudesta. Jokainen asiakas määrittää arvon eri tavoin omasta näkökulmastaan. Yrityksen sisällä tulisi hahmottaa ne toiminnot, jotka tuovat lisäarvoa asiakkaalle ja kohdistaa voimavara näihin toimintoihin. Arvon kasvattaminen suhteessa toiminnan kustannuksiin parantaa yrityksen kilpailukykyä ja varmistaa sen toiminnan myös tulevaisuudessa. (Kouri, 2020.)

Lean- menetelmän päätarkoituksena on:

- Parantaa työskentelyolosuhteita
- Antaa työntekijöille mahdollisuus osallistua kehitystyöhön
- Parantaa yrityksen kilpailukykyä
- Tehdä oikeita asioita

Lean-ajattelussa tuottavuuden parantaminen perustuu erilaisten hukkien poistamiseen. Hukalla tarkoitetaan käytännössä kaikkea ylimääräistä ja turhaa työtä, jotka estävät tehokkaan työn tekemisen. Työn tuottavuus ja laatu paranevat, kun hukkia poistetaan systemaattisesti. (Kouri, 2020.)

Odottelu ja viivästykset eivät tuo arvoa asiakkaalle. Esimerkiksi kone- ja laitehäiriöt tai materiaalipuutteiden aiheuttamat viivästykset ovat hukkia, joihin tulisi puuttua. Työsuunnittelussa tapahtuvat suunnitteluvirheet voivat aiheuttaa viivästyksiä asiakkaan näkökulmasta. Laativirheet myös hukkaavat materiaaleja ja kapasiteettia ja johtavat asiakastytymättömyyteen. (Kouri, 2020.)

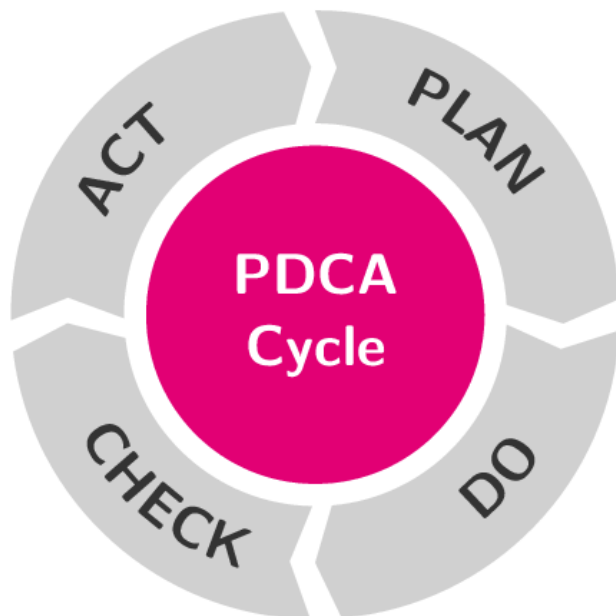
Opinnäytetyössä pyritään parantamaan Konecranesin sähkötyönsuunnittelun virheiden nopeampaa havainnointia ja niihin puuttumista, jolloin pystytään puuttumaan ongelmaan nopeammin. Tällöin työsuunnittelun virheitä ei tapahtuisi niin paljoa ja asiakkaalle menevät tuotteet eivät viivästyisi työsuunnittelun virheiden takia.

Opinnäytetyössä puututaan laadullisiin ongelmiin. Virheitä analysoimalla voidaan poistaa työsuunnittelusta johtuvat samantapaiset toistuvat laadulliset virheet. Kun sähkötyönsuunnittelu on suoritettu virheettömästi oikein, tuotantolinjalle ei tule niin paljon ongelmia eikä vääriä komponentteja. Tällöin tilauksella on oikeat komponentit, tuote menee oikeanlaisena tuotantoon, jossa se tehdään oikein ja asiakas saa oikean tilaustaan vastaavan tuotteen.

Lean-kehittämistoiminta perustuu toiminnan jatkuvaan ja systemaattiseen parantamiseen. Vastuu laadusta ja kehitystyöstä on jokaisella työntekijällä, joten työntekijöiden kehitysideoita tulisi ottaa huomioon. Työntekijöillä on usein paras tieto työvaiheiden ja menetelmien toiminnoista ja niiden kehittamisestä. Menetelmässä kehitystoiminta toteutetaan pienissä ryhmissä, jotka perehtyvät esille tulleisiin ongelmiin, suunnittelevat niihin ratkaisuja ja toteuttavat ne. (Kouri, 2020.)

Ongelmat tulisi nähdä tilaisuutena kehittää laatua ja työskentelytehokkuutta. Yrityksellä tulee olla valmiudet ratkaista esille nousevia ongelmia, jotta toiminta voi kehittyä. Prosessien toimivuuden ja laadun kehittäminen parantavat koko yrityksen toimintaa ja

kannattavuutta. Lean-menetelmässä jatkuvaa parantamista voidaan toteuttaa PDCA-syklin mukaisesti.



482 x 481

Kuva 3 PDCA sykli. (Example: PDCA cycle)

1. Sunnittele (Plan) Suunnittele muutos tai testi, jonka tavoitteena on parannus.
2. Tee (Do) Suorita muutos, mielellään pienessä mittakaavassa.
3. Tutki (Check) Tutki tuloksia. Mitä me opimme? Saimmeko parannuksen?.
4. Toimi (Act) Joko omaksut muutoksen tai kiellät sen tai ajat jakson uudelleen mahdollisesti erilaisessa ympäristössä.
5. Jatka toiminnan kehittämistä. (Karjalainen & Karjalainen, 2020.)

Työtapojen ja menetelmien kehittäminen edellyttää ensimmäiseksi niiden vakiinnuttamista. Lean-tuotannossa laatu ja laadunvarmistus on kaikkien työntekijöiden vastuulla ja osa normaalia työskentelyä. Käytännössä se tarkoittaa, että jokaisen työntekijän on toteutettava laadunvarmistus ohjeistuksen mukaisesti ja ilmoitettava välittömästi mahdollisista poikkeamista ja häiriöistä. Virheiden nopea löytyminen ja niiden etenemisen estäminen tuo säästöä, koska virheellisiin kappaleisiin ei tehdä turhaa työtä. Havaitut virheet ja ongelmat tulee aina ottaa esille, jotta niiden aiheuttajat ja ”juurisyyt” voidaan selvittää ja poistaa. Tuotannon laatu kehittyy vähitellen, kun eri virheiden ja ongelmien taustasyitä poistetaan systemaattisesti. (Kouri, 2020.)

Vasta, kun kaikki työntekijät toimivat samalla tavalla, voidaan selvittää, kuinka työn toteutustapa vaikuttaa laatuun ja tuottavuuteen. Työn vakiinnuttaminen ei kuitenkaan tarkoita oma-aloitteisuuden vähentämistä. Työntekijät haastetaan kehittämään parempia menetelmiä, jotka toteutetaan osana jatkuvaa parantamista edellä kuvatun PDCA-syklin mukaisesti. (Kouri, 2020.)

5.2 Haastattelu

Haastattelu on yksi käytetyimmistä tiedonkeruumenetelmistä tutkimus- ja kehittämissuhteissa. Haastattelu sopii moniin kehittämistehtäviin, koska siinä saadaan kerättyä nopeasti syvällistäkin tietoa kehittämisen kohteesta. Jos kehityskohdetta on tutkittu vain vähän, haastattelulla on mahdollista saada kerätyksi uusia näkökulmia avaavaa aineistoa. Kehittämissuhteissa haastattelu kannattaa usein yhdistää myös muihin menetelmiin, sillä useimmiten menetelmät tukevat hyvin toisiaan. (Ojasalo, Moilanen & Rilahti, 2014.)

Opinnäytetyössä haastateltiin muita sähkötyönsuunnittelijoita. Tällä tavalla saatiin selville, miten sähkötyönsuunnittelussa virheitä hoidetaan nykyhetkellä ja mihin asioihin tarvittaisiin parannusta. Haastattelujen avulla saatiin selville, ettei virheiden seuraamiselle ja niiden juurisyiden selvittämiseksi ole riittävästi aikaa. Haastateltavat toivoivat, että virheiden läpikäymisprosessia parannettaisiin, jotta korjattavat asiat eivät unohdu. Prosessiin toivottiin myös kirjattavan, kuinka monta asiaa odottaa korjausta tai on korjauksessa tällä hetkellä.

5.3 Havainnointi

Havainnoinnilla tarkoitetaan ihmisten toimien seuraamista. Se antaa toiminnan kehittäjälle omakohtaisen yleistuntuman käyttäjistä, heidän toimistaan sekä käyttöympäristöstä. Lisäksi saadaan tietoa kehitettävän toiminnan käyttöön liittyvistä yksityiskohdista. Havainnoinnin avulla voidaan luoda pohjaa uusille ideoille ja täydentäville

ratkaisuille sekä saadaan esille myös puutteita ja virheellisiä oletuksia. Havainnointi on yleinen työtapo tutkimuksissa. (Hyysalo, 2009.)

Pienimmillään havainnoinnilla tarkoitetaan muutaman tunnin oleskelua nykyisten käyttäjien ympäristössä. Havainnoinnissa seurataan, mitä toimia käyttäjien työssä tapahtuu, miksi asioita tehdään niin kuin tehdään, mistä heidän ympäristönsä koostuu ja miltä se tuntuu. Tavoitteena on muodostaa mahdollisimman hyvä käsitys siitä, minkälaisessa ihmisten ja tekemisten muodostamassa kokonaisuudessa suunniteltavaa kohdetta tullaan käyttämään. Havainnoija voi myös kysellen tarkentaa ihmisiltä epäselviksi jääviä asioita. Jotta tiedettäisiin, mikä on uutta ja parempaa, pyritään havainnoinnissa hahmottamaan miten ja miksi asioita tehdään niin kuin niitä tehdään. (Hyysalo, 2009.)

Opinnäytetyössä havainnointia käytettiin tämänhetkiseen sähkötyönsuunnittelun tutkimiseen. Sen avulla pyrittiin selvittämään, miten tällä hetkellä sähkötyönsuunnittelu toimii ja miten virheisiin reagoidaan. Havainnoilla sain hyvän kuvan siitä, miten eri työntekijät reagoivat virheisiin ja miten niihin puututaan tällä hetkellä. Havainnoinnin avulla selvitettiin myös, miten tällä hetkellä laatua pyritään parantamaan ja miten asioihin puututaan. Havainnointi oli luonnollinen osa opinnäytetyön kehittämismenetelmää, koska itse työskentelyn sähkötyönsuunnittelussa ja monet asiat olivat jo ennestään tuttuja.

6 KEHITTÄMISPROSESSIN KUVAUS

Aluksi tutustuin tämänhetkiseen virheiden läpikäymisen prosessiin sekä vanhoihin Koneskon lähettämiin virhe Excel-taulukoihin. Niitä läpikäymällä ja analysoimalla huomasin tämänhetkisiä toistuvia virheitä, joihin ei ole puututtu lainkaan, koska virheiden läpikäymisprosessia ei ole ollut. Nykyinen virheiden läpikäymisen prosessi on raskas, koska sitä käydään niin harvoin läpi. Tämän takia pieniin usein toistuviin virheisiin ei ole voitu puuttua.

Notifikaatioiden läpikäymiseen tutustuessani huomasin, etteivät sähkötyönsuunnittelijat tee notifikaatioita kaikista korjatuista virheistä. Tästä johtuen notifikaatioiden perusteella virheitä ei ollut mahdollista käydä läpi, joten tähän oli puututtava ja keksittävä ratkaisu.

Jokaisesta virheestä, joka korjataan, tulisi tehdä notifikaatio. Erilaisia testejä tekemällä selvitin, millaisella aikavälillä virheen korjauksesta notifikaatio on kannattavinta tehdä. Testeillä vertasin, onko kannattavinta tehdä notifikaatio saman päivän aikana, seuraavana päivänä, muutaman päivän päästä vai myöhemmin. Testissä tein notifikaation heti virheen korjauksen jälkeen ja otin aikaa sen tekemisestä. Toistin testin useaan kertaan pidentämällä aikaväliä. Huomasin, että mitä myöhemmin virheen korjaamisesta notifikaatio tehtiin, sitä enemmän meni aikaa sen tekemiseen. Kun notifikaation tekee heti virheen korjaamisen jälkeen, se säästää aikaa. Tällöin notifikaatioita ei myöskään jää niin paljoa tekemättä ja virheiden syihin pystytään puuttumaan nopeammin.

Testien perusteella totesin, että virheiden kirjaamista ja läpikäymistä on parannettava. Kun virhe huomataan, virhe tulisi korjata heti ja notifikaatio tehdä mahdollisimman pian virheen korjaamisen jälkeen.

Notifikaatiot olisi hyvä tutkia päivittäin ja poimia sieltä sähkötyönsuunnittelun virheet ja kirjata ne ylös. Kun virheet on kirjattu ylös, ne olisi hyvä analysoida ja käydä läpi päivittäisessä työntekijöiden palaverissa. Tämän jälkeen virheisiin pyrittäisiin keksimään parannusratkaisu, jotta virheet eivät toistuisi enää uudestaan.

Viikoittain Koneskolta tulee virheraportti, johon pystymme vertailemaan virheitä ja tarkastelemaan, onko kaikista virheistä tehty notifikaatio. Jos virheestä ei ole tehty notifikaatiota, pyydetäisiin virheen tehnyttä työntekijää tekemään virheestä notifikaatio. Viikoittain tehdään yhteenveto kaikista viikon aikana tapahtuneista virheistä, jotta nähdään kokonaiskuva.

Kun virhe on korjattu ja notifikaatio on tehty, se täytyy vielä hyväksyä. Notifikaation hyväksyminen olisi mahdollista liittää virheiden päivittäiseen läpikäymiseen. Se voitaisiin tehdä samalla, kun virheitä käydään läpi SAP-järjestelmässä. Tällöin myös notifikaatioiden hyväksymiseen tulisi selkeä sykli, eikä hyväksymättömiä notifikaatioita jäisi roikkumaan monen kuukauden ajaksi. Tämä jakaisi hyväksyttämiskuormaa eikä tarvittaisi erillistä notifikaatioiden hyväksymispäivää.

Virheitä tutkimalla voidaan puuttua virheeseen ja selvittää sen juurisyy. Kun juurisyy on selvitetty, aletaan ratkaista ongelmaa. Ongelmaan tehdään korjaava toimenpide ja aloitetaan korjaustoimenpiteen testi. Kun korjaavaa toimenpidettä on testattu, tutkitaan, onko toimenpide auttanut. Jos korjaava toimenpide on auttanut, voidaan ottaa uusi toimiva systeemi käyttöön.

Tein laatu Excel-taulukon, johon kirjasin päivittäin sähkötyönsuunnittelijoiden tekemät notifikaatiot. Tällä pystyin tarkistamaan, tuleeko samanlaisia virheitä paljon. Huomasin, että olisi hyvä tehdä Power Bi -palveluun laatutaulukko, josta näkyisi tehdyt virheet. Taulukkoa olisi hyvä seurata päivittäin käytävässä palaverissa, jossa käytäisiin yhdessä läpi edellisen päivän virheet sekä pyrittäisiin parantamaan toimintaa ja keksimään ratkaisuja, jotta virheitä ei tapahtuisi uudelleen.

Loin myös toisen taulukon, johon olisi mahdollista kirjata esiin tulleet korjattavat/parannettavat asiat sekä niiden korjaamisesta vastaava henkilö. Vastaava henkilö määritettäisiin palaverissa ja hän ottaisi asian hoidettavaksi. Taulukkoon kirjataan ongelman parannuksen aloituspäivä, jolloin parannusta on aloitettu tekemään. Exceliin ilmoitetaan myös arvioitu valmistuspäivä, johon mennessä parannus pitäisi ottaa testikäyttöön. Taulukkoon kirjataan, missä vaiheessa työ on ja sitä päivitetään etenemisen mukaan.

Power BI –palveluun olisi mahdollista luoda seurantajärjestelmä, jotta nähdään päivittäin, miten monta PE ja EL virhettä on tehty. Järjestelmästä kaikki sähkötyösuunnittelijat voivat päivittäin nähdä, millaisia virheitä on tehty. Tällä voidaan ennaltaehkäistä toistuvia samantyyppisiä virheitä, koska kaikki sähkötyösuunnittelijat näkisivät, millälaisia virheitä on tehty. Lisäksi järjestelmästä nähdään tehtyjen töiden määrä ja voidaan verrata, kuinka monessa tehdyssä työssä on virheitä.

Virheiden juurisyyn tutkimiseen olisi hyvä määrittää henkilö, joka kävisi viikoittain läpi, millaisia parannuksia voitaisiin tehdä, jotta virheet eivät uusiutuisi. Tämä henkilö ylläpitäisi Excel-taulukkoa parannuksista ja seuraisi korjauksien edistymistä. Tällä tavalla saataisiin vietyä korjaukset loppuun asti.

Asiakasreklamaatioita tehdessäni huomasin, että niitä ei ole käyty vähään aikaan läpi lainkaan. Myös asiakasreklamaatioiden läpikäymiseen olisi hyvä luoda prosessi siitä, miten ne käydään läpi ja kuinka usein. Tähän tulisi myös varata asiakasreklamaatioista vastaavalle sähkötyösuunnittelijalle erillistä työaika, jotta reklamaatioita ei kasautuisi niin paljon yhdellä kerralla läpikäytäväksi. Tähän voisi luoda viikoittaisen rytmin. Asiakasreklamaatioiden viikoittainen läpikäyminen parantaisi myös laatua.

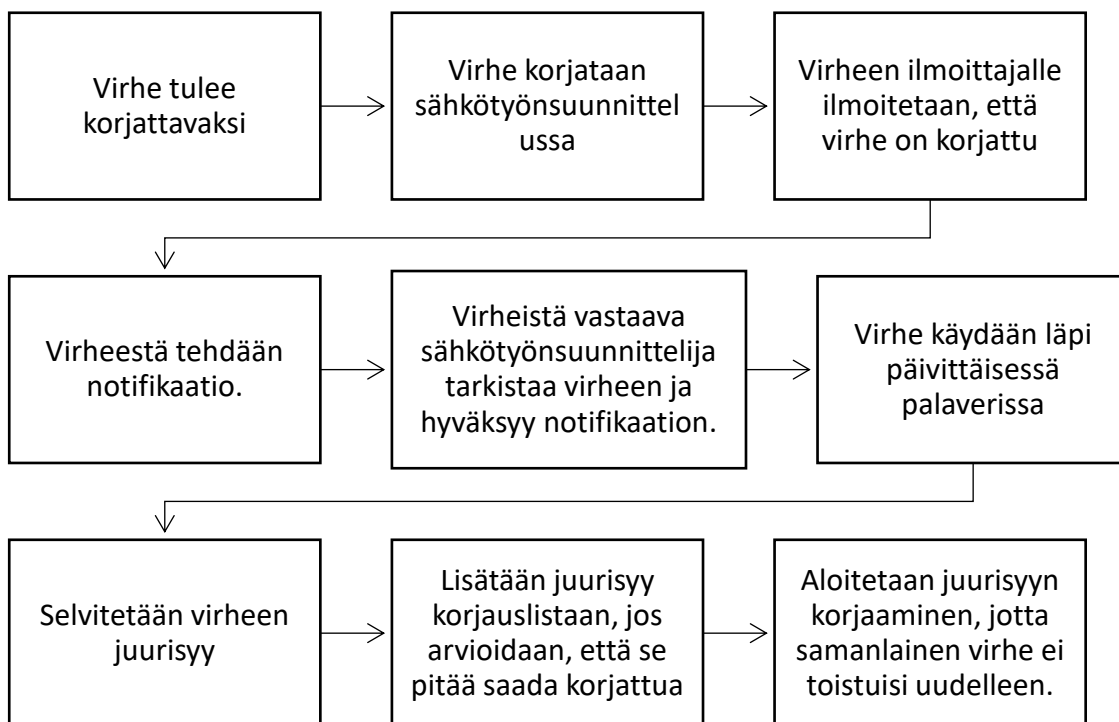
Asiakasreklamaatioiden säännöllisestä läpikäynnistä voisi huomata toistuvia virheitä, jotka ovat menneet asiakkaille asti. Tällaiset virheet pitäisi saada nopeasti pois asiakastytyväisyyden varmistamiseksi. Kun reklamaatioiden läpikäyntiin saadaan selkeä prosessi, voidaan huomata enemmän toistuvia ja uusiakin virheitä ja näihin voidaan puuttua nopeasti ja tehdä parannuksia.

Kun asiakasreklamaation kautta tuleva virhe on selvitetty, tulisi laatuosastolle lähettää tiedoksi, mistä virhe on johtunut. Tällöin laatuosasto saisi varmuuden siitä, mistä virhe on tullut.

Asiakasreklamaatioiden ja muiden virheiden tärkein selvitys on virheiden juurisyyn tutkiminen. Kun juurisyyn on selvitetty, tulisi miettiä, voidaanko ongelmaan tehdä jokin ratkaisu, jotta tällainen virhe ei tapahtuisi uudelleen.

7 KEHITTÄMISTOIMINNAN TULOKSEN KUVAUS

7.1 Uusi prosessi virheiden läpikäymiseen



Kaavio 2. Uusi prosessi virheiden läpikäymistä varten.

Tässä kuvataan sähkötyönsuunnittelun uusi prosessi. Prosessi otetaan käyttöön sähkötyönsuunnittelussa huhtikuun 2021 alusta.

Tällä hetkellä virhesähköpostista vastaa sähkösuunnittelija. Olisi hyvä miettiä, olisiko parempi, että sähkötyönsuunnittelija vastaisi siitä. Tällöin virhesähköpostista vastaava henkilö voisi korjata helpot virheet suoraan itse. Tässä tulisi ottaa huomioon, että tämä vie virhesähköpostin käsittelijältä enemmän aikaa, kuin nykyinen systeemi.

Tekemieni testien perusteella notifiikaatio olisi tehokkainta tehdä heti tai viimeistään saman päivän aikana virheen korjauksesta. Myös tiimivastaavan tekemä notifiikaatioiden hyväksyminen olisi hyvä suorittaa päivittäin.

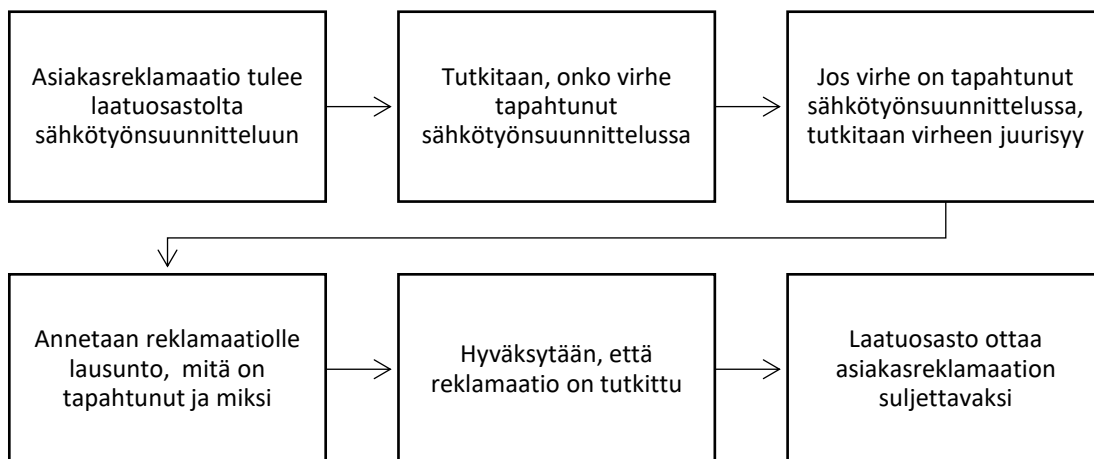
Virheiden juurisyiden korjaukseen tarkoitettu Excel-taulukko otetaan käyttöön keväällä 2021. Juurisyitä selvittävän sähkötyösuunnittelijan olisi hyvä tehdä vähintään 2 tuntia viikossa korjaavia toimenpiteitä, mikäli niitä taulukosta löytyy. Tällöin korjaukset saataisiin tehtyä säännöllisesti, eivätkä ne kasaantuisi.

Aihe	Kuvaus	Kommentti	Lisätieto	Tilannetieto	Vastuunhenkilö		
					kilö	Aikataulu	Valmis
PTO Ductor turhien ostojen poisto	Tutkitaan turhat Pto osto on menevät osat.	Aloitettu, vertailtu Pto ductor osia tämän hetkisiin ostoihin.		Tutkimis vaiheessa	Tähän tulee vastuu henkilö	1.5.2021	
Ex-Radioiden valintasäännöt							
C-kiskot automatisointi	Yritetään saada C-kiskot poistumaan automaattisesti bommilta.	Aloitettu, asiaa viety eteenpäin ja automatisointi tulossa		Platformin pitäisi tehdä valintasääntö		20.4.2021	
Loose c-kiskot automatisointi							
REM11 =DRCMJD3-S Demag radio	Tutkitaan, miksi radio ei nouse valintasäännöillä bommille. Voidaanko lisätä valintasääntö, että nousisi?						
Powerator ei tuo bommille 2 polttimoa	polttinta automaattisesti vaan toinen pitää käsin itse lisätä bommille. Tutkitaan voidaanko asia korjata että ne tulisivat						

Taulukko 1. Esimerkki korjaustaulukosta.

7.2 Asiakasreklamaatioprosessi

Asiakasreklamaatioiden tutkimista varten olisi hyvä varata sähkötyösuunnittelijalle aikaa kerran viikossa. Tällä saataisiin estettyä, ettei asiakasreklamaatioita kasaantuisi. Tällä tavalla saadaan selkeä sykli asiakasreklamaatioiden läpikäymiseen. Asiakasreklamaatioiden seuranta varten on olemassa Excel-taulukko, josta näkee mitä virheitä on tehty. Excel-taulukkoa olisi syytä päivittää vastaamaan nykyajan tarpeita ja seurata taulukkoa säännöllisesti.



Kaavio 3. Uusi prosessi asiakasreklamaatioiden läpikäymiseen.

7.3 Muita parannuksia

Sähkötyönsuunnittelijoilla on tällä hetkellä iso työnkuorma. Kun uudet virheiden läpikäymisprosessit saadaan käytäntöön, huomataan, kuinka paljon uusi toimintamalli vie sähkötyönsuunnittelijoiden aikaa. Tällöin voidaan alkaa tarkastelemaan, riittääkö nykyinen sähkötyönsuunnittelijoiden määrä vastaamaan nykyistä tarvetta sähkötyönsuunnittelussa. Mikäli sähkötyönsuunnittelijoille varataan aikaa virheiden juurisyiden tutkintaa ja asiakasreklamaatioiden läpikäyntiä varten, on ne mahdollista suorittaa muiden töiden ohella, eikä erillistä työntekijää tarvita.

Power BI -palvelua voisi hyödyntää tekemällä sinne sähkötyönsuunnittelulle oman laatuosaston, jossa olisi laatuun ja sen parantamiseen liittyviä tiedostoja. Tähän voisi automatisoida erilaisia laatuun liittyviä tiedostoja, jotta niitä ei tarvitsisi aina itse käsin lisätä. Tällä tiedostot saataisiin helpommin samaan paikkaan, jolloin seuraaminen olisi helpompaa.

BOM:mille automaattisesti nousevien valintasääntöjen parantaminen vähentäisi virheiden määrää, koska silloin muistettavia asioita olisi vähemmän. Lisäksi muistinvaraisia asioita olisi hyvä listata ylös kirjallisesti kaikkien sähkötyönsuunnittelijoiden

näkyville, jolloin jokainen sähkötyösuunnittelija voisi palata ohjeistuksiin tarvittaessa.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda uusi prosessi sähkötyönsuunnittelussa tehtyjen virheiden läpikäyntiin sekä kehittää toimintamalli, jolla virheiden juurisyihin saadaan luotua korjaavia toimenpiteitä aiempaa nopeammalla syklillä. Tavoitteena oli parantaa sähkötyönsuunnittelun laatua sekä luoda systemaattisempi tapa virhedatan analysointiin.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja sopivan haastava. Työssä isoimpana haasteena oli kirjallisen materiaalin vähyys sekä ajan riittävyys. Opinnäytetyön tekemisen ohella työskentelin itse sähkötyönsuunnittelussa, jossa samalla myös opettelin uusia asioita ja työtehtäviä. Tämä toi omia ajallisia haasteita opinnäytetyön tekoon, sillä työtehtävät täytyi järjestellä niin, että muiden töiden ohella aikaa jäi myös opinnäytetyöhön liittyvään kehittämiseen.

Työssäni opin paljon tutkimaan erilaista dataa ja huomaamaan sieltä erilaisia virheitä, sekä löytämään ratkaisuja siihen, miten laatua voisi parantaa. Erilaisia dataja tutkimalla huomasin, kuinka tärkeää virheiden läpikäyminen on, jotta toimintaa voidaan parantaa jatkuvasti.

Huomasin myös, kuinka tärkeitä selkeät prosessit ovat jokaisessa työvaiheessa. Prosessien avulla saadaan selkeä järjestys työskentelyn eri vaiheiden tekemiseen ja niiden avulla pienimmätkin tehtävät tulee tehtyä. Kun selkeät prosessit otetaan käyttöön, voidaan säästää työtunteja sekä saadaan seurattua paremmin virheitä ja niiden kautta parannettua työn laatua.

LÄHTEET

Bartman, H. 2016. Example: PDCA cycle. Saatavissa: <https://example.net/tikz/examples/pdca-cycle/>

Hyysalo, S. 2009. Taideteollinen korkeakoulu. Saatavissa: <https://aalto-doc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/11826/isbn9789515583017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Karjainen, E, E. Karjalainen, T. 2020. Lean six sigma 2.0 ja laatuteknologia. Quality Knowhow Karjalainen Oy.

Konecranes Oyj. 2020. Hallinnointi ja taloudellinen katsaus 2020. Saatavissa: https://investors.konecranes.com/sites/default/files/Annual%20report%202020/hallinnointi_ja_taloudellinen_katsaus_2020_1.pdf

Konecranes Oyj. 2020. Tietoa yhtiöstä. [Viitattu 24.3.2021]. Saatavissa: <https://www.konecranes.com/fi/tietoa>

Konecranes Oyj. 2020. Turvallisuusperehdytys. Yrityksen sisäinen verkko.

Kouri, I. 2010. Lean Taskukirja. Teknologiainfo Teknova Oy.

Ojasalo, K., Moilanen, Teemu & Rilahti, J. 2014. Kehittämistyön menetelmät: uudenlaista osaamista liiketoimintaan. Sanoma Pro.

Six Sigma. 2021. Tätä on Lean. [Viitattu 24.3.2021]. Saatavissa: <http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/lean/lean/>