



Sähkölaadun parantaminen kiven- murskauslaitoksissa takuudatan pe- rusteella

Rami Kyyhkynen

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2020

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Automaatiotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Automaatiotekniikka

KYYHKYNYNEN, RAMI:

Sähkölaadun parantaminen kivenmurskauslaitoksissa takuudatan perusteella

Opinnäytetyö 44 sivua, joista liitteitä 6 sivua
Huhtikuu 2020

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi kivenmurskaukseen ja seulontaan erikoistunut yritys, Metso Minerals Oy. Työn tarkoituksena oli kehittää Metson Tampereen tehtaalta toimitettujen kivenmurskauslaitosten sähkölaatua entisestään, analysoimalla maailmalta tulevia asiakasreklamaatioita.

Kivenmurskainten luonnollinen toimintaympäristö on äärimmäisen haastava. Murskauslaitosta käytetään ulkoilmassa erittäin pölyisissä ja värinälle alttiissa olosuhteissa. Tästä syystä sähköihin ja automaatioon liittyvien komponenttien altistuminen ulkoisille häiriötekijöille on väistämätöntä. Sähköihin ja automaatioon liittyvät ongelmat koneissa vaativat monesti perusteellista vianhakua ja saattavat aiheuttaa asiakkaalle merkittäviä tappioita koneiden ollessa toimintakyvyttömiä. Tästä syystä tuotelaadun parantaminen vikaantumisten välttämiseksi on äärimmäisen tärkeää. Työn aikana tuotelaatua saatiin parannettua lisäämällä esimerkiksi erilaisia suojauskaapelsarjoille reklamaatioista saadun tiedon perusteella. Parannukset eivät vielä näkyneet, mutta tulevat näkymään sähköihin liittyvien takuutrendien laskevana kuvaajana.

Reklamaatioiden sisältämää tietoa kerättiin Excel-taulukkoon. Näin voitiin esimerkiksi nimiketiedon perusteella löytää usein toistuvia vikaantumisia, mitkä vaativat korjaavien toimenpiteiden tekemistä nopeasti. Korjaavien toimenpiteiden implementoinnin jälkeen todella tärkeä osa laadunparannusprosessia oli myös seuranta, olivatko korjaavat toimenpiteet riittäviä, uusien reklamaatioiden estämiseksi samasta aiheesta. Osassa tapauksista seurantavaiheeseen pääseminen saattaa tosin kestää hyvinkin pitkään. Tällaisia tapauksia ovat esimerkiksi suunnittelumuutoksia vaativat parannukset.

Jokaisen sidosryhmän toiminnalla on merkitystä parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Laadukkaan laitteen valmistus lähtee osaavasta suunnittelusta ja huipentuu yksittäisten asentajien kädentaitoon. Tästä syystä onkin tärkeää, että jokainen organisaatio tekee parhaansa, parhaan mahdollisen laadun saavuttamiseksi.

Asiasanat: laatu, kivenmurskain, murskauslaitos, takuudata

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering
Automation Engineering

KYYHKYNEN, RAMI:

Improvement of Electrical Quality in Rock Crushing Plants Based on Warranty Data

Bachelor's thesis 44 pages, appendices 6 pages
April 2020

This thesis was commissioned by Metso Minerals Oy, a company which is specialized in rock crushing and screening. The purpose of the thesis was to further improve the electrical quality of the rock crushing plants delivered from Metso's Tampere plant by analyzing customer complaints from around the world.

Natural operating environment of rock crushers is extremely challenging. Crushing plant is used outdoors in a very dusty and vibration-prone conditions. For this reason, electrical and automation related components are inevitably exposed to external disturbances. Electrical and automation issues on machines often requires thorough troubleshooting and can cause significant losses from customer point of view, when machines are inoperable. For this reason, improving product quality to avoid defects is extremely important. During the thesis, product quality was improved by, for example, adding various protections for cable groups based on the information got from the warranty data. Improvements were not yet visible but will be reflected in a declining graph of electrical related warranty trends.

Information contained in warranty data was collected in an Excel spreadsheet. In this way, for example, frequent defects could be found on the basis of item information, which required corrective action to be done quickly. After the implementation of the corrective actions, a really important part of the quality improvement process was also the monitoring of whether corrective actions were sufficient to prevent new complaints on the same subject. In some cases, however, it may take a very long time to get to the follow-up phase. Such cases include, for example, improvements that requires design changes.

Activities of each stakeholder are important to achieve the best outcome. The best manufacture of high-quality equipment starts with the competent design and culminates in the workmanship of individual installers. This is why it's important, that every organization does its best to achieve the best possible quality.

Key words: quality, rock crusher, crushing plant, warranty data

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	METSO OY	8
	2.1 Metson avainlukuja	8
	2.2 Lokomo osaksi Metsoa	8
	2.3 Keskeisimmät tuotteet.....	9
3	LAATU	14
	3.1 Laadun määritelmä	14
	3.2 Laatukustannukset.....	14
	3.3 Laadunhallinta.....	16
	3.4 Laadun merkitys yritykselle	17
	3.5 Luotettavuus	18
	3.6 Hajoamissyöt.....	19
4	LAADUNHALLINTA METSOLLA	20
	4.1 Suunnittelulaatu	20
	4.2 Toimittajalaatu.....	20
	4.3 Valmistuslaatu.....	22
5	SÄHKÖIHIN JA AUTOMAATIOON LIITTYVÄT TAKUUT	23
	5.1 Asiakasreklamaatiot.....	23
	5.2 Tuotelaadun parantamista takuiden perusteella	24
6	SAAVUTETTUJA LAATUPARANNUKSIA.....	27
	6.1 Kaapeleiden reitityksen ja suojauksen parantaminen	28
	6.2 Toimittajayhteistyö	30
	6.3 Anturivaurioiden välttäminen	32
	6.4 Seulontalaitosten tuotelaadun parantaminen	34
7	POHDINTA	36
	LÄHTEET.....	38
	LIITTEET	39
	Liite 1. 5D-raporttipohja 1(2).....	39
	Liite 2. CFC-reklamaatio 1(2).....	41
	Liite 3. Ohjauskortin datasheet 1(2).....	43

ERITYISSANASTO

CAN	Tiedonsiirtoväylä (Controller Area Network)
CFC	Asiakasreklamaatio (Customer Feedback Collection)
IC	Metson mobiilimurskauslaitosten automaatiojärjestelmä (Intelligent Controller)
IO	Liityntärajapinta (Input-Output)
IP	Kansainvälinen kotelointiluokitus (International Protection)
Impaktori	Iskupalkkimurskain
LT	Tela-alustainen kivenmurskauslaitos (Lokotrack)
M12-liitin	Yleisesti käytetty liitin antureiden ja toimilaitteiden liittämiseksi osaksi järjestelmää
PR	Suunnittelumuutospyyntö (Problem Report)
ST	Tela-alustainen seulontalaitos (Screentrack)
UNIC	Tela-alustaisen seulontalaitoksen pelkistetty ohjausjärjestelmä

1 JOHDANTO

Metso Minerals Oy:n Tampereen tehdas toimittaa murskauslaitoksia ympäri maailmaa erittäin haastaviin olosuhteisiin. Kivenmurskauslaitosten ominaisuudet tuotelaadun osalta ovat hyvin korkeat asiakkaan tarpeiden tyydyttämisen täyttämiseksi. Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa Metso Minerals Oy:n Tampereen tehtaalta toimitettujen kivenmurskaus- ja seulontalaitosten sähkölaatua pääosin reklamaatiodataan perustuvan tiedon pohjalta. Työ sisälsi asiakasreklamaatioiden tarkan läpikäynnin ja toimenpiteiden implementoinnin reklamaatioista saadun tiedon pohjalta. Reklamaatiodataa kerättiin Excel-taulukoon, jossa sitä oli helppoa käsitellä. Välittömät korjaavat toimenpiteet aloitettiin kriittisimmistä virheistä. Tällaisia virheitä olivat usein toistuvat laatuvirheet ja kustannuksiltaan korkeat laatuvirheet, jotka vaikuttavat asiakastyytyvyyteen merkittävästi. Keskeisiä toimenpiteitä työssä olivat: toimittajareklamaatiot, suunnittelumuutospyyntöjen teko, yhteistyö toimittajien kanssa ja nopeat korjaavat toimenpiteet tuotantolinjoilla.

Laatu ja laadukkaat tuotteet ovat yrityksen menestyksekkään liiketoiminnan kannalta merkityksellisiä tekijöitä. Asiakkaan näkökulmasta laadukas kivenmurskauslaitos voidaan pitää ympärivuorokautisessa toiminnassa, ilman vikaantumisten aiheuttamia tuotantokatkoksia. Laadukkaiden tuotteiden valmistamisessa asiakaspäästä tuleva palaute on oleellista, jotta tuotelaatua voidaan kehittää ja tietoa saadaan jaettua oikeaan suuntaan kaikissa tuotelaatuun vaikuttavissa sidosryhmissä. Tärkeä osa opinnäytetyötä oli jakaa tätä arvokasta tietoa oikeisiin osoitteisiin.

Sähköistyksiin liittyvien vikaantumisten selvittäminen vaatii usein perusteellista tutkimustyötä vikaantumismekanismien selvittämiseksi, mikä kävi selväksi työn edetessä. Vikaantumismekanismien ymmärtäminen on tärkeä osa, kun mietitään korjaavia toimenpiteitä uusien vikaantumisten estämiseksi. Vikaantuminen voi johtua esimerkiksi komponenttilaadusta, koneen käyttövirheestä tai yksittäisen asentajan tavasta kiinnittää johtimia. Onkin tärkeää, että laatuun liittyvät ongelmat ja niiden korjaavat toimenpiteet tavoittavat kaikki ne tekijät, jotka omalla tekemisellään vaikuttavat lopulliseen tuotelaatuun. Opinnäytetyössä esitellään,

millä erilaisilla keinoilla takuisiin perustuvan datan avulla kivenmurskauslaitosten tuotelaatua on pystytty kehittämään, ja mitkä ovat laadun kehittämisen suurimmat haasteet.

2 METSO OY

2.1 Metson avainlukuja

Metson strategian toteutus rakentuu viiden päivittäistä toimintaa ohjaavan perustekijän varaan: asiakaskeskeisyys, palvelujohtajuus, innovaatiot, toimintojen erinomaisuus ja henkilöstö. Metson visio kuvaa, millaisen vaikutuksen Metso haluaa luoda maailmalle. Se on pitkän aikavälin suunta, joka määrittää Metson toiminnan ja olemassaolon tarkoituksen. Metsolla työskentelee runsaat 13100 asiantuntijaa 89 eri maassa ja Metson liikevaihto oli vuonna 2019 n. 3,6 mrd. € ja Metson suurin liikevaihto n. 27 % tulee Euroopan markkina-alueelta. (Metso Oy 2019.)

2.2 Lokomo osaksi Metsoa

Hatanpäällä sijaitsevalla yksiköllä on yli satavuotinen historia tamperelaisessa konepajateollisuudessa. Tehtaalla on valmistettu mm. höyryvetureita, alasimia, kirkonkelloja, turpeennostokoneita, kaivinkoneita, täryjyriä, tiehöyliä, ajoneuvonostureita, metsäkoneita sukelluspalloja sekä tutkimussukellusaluksia.

Lokomo Oy perustettiin vuonna 1915 höyryvetureita valmistavaksi yhtiöksi. Vuonna 1921 valmistui ensimmäinen kivenmurskain Tampereella Hatanpäällä. Perheyritys Lokomo myytiin vuonna 1970 pörssi-yhtiö Rauma-Repolalle. Vuonna 1985 valmistui ensimmäinen Lokotrack (LT). Vuonna 1989 Bergeaud- ja Nordberg-yrityksillä Rauma-Repolasta tuli osa kansainvälistä Nordberg-ryhmää. Vuonna 1999 Rauma-Repola ja Valmet fuusioituivat, jolloin syntyi Metso-konserni. (Metso Minerals Oy yritys-esittely 2019.)

2.3 Keskeisimmät tuotteet

Metso Minerals Oy valmistaa laitteita kivenmurskaukseen. Tuotevalikoimaan kuuluu esi-, väli-, ja hienomurskaimet kiven, malmin ja kierrätysmateriaalien käsitteilyyn. Seuloilla, syöttimillä ja välillä saadaan lopputuote luokitettua tarkasti. Liikuteltavat tela-alustaiset Lokotrack-kivenmurskaimet, jotka valmistetaan pääosin Tampereen tehtaalla, sisältävät paljon sähköisiä ohjauksia, anturointia sekä automaatiota.

Lokotrack-murskauslaitos (LT)

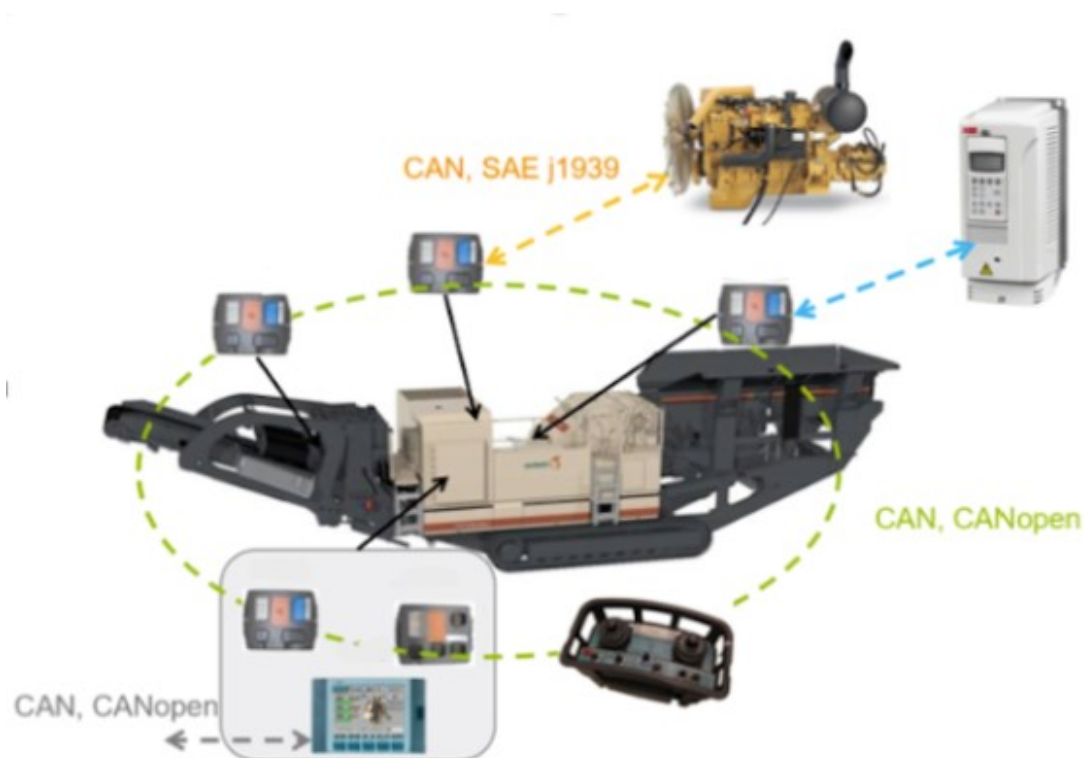
Kuvan 1 Lokotrack (LT) tela-alustainen kivenmurskauslaitos on ratkaisuna kompakti. Se sisältää syöttimen, voimayksikön, murskaimen (leuka, kara, impaktori) sekä kuljettimia. Lokotrackeja yhdistelemällä saadaan aikaiseksi kokonainen murskausprosessi.



KUVA 1. Lokotack LT 96 -mobiilileukamurskauslaitos (Metso 2020)

LT:n peruskäyttö on tehty helpoksi IC-automaation avulla. Vaikka laite pitää sisällään paljon automaatiota, on kone hyvin käyttäjäystävällinen. Monesti riittää, että koneen käyttäjä osaa käynnistää prosessin koneen käynnistyssekvenssinapista. Tästä syystä on tärkeää, että koneen sähköiset järjestelmät ovat laadukkaita ja toimivat hankalissakin olosuhteissa. Prosessista riippuen, koneen parametrit ovat toki muokattavissa prosessiin sopivaksi. Koneen tiedonsiirto on toteutettu CAN-väylällä. CAN-väylä mahdollistaa tiedonsiirron CAN-solmujen, eli IO-moduulien, HUB-moduulin ja näytön välillä. Näyttömoduuli toimii järjestelmän

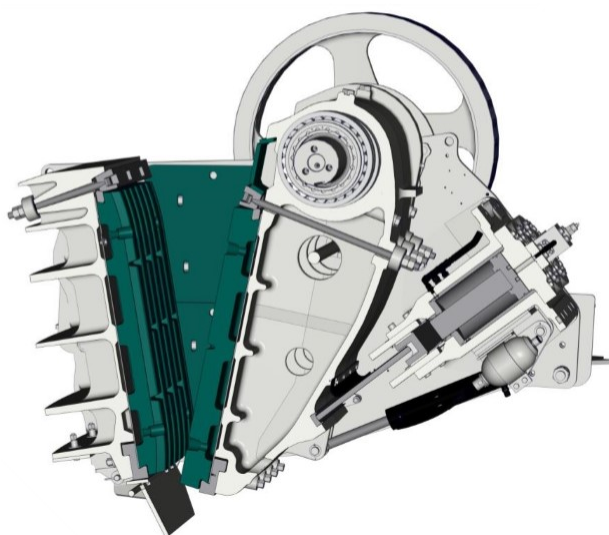
isäntänä, joka valvoo sovellustiedot ja käynnistää väylällä tapahtuvan kommunikoinnin. IO-moduuleja on konetyypistä riippuen 1-7 ja jokaisessa moduulissa on 52 IO:ta. IO-moduulit ottavat vastaan esimerkiksi antureiden signaaleja, sekä kontrolloivat toimilaitteita. HUB-moduuli pitää sisällään hätäseisdiagnostiikan ja hälytystoiminnot, sekä toimii väylän jakomodulina. IO-moduulit ovat IP-luokituksestaan IP 67 ja näyttömoduuli on IP 65, joten ne on suunniteltu kestävämmän hankalissa olosuhteissa. (Metso Minerals Oy 2020.) IP67-luokitus tarkoittaa, että laite on pölytiivis ja se kestää hetkellisen upotuksen veteen. (Sähköturvallisuuden edistämiskeskus 2020.) Periaatekuva LT:n CAN-verkosta kuvassa 2.



KUVA 2. Periaatekuva LT:n CAN-verkosta (Metso 2020, muokattu)

Leukamurskain

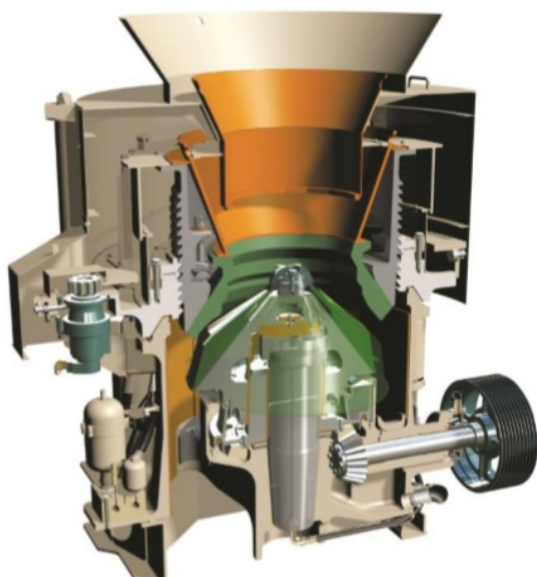
Leukamurskaimia (kuva 3) käytetään murskausprosessissa yleensä esimurskaimina. Yleensä leukamurskaimen tuottama materiaali kuljetetaan kuljettimilla tai syötetään suoraan pääkuljettimelta seuraavaan murskausvaiheeseen. Murskaus tapahtuu leukamurskaimilla kiinteän ja liikkuvan leuan välissä. Murskatun materiaalin koko säädetään leukojen välisellä asetuksella.



KUVA 3. Leukamurskaimen rakenne (Metso 2020)

Karamurskain

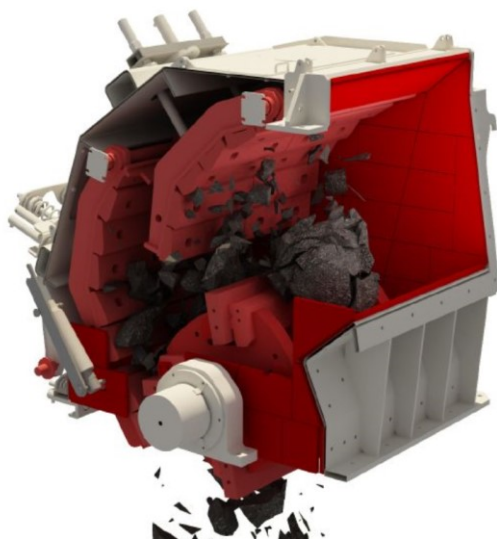
Karamurskaimet (kuva 4) toimivat murskausprosessissa yleensä jälkipään murskaimina, joilla murskeesta saadaan halutun kokoista lopputuotetta. Karamurskaimet ovat rakenteeltaan leukamurskaimia monimutkaisempia ja ne vaativat enemmän anturointeja esimerkiksi valvomaan, että murskaimen voitelu toimii halutulla tavalla.



KUVA 4. HP-karamurskaimen poikkileikkaus (Metso 2020)

Iskupalkkimurskain (Impaktori)

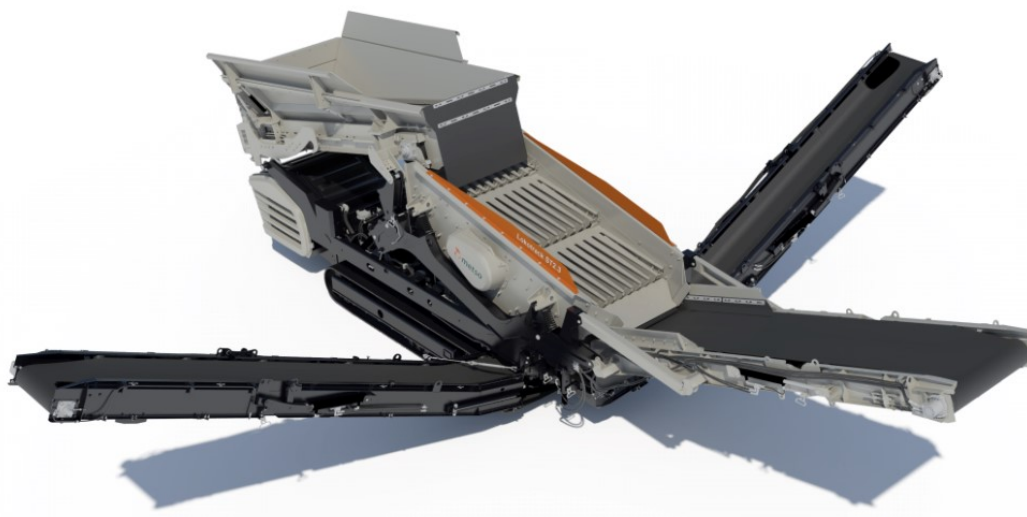
Iskupalkkimurskaimet (kuva 5) soveltuvat hyvin pehmeämmän aineksen murskaukseen tai vaikka kierrätykseen. Impaktorissa murskausta tapahtuu kolmessa eri vaiheessa. Impaktorin roottori pyörii suurella nopeudella heittäen murskattavan materiaalin kohti kulutuslevyjä. Roottorin vasarat ja toisiaan vasten törmäävät kivet toimivat myös osana impaktorissa tapahtuvaa murskausta.



KUVA 5. Iskupalkkimurskaimen poikkileikkaus (Metso 2020)

Seulatrack-seulontalaitos (ST)

Kuvan 6 ST:t voivat olla osana murskausprosessia tai niitä voidaan käyttää itsenäisesti erikokoisten kiviainesten lajittelussa. ST:n peruskäyttö on tehty LT:n tavoin käyttäjälle helppoksi IC-automaation avulla. ST voi olla myös ilman IC-automaatiota, jolloin kyseessä on UNIC-mallinen ST. Tämä malli on suunniteltu käyttöön, jossa ei välttämättä ole tarvetta IC:n sisältämille ominaisuuksille.



KUVA 6. ST 2.3 Tela-alustainen seulontalaitos (Metso 2020)

ST on LT:n tavoin hyvin kompakti paketti, joka sisältää: syöttimen seulan ja kuljettimia. Tela-alustan ansiosta sitä on helppoa liikutella tarvittaessa.

3 LAATU

3.1 Laadun määritelmä

Keskeinen ilmiö teollisuudessa on, että uusia tuotteita ilmestyy markkinoille kovaa vauhtia. Tämä johtuu teknologian nopeasta kehityksestä, sekä asiakkaiden kasvaneista vaatimuksista tuotteiden ominaisuuksia kohtaan. Tuotteista tulee koko ajan monimutkaisempia ja vikaantumismahdollisuudet kasvavat. Asiakkaat haluavat takuun sille, että laite säilyttää toimintakykynsä sille suunnitellun käyttöajan ajan. (Blischke, Karim & Murthy 2011, 1)

Laatu on käsitteenä hyvin sirpaleinen. Laadun voi ymmärtää monella eri tavalla. Laatua voidaan mitata esimerkiksi tuotteen ominaisuuksia tutkimalla. Laadulla voidaan tarkoittaa vaatimusten täyttymistä tai täyttämistä. Laatu voi myöskin tarkoittaa kohteen käyttöarvoa tai sen hyötyarvoa. Myyttisen määritelmän mukaan laatu voi olla myöskin erinomaista hyvyttä tai luksusta. (Suomen standardoimisliitto ry 2016.)

Laatu on kuitenkin yksi yritystoiminnan peruskulmakivistä, jonka vuoksi laatu on haluttu standardoida. Kansainvälisen ISO 9000 -laatustandardin mukaan laatu on määritelty englanniksi: *'degree to which a set of inherent characteristics of an object fulfils requirements'*, joka suomennettuna tarkoittaa: *'missä määrin kohteen luontaiset ominaisuudet täyttävät vaatimukset'*. (Suomen standardoimisliitto ry 2016.)

3.2 Laatumukautukset

Yksi laatuorganisaatioiden ja yrityksen laatuorganisaation tehtävistä on pyrkiä vähentämään laatumukautuksia. Yleisimpiä laatumukautusten vähentämiseen vaikuttavia tekijöitä ovat yksinkertaisesti virheiden vähentäminen ja prosessisyklin nopeuttaminen. (Lecklin 2002, 180-181.)

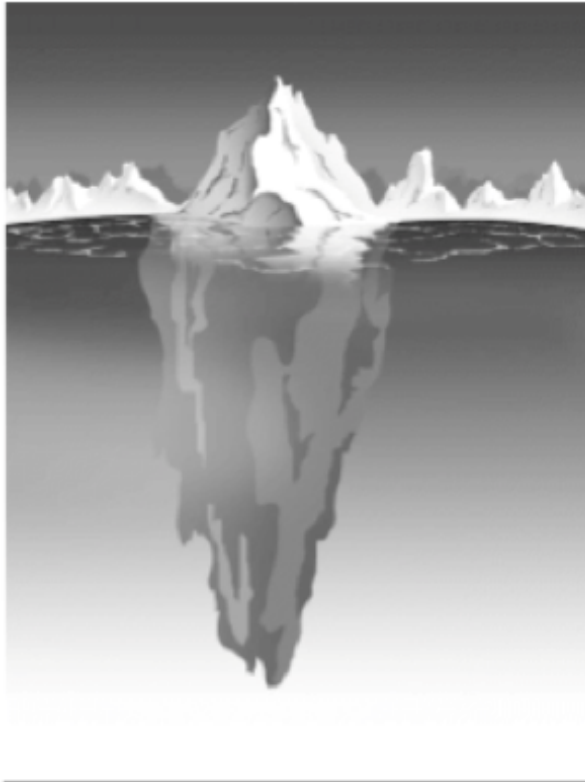
ISO-standardien kansainvälisen suosion kasvun myötä laatukustannukset ovat entistä tärkeämmässä roolissa laadunparantamisen, sekä laatujohtamisen näkökulmasta. Tyypillisin tapa jaotella laatukustannukset, on jakaa ne kuvion 1 mukaisesti neljään eri kategoriaan, jotka ovat: ennaltaehkäisevät kustannukset, ylläpitokustannukset, sisäiset- ja ulkoiset virhekustannukset.



KUVIO 1. Laatukustannusten yleinen määritelmä (mukailtu Wood 2013, 5.)

Kuviossa 1 esiintyvät ennaltaehkäisevän toiminnan kustannukset ovat pääsääntöisesti kaikkien niiden toimijoiden kustannuksia, jotka ehkäisevät huonoa laatua esimerkiksi yrityksen laatuorganisaation kustannukset. Kuvion 1 ylläpitokustannukset jakautuvat kaikille niille toimijoille, jotka osallistuvat tuotteen auditointiin ja testaukseen. Kuvion 1 virhekustannukset voidaan jakaa sisäisiin- ja ulkoisiin virhekustannuksiin. Sisäisiä virhekustannuksia voivat olla esimerkiksi sisäiset romutukset. Ulkoisia virhekustannuksia voivat olla esimerkiksi asiakasreklamaatioiden käsittelykustannukset. (Wood 2013, 5.)

Rahallista arvoa laatukustannuksille, mitkä ovat usein piileviä, on melkein mahdotonta määrittää. Jotkut yritykset ovat määrittäneet kertoimia mitattujen ja todellisten laatukustannusten välille. Kuvassa 7 näkyy niin sanottu jäävuorimalli, jossa jäävuoren yläosassa näkyy yleisesti mitatut laatukustannukset ja jäävuoren pinnan alla olevassa osassa näkyy piilevät laatukustannukset, joita on hankalampi mitata. Kuvassa 7 nähtävistä laatukustannuksista 90 % on niin sanottu piileviä laatukustannuksia. (Wood 2013, 5-7.)



Yleisesti mitatut virhekustannukset

- Romutus
- Korjaus
- Takuut

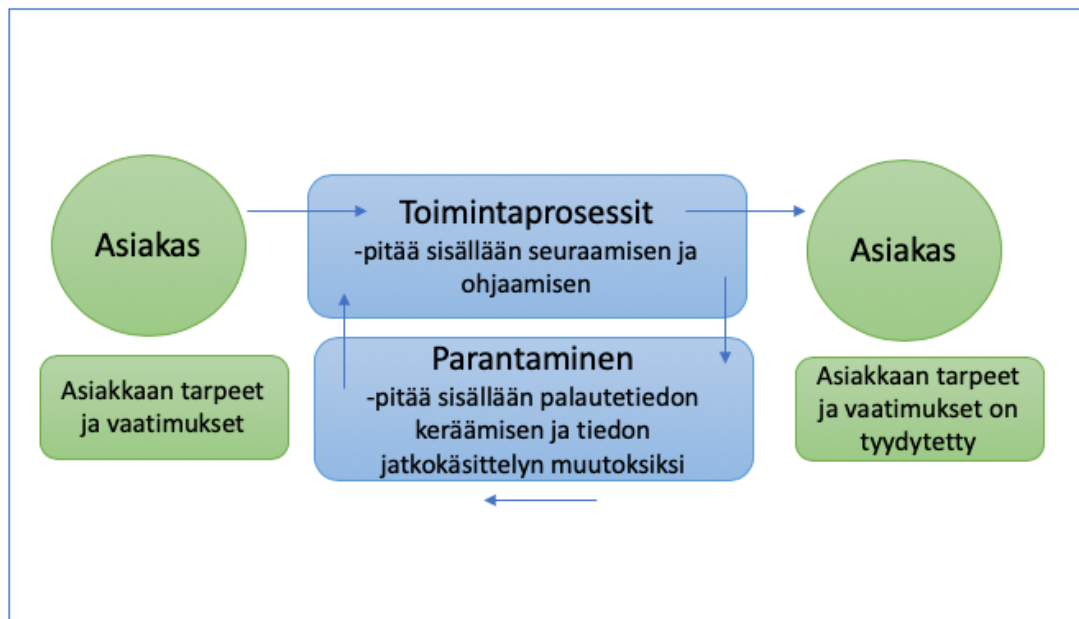
Piilevät laatukustannukset

- Suunnittelu
- Hallinta
- Tuotantoseisakit
- Kasvaneet varastot
- Vähentynyt kapasiteetti
- Toimitusongelmat
- Vähentyneet tilaukset

KUVA 7. Laatukustannusten jäävuorimalli (mukailtu Wood 2013, 7.)

3.3 Laadunhallinta

Laadunhallintajärjestelmä on samanlainen kuin mikä tahansa muukin johtamisjärjestelmä. Järjestelmän tarkoitus on tuottaa tietoa, johon organisaatio voi reagoida laadunparannusmielessä. Erittäin oleellista laadunhallintajärjestelmässä on, että se pitää sisällään takaisinkytkennän asiakkaan näkökulmasta siitä, onko tuotelaadussa tapahtunut parannusta. Kuviossa 2 on kuvailtu toimintaprosessit ja parantaminen, jotka molemmat tulee sisältyä laadunhallintajärjestelmään. (Pesonen 2007, 50-51.)



KUVIO 2. Kuva laadunhallintajärjestelmästä (mukailtu Pesonen 2007, 51.)

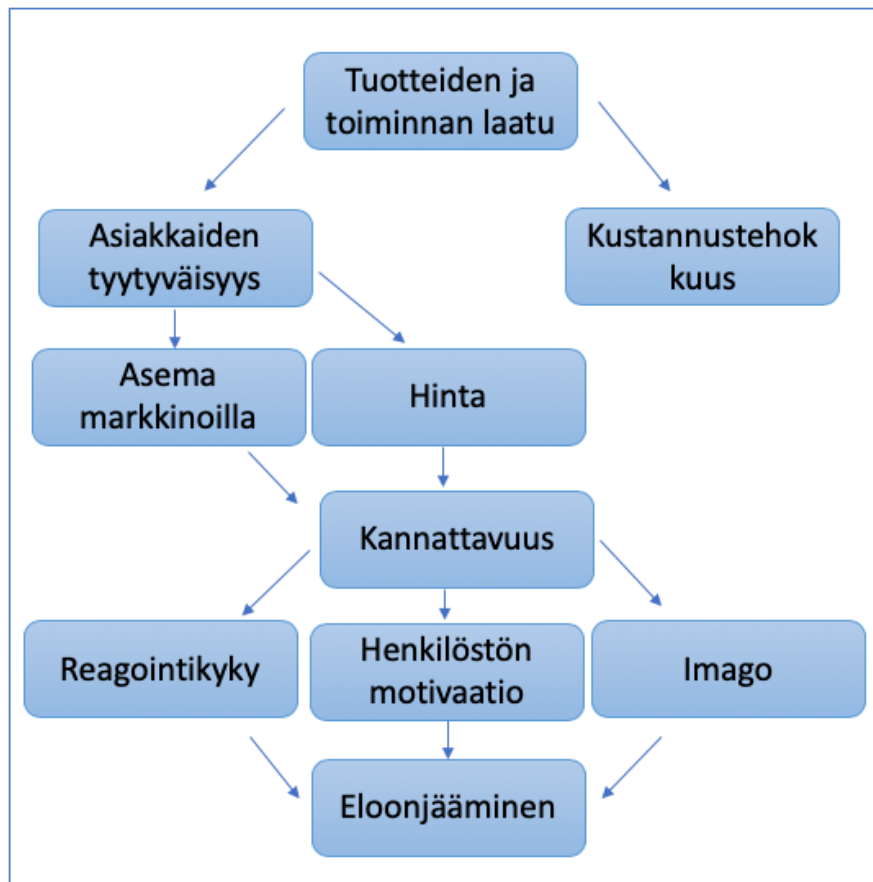
Toimivassa laadunhallintajärjestelmässä toiminnasta kerätään tietoa, jonka jälkeen kerätty tieto analysoidaan. Analysoidun tiedon pohjalta tehdään johtopäätöksiä. Johtopäätösten pohjalta siirrytään päätöksiin; päätös voi olla toimenpide tai se, että ei tehdä mitään. Lopuksi päätökset toteutetaan ja seuraavalla kierroksella katsotaan, saavutettiinko toteutetuilla muutoksilla haluttu tulos. (Pesonen 2007, 50-51.)

3.4 Laadun merkitys yritykselle

Ei ole sattumaa, että monet japanilaiset yritykset ovat saavuttaneet suurta menestystä teollisuuden eri aloilla. Japanilaiset ymmärsivät jo varhaisessa vaiheessa, että laadun pitää lähteä asiakkaan tarpeista. (Bergman & Klefsjö 1994, 15.)

Hyvä tuotteiden- ja toiminnanlaatu merkitsee tuotteiden virheettömyyttä ja alhaisia laadukustannuksia. Näiden seurauksena yrityksestä tulee kustannustehokkaampi, mikä parantaa yrityksen kannattavuutta ja katetta. Laadukkaita tuotteita valmistavan yrityksen asiakkaat pysyvät tyytyväisinä ja uskollisena yritykselle, mikä tuottaa yritykselle lisää tilauksia ja parantaa yrityksen asemaa markki-

noilla. Tyytyväiset asiakkaat levittävät myös positiivista sanomaa muille asiakkaille, joka myös omalta osaltaan mahdollistaa lisätilausten syntymisen. Hyvän laadun ansiosta yrityksellä on paremmat mahdollisuudet hinnoitella omat tuotteensa, joka osaltaan parantaa kannattavuutta. Yrityksen ollessa kannattava, on henkilöstöllä parempi motivaatio työskennellä, kun ei tarvitse pelätä työpaikan puolesta. Nämä kaikki tekijät yhdessä lisäävät yrityksen mahdollisuuksia selvitä kilpailussa muita yrityksiä vastaan. Kuviossa 3 on kuvailtuna edellä mainitut seikat yrityksen toiminnan kannalta. (Lecklin 2002, 25-27.)



KUVIO 3. Laadun merkitys yritykselle (mukailtu Lecklin 2002, 26.)

3.5 Luotettavuus

Tuotteen luotettavuus määräytyy pääsääntöisesti tuotteen elinkaaren varhaisessa vaiheessa tehdyillä päätöksillä. Näitä päätöksiä tehdään niin tuotesuunnittelussa kuin tuotekehityksessä. Esimerkiksi komponenttivalinnat vaikuttavat tuotteen luotettavuuteen sen elinkaaren myöhäisemmässä vaiheessa. Jos tuotteen

suunnittelussa ei oteta luotettavuustekijöitä huomioon, on sillä suuri vaikutus esimerkiksi tuotteen myynnin kannalta myöhäisemmässä vaiheessa. Laatudata, jota saadaan kentältä, on äärimmäisen tärkeää, jotta voidaan määrittää tuotteen todellinen luotettavuus. Data pitää sisällään yksityiskohtaista tietoa vikaantumista. Jos todellinen luotettavuus on alempi kuin suunniteltu luotettavuus, on valmistajan selvitettävä, mistä tämä johtuu. Syitä voi olla esimerkiksi materiaaleissa, varastoinnissa tai vaikka tuotannossa. Kun syy on selvitetty, voidaan miettiä, mitä korjaavia toimenpiteitä tuotteen valmistuksessa voidaan tehdä, jotta sen luotettavuus vastaisi suunniteltua luotettavuutta. Yrityksen laatuorganisaatio on tärkeässä roolissa, kun mietitään ja toteutetaan korjaavia toimenpiteitä. (Blischke, Karim & Murthy 2011, 8-9.)

3.6 Hajoamissyöt

Vikaantumismekanismien tunnistaminen ja ymmärtäminen voi auttaa takuudatan perusteella saadun tiedon jatkojalostamista. Blischen (2011, 36.) mukaan viat voidaan luokitella kuuteen eri luokkaan niiden hajoamissyyn perusteella. Nämä luokitukset ovat:

- Suunnitteluvirhe: puutteellisesta suunnittelusta johtuva virhe
- Heikkous: virhe johtuu järjestelmän, esimerkiksi laitteen heikkoudesta
- Valmistusvirhe: tuotetta ei ole valmistettu vaatimusten mukaisesti
- Ikääntymishäiriö: laitteen iästä johtuva virhe
- Väärinkäyttövirhe: järjestelmän väärinkäytöstä johtuva virhe esimerkiksi käyttö ympäristöissä, johon laitetta ei ole suunniteltu
- Käsittelyvirhe: esimerkiksi huolto-ohjelman laiminlyönti

4 LAADUNHALLINTA METSOLLA

4.1 Suunnittelulaatu

Metson suunnittelu mahdollistaa korkealaatuisten laitteiden valmistuksen murskaus- ja seulontaprosesseihin. Tuote on maksimissaan yhtä laadukas kuin mitä se on suunniteltu. Koska Metson tuotteet edustavat korkeaa teknologiaa, on suunnittelijoiden ja suunnittelun oltava alansa ammattilaisia. Suunnitteluvirheet voivat vaikuttaa koneiden luotettavuuteen siten, ettei asiakas enää jatkossa tilaa tuotteita, vaan vaihtaa kilpailijan valmistamiin tuotteisiin.

Suunnittelu laatii piirustukset ja pääosin kaikki työohjeet, joita tuotanto noudattaa. Näiden ohjeiden avulla pyritään valmistamaan mahdollisimman laadukkaita laitteita kivenmurskaukseen ja seulontaan. Suunnittelu työskentelee läheisesti kaikkien yrityksen muiden organisaatioiden kanssa. Koneiden toimivuuden ja asennettavuuden perusteella eri organisaatiot voivat tehdä suunnitteluun suunnittelu- muutospyynnön eli PR:n (problem report), joka nousee suunnittelun työjonoon. Suunnitteluorganisaatio arvioi, onko muutospyyntö toteutettavissa ja onko se kannattavaa toteuttaa.

Jos esimerkiksi takuudatan perusteella nousee esille, että joku tietty komponentti ei kestä käytössä, on laatuorganisaation tehtävä suunnitteluun PR, jonka perusteella suunnittelu voi muuttaa kyseistä komponenttia laitteessa. Suunnittelulla on suuri vastuu, kun suunnittelumuutospyyntöjen kriittisyyttä arvioidaan.

4.2 Toimittajalaatu

Tampereen tehdas on pääasiassa kokoonpanotehdas, ja suurin osa komponenteista sekä moduuleista tulee eri toimittajilta. Metsolla on runsaasti eri toimittajia. Toimittajalaatu on suuressa roolissa, kun tarkastellaan Metson tuotteiden laatua. Etenkin laatuorganisaatio ja hankinta tekevät tiivistä yhteistyötä toimittajien kanssa, että toimittajat pystyvät saavuttamaan vaaditun laatutason.

Toimittajien riippuvuus Metson tuesta laadukkaiden tuotteiden valmistukseen voi vaihdella paljonkin riippuen toimittajasta. Metson laatuorganisaatio tukee toimittajia heidän toimintatapojen kehittämisessä siten, että toimittajilla olisi paremmat mahdollisuudet korjata ne kohdat prosesseissaan, jotka aiheuttavat huonoa laatua.

Toimittajien laadunhallintaan kuuluu mm. vierailut toimittajilla, opastus sekä tukeminen. Metson laatuorganisaatio reklamoi toimittajia puutteellisesta laadusta. Reklamaatio voi olla esimerkiksi tuotannossa havaittu puute, virhe komponentissa tai rikkoontunut moduuli Metson lopullisella asiakkaalla. Metson reklamaatio toimittajalle pitää sisällään liitteen 1 mukaisen 5D -raportin. Toimittajan täyttämä osuus 5D -raportissa pitää sisällään viisi kohtaa:

1. Toimittajan laatuorganisaation vastuuhenkilön
2. Toimittajan hyväksynnän viasta
3. a) Metson tehtaalla välittömästi tehtävät korjaukset
b) Toimittajan tekemät välittömät korjaukset
4. Toimittajan selvittämä juurisyyanalyysi vian aiheutumisesta
5. Suunnitelma korjaavista toimenpiteistä virheen välttämiseksi tulevaisuudessa

Parhaimmissa tapauksissa toimittajien suorittamilla korjaavilla toimenpiteillä sama virhe ei toistu enää tulevaisuudessa. Monesti toimittajat ovat oman alansa asiantuntijoita ja he ymmärtävät komponentin hajoamismekanismien parhaiten. Joissakin tapauksissa on myös hyvä käyttää kolmansia osapuolia virheiden analysointiin. Tärkeintä on saada levitettyä tietoa mahdollisimman nopeasti, jotta korjaavat toimenpiteet saadaan implementoitua nopeasti. Mitä nopeammin vialliset komponentit löydetään ja korjaavat toimenpiteet saadaan tehtyä, sitä pienemmäksi potentiaalisten vikaantuvien komponenttien populaatio saadaan rajattua.

4.3 Valmistuslaatu

Metson Tampereen tehtaan tuotanto pitää sisällään logistiikka- ja varasto-organisaation, omat valmistuslinjat murskaimille, LT:ille ja ST:ille. Toimittajien moduulit ja komponentit varastoidaan Metson varasto-organisaation toimesta. Esimerkiksi sähkökomponenttien ja moduuleiden varastointivaatimukset ovat hyvin tiukat, koska vääränlainen varastointi saattaa johtaa tuotteiden vaurioitumiseen jo ennen kuin lopullista kokoonpanoa on ehditty tehdä. Sähkökomponentit tulee aina varastoida sisätiloihin suojassa säävaihteluiden aiheuttamalta hapettumiselta tai korroosiolta.

Tuotannon valmistuslinjat vastaavat valmistuksesta ja siitä, että koneet kokoonpannaan kuvien sekä ohjeiden mukaisesti. Laatuorganisaatio tukee valmistusorganisaatiota esimerkiksi raportoimalla poikkeamista toimittajille. Koekäyttö on valmistuksessa se vaihe, jossa varmistetaan koneiden toiminta, ennen kuin kone pakataan ja toimitetaan asiakkaalle. Koekäyttövaiheessa koneen anturoinnit ym. säädetään kohdilleen siten, että kun kone saapuu asiakkaalle, on se välittömästi toimintavalmiina. Koekäytössä on vielä mahdollista saada kiinni virheitä, jotka aiheuttaisivat ongelmia asiakkaalla, kuten esim. vialliset sähkökomponentit ja löysät johtoliitokset. Koekäyttö ei kuitenkaan täysin vastaa täydellistä tilannetta siitä, kun kone on täydessä toiminnassa, sillä koekäyttö suoritetaan ilman kiviainesta. Tästä johtuen kone ei ole vielä täyden kuormituksen alaisena. Kone joutuu siis ensimmäisen kerran todelliseen testiin vasta asiakkaalla, jolloin kivenmurskauslaitokseen syötetään kiviainesta.

5 SÄHKÖIHIN JA AUTOMAATIOON LIITTYVÄT TAKUUT

5.1 Asiakasreklamaatiot

Lähes kaikki tässä työssä käytetyt takuut ovat liitteen 2 mukaisia CFC-reklamaatioita (customer feedback collection), joista on poimittu tietoa vikaantumista. Takuukannasta reklamaatiot listattiin Excel-ohjelmaan. Esimerkiksi nimiketietoja ja kustannuksia kirjattiin ylös, jotta reklamaatioita voitiin ryhmitellä ja priorisoida. Laatureklamaatiot priorisoitiin asiakastyytyvyyden näkökulmaa peilaten siten, että usein toistuvat tai kustannuksilta suuret reklamaatiot olivat kaikkein kiireisimpiä, ja vaativat nopeita korjaavia toimenpiteitä. Reklamaatioista pyrittiin myös kirjaamaan ylös, onko vikaantuminen johtunut: asennuksesta, koneen väärinkäytöstä tai vaikka komponenttilaadusta. Asiakkaan tekemä CFC-laatureklamaatio pitää sisällään:

- Vikakuvauksen
- Vaurioitumispäivän
- Konemallin ja sarjanumeron
- Asiakkaalle aiheutuneet kustannukset
- Koneen käyttötunnit
- Vikaantuneen komponentin nimikkeen
- Kuvia ennen ja jälkeen korjauksen

Laatuorganisaatio analysoi takuita ja tekee havaintojen pohjalta toimenpiteitä. Analysointi piti sisällään tässä työssä takuiden osalta vikakuvauksen ja reklamaatioinformaation tarkan läpikäynnin ja tutkimista, mistä mahdollinen vikaantuminen voi johtua. Esimerkiksi anturin sisäisissä hajoamisissa tutkittiin kaavioista, mikä voisi aiheuttaa ylijännitteen anturissa ja onko maadoitukset varmasti kunnossa. Lisäksi saatettiin kysyä lisätietoa, onko konetta esimerkiksi hitsattu ennen vaurioitumista tai, onko ennen hajoamista esiintynyt ukonilmaa. Haastavaa takuiden analysoinnista teki se, että takuuanomusten laatu vaihtelee kovin paljon. Vikakuvauksen ja kuvien perusteella pitäisi pystyä määrittämään vikaantumismekanismi, jotta korjaavia toimenpiteitä vikaantumiselle voidaan tehdä.

Monissa tapauksissa lisätietoa vikaantumisesta jouduttiin pyytämään reklamaation tekijältä. Toisinaan tietoa sai helposti lisää, mutta toisinaan lisätietoa ei ollut saatavilla, johtuen esimerkiksi kielimuurista. Työn osalta tärkeitä toimenpiteitä olivat esimerkiksi reklamaatiot toimittajille, PR:t suunnitteluun, viestintä valmistuslinjoille.

Sähkötakeut vaativat monesti todella tarkkaa analysointia. Analysoinnin avulla pystytään osoittamaan esimerkiksi suunnittelulle, miten kriittisestä asiasta on kyse. Yleensä suuria kustannuksia aiheuttava tai usein toistuva virhe pitää saada korjattua mahdollisimman nopeasti, jolloin esimerkiksi kustannusten esiintuominen antaa suunnittelulle impulssin alkaa korjata asiaa välittömästi.

Sähköihin liittyvät takeut voivat johtua huonosta komponenttilaadusta, valmistusprosessiin liittyvästä laadusta tai esimerkiksi koneen virheellisestä käytöstä. Lisäksi sähkökomponentit ovat hyvin herkkiä luonnonilmiöille, kuten esimerkiksi ukonilman aiheuttamalle salamoinnille.

5.2 Tuotelaadun parantamista takuiden perusteella

Tärkeä osa koko laadunparantamista on, että tieto tavoittaa oikeat henkilöt. Laatuorganisaatio on avainasemassa saattamassa tietoa tuotelaadusta niin suunnitteluun, tuotantoon kuin toimittajillekin. Laatuorganisaatio ei yksin pysty parantamaan tuotelaatua, mutta sen tehtävänä on tukea kaikkia muita organisaatioita, että parempi tuotelaatu voitaisiin saavuttaa.

Toimittajayhteistyö

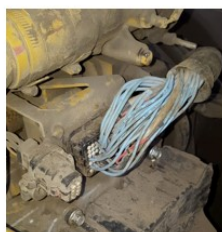
Vikaantuneet sähkökomponentit pyritään saamaan takaisin ja edelleen lähettämään ne toimittajille tarkempaa vika-analyysia varten. Vikaantuneista sähkökomponenteista voidaan ilman tarkempaa vika-analyysia määrittää esimerkiksi, ovatko ne vaurioituneet jonkun ulkoisen tekijän seurauksena, vai onko komponentti vaurioitunut sisäisesti esimerkiksi liian suuren jännitteen seurauksena. Monesti toimittajilla kuten esimerkiksi anturien ja IO-moduulien toimittajilla on tarvittavat välineet ja paras osaaminen vikaantumismekanismin määrittämiseen.

Tuotannon laatuparannukset

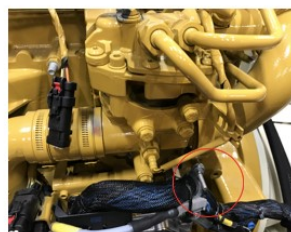
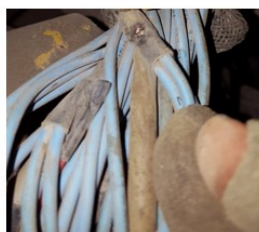
Tuotannon informointi on oleellinen osa laadunparannusta. Asiakasreklamaatioissa olevia kuvia voidaan helposti käyttää hyödyksi tekemällä esimerkiksi tuotannossa oleville infonäytöille kuvan 8 kaltaisia tiedotteita asiakaspäässä tapahtuneista vaurioista. Yksittäisille asentajille saadaan näin jaettua tehokkaasti tietoa asiakkailta tapahtuneista vaurioista.

RESTRICTED

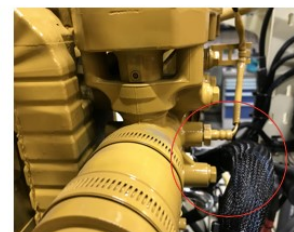
LT1213 sn. 79270 hankautunut johtosarja Moottoriliittimen 2X50 johtosarja hankautunut ruuvia vasten



Hankauksesta vaurioitunut johtosarja. Johtoja ei ole kiinnitetty mihinkään.



Esimerkki hyvin tehdystä johtosarjan kiinnityksestä. Johdot kiinnitetty letkupidikkeellä



KUVA 8. Esimerkki infonäytön tiedotteesta (Metso 2020)

Infonäytön tiedote pitää yleensä sisällään koneen ja konemallin, jossa virhe on ollut ja korjauksen, miten vastaava virhe voidaan välttää. Nämä tapaukset käydään vielä erikseen tuotannon ja mahdollisesti suunnittelun kanssa läpi, mutta tiedotteen tarkoitus on saada jalkautettua tietoa nopeasti tuotantoon.

Laatuneuvostot ja suunnittelun informoiminen

Laatuneuvostot ovat tapaamisia, joissa tuotehallinta, suunnittelu ja laatuorganisaatio käyvät yhdessä läpi reklamaatioita. Sähköille ja automaatiolle on erikseen syksyllä 2019 aloitettu oma laatuneuvosto, jossa reklamaatiot käydään yksitellen läpi. Laatuneuvostojen tarkoituksena on jakaa tietoa vaurioista ja saada

aikaan nopeita korjaavia toimenpiteitä. Reklamaatioiden tarkka analysointi ennen laatuneuvoston kokoontumista edesauttaa merkittävästi, kun neuvostoissa mietitään korjaavia toimenpiteitä laatuvirheille.

Nopeat korjausliikkeet tuotannossa

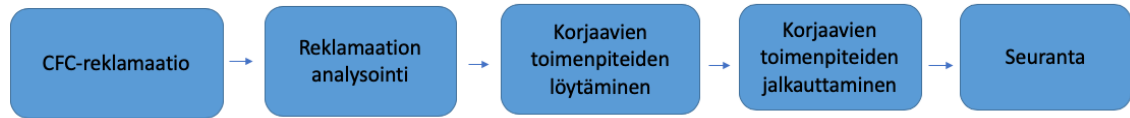
Reklamaatioiden perusteella voidaan tuotannossa ottaa käyttöön nopeita korjaavia toimia, mitkä eivät vaadi sen suurempaa suunnittelutyötä välittömästi, kun tämä huomataan aiheelliseksi. Tällaisia korjaustoimenpiteitä voivat olla esimerkiksi johtoreititysten muuttaminen tai lisäsuojaus johtosarjoille.

Tuotantoon voidaan hankkia myös nopeasti uusia erikoistyökaluja, mikäli jokin asennusvaihe sellaista vaatii. Monesti pienilläkin tuotantoprosessin parannuksilla voidaan välttää uusien ongelmien syntyminen asiakkailla.

6 SAAVUTETTUJA LAATUPARANNUKSIA

Tässä kappaleessa on esitelty tapauksia, joissa tuotelaatua on saatu parannettua tämän työn aikana reklamaatioihin perustuvan datan avulla. Joskus parannusprosessi voi viedä aikaa, eikä parannus näy välittömästi, vaikka korjaavat toimenpiteet laadun osalta olisikin tehty. Tämä johtuu esimerkiksi siitä, että muutosten läpimeno vaatii aina aikaa, koska tuotemuutokset ovat pitkiä ketjuja, vaikka niitä pyritäänkin aina nopeuttamaan kriittisten tuotepäivitysten kohdalla.

Parannusprosessissa liikkeelle lähdettiin tutustumalla reklamaatioon. Reklamaatioiden laatu vaihteli paljon, jonka vuoksi monessa tapauksessa jouduttiin kysymään lisätietoa reklamaation laatijalta, joka oli tässä tapauksessa Metson asiakas tai jakelija. Kaikkien sähköihin ja automaatioon liittyvien reklamaatioiden tiedot kerättiin Excel-taulukkoon. Kun reklamaatiotiedot saatiin kerättyä, alettiin tutkimaan, onko reklamaatioilla yhteneväisyyksiä, ja millä keinoin asioita voidaan parantaa, että vastaavia vaurioita ei tulevaisuudessa tulisi enää vastaan. Esimerkiksi nimiketiedon perusteella pystyttiin haarukoimaan usein toistuvat laatuvirheet murskauslaitoksissa, jotka vaativat nopeita korjaavia toimenpiteitä. Työssä käytettyjä toimenpiteitä olivat: reklamaatiot, uudet työkalut, PR:t, lisäsuojaukset ja esimerkiksi paremmat reititykset kaapeleille, joiden avulla lopulta syntyi korjaavia toimenpiteitä laatuvirheille. Tärkeä osa työn toimenpiteitä oli vielä korjaavien toimenpiteiden seuranta, joka oli kuitenkin hyvin haastavaa, koska palaute tehdyn korjaavan toimenpiteen vaikuttavuudesta on pitkä, joutuksen muutoksen läpimenoajasta, jonka lisäksi koneen pitää käydä kohtalainen aika, että nähdään, onko muutos todella ollut onnistunut. Kuviosta 4 nähdään, miten sähköihin ja automaatioon liittyviä takuita prosessoitiin, jotta reklamaatioista saatua tietoa voitiin jalostaa tuotelaadun parantamiseksi murskauslaitoksissa.



KUVIO 4. Yksittäisen reklamaation prosessointi korjaavaksi toimenpiteeksi

Oli myös täysin riippuvaista reklamaatiosta, kuinka kauan yksittäisen reklamaation muuttaminen korjaavaksi toimenpiteeksi kesti. Joissakin tapauksissa viikaantumismekanismi on helposti selvitetävissä, ja korjaava toimenpide voitiin näin jalkauttaa nopeallakin aikataululla. Esimerkiksi virheellinen johtosarjan kiinnitys voitiin korjata nopeasti ohjeistamalla tuotantoa. Joissakin tapauksissa viikaantumismekanismeja ei pystytty selvittämään ja näin korjaavaa toimenpidettä oli lähes mahdotonta tehdä. Tällaisia tapauksia olivat esimerkiksi joidenkin antureiden sisäiset vauriot.

6.1 Kaapeleiden reitityksen ja suojausten parantaminen

Analysoidusta takuutiedosta nousi esille tapauksia, joissa johtimien eristeet olivat hankautuneet hajalle, aiheuttaen oikosulkuja. Lisäksi murskauslaitoksissa oli havaittu tiedonsiirtoon liittyviä ongelmia, joiden epäiltiin johtuvan joissakin tapauksissa väyläkaapelin liian tiukasta taittamisesta

Kaapeleiden reititys, kiinnitys ja suojaus on monesti kiinni sähköasentajan kädenjäljestä ja ammattitaidosta. Kokenut asentaja osaa ottaa huomioon koneen luonnollisen toimintaympäristön, kun taas vähemmän kokenut asentaja ei välttämättä osaa huomioida asennusvaiheessa kaikkia niitä seikkoja, jotka vaikuttavat koneen luotettavuuteen ja käytettävyyteen laatumielessä. Tästä syystä olisikin todella tärkeää, että sähköjohtojen asennuksesta olisi olemassa mahdollisimman yksityiskohtaiset ohjeet, joiden perusteella jokaisen koneen reititykset riippumatta tekijästä olisi tehty samalla tavalla hyvää asennustapaa noudattaen.

Korjaavia toimenpiteitä kaapeleiden reitityksiin, kiinnityksiin ja suojauksiin tehtiin monella eri tavalla. Toimenpiteitä olivat esimerkiksi joidenkin kannakkeiden suunnittelumuutospyynnöt, joissa kannakkeita muutetaan siten, ettei kaapelia pysty taittamaan liian tiukalle säteelle. Lisäksi tuotantoon jaettiin yksityiskohtaista tietoa kaapelivaurioista niissä tapauksissa, joissa oli selvää, että paremmalla reitityksellä tai kiinnityksellä vaurio olisi ollut vältettävissä. Seuraavaksi on esiteltynä tapaus, jossa kaapelin suojausta parannettiin takuutapausten välttämiseksi. Tämä on hyvä esimerkki siitä, miten tekemällä nopeita parannuksia tuotannossa, voidaan tuotelaatua parantaa oleellisesti.

Johtosarjan laatuongelmat

Murskauslaitoksissa usein toistuvaksi ongelmaksi takuiden perusteella nousi tietty johtosarja. Johtosarjan ongelmana on, että se on standardimittainen, joka rajoittaa sen reitittämistä monessa konemallissa. Lisäksi johtosarja on rakenteeltaan sellainen, ettei se kestä hankautumista mitään rakenteita vasten kovinkaan hyvin, koska johtimien ympärille valettu suojaalmikko on materiaalina kovaa, joka kuluu puhki rakenteita vasten melko nopeasti, jos kiinnitys tai suojaus on puutteellista. Korjaavia toimenpiteitä kyseiselle johtosarjalle oli keksittävä pikaisesti, koska kaapelin vaurioituessa koko murskauslaitos menee toimintakyvyttömäksi.

Johtosarjan laadunparantaminen

Johtosarjavaurioiden välttämiseksi tuotannolle viestittiin infonäytön tiedotteilla, että kyseisiä johtosarjoja on vaurioitunut asiakkailta, ja että johtosarjojen reitityksessä ja kiinnityksessä on oltava äärimmäisen tarkkana lisävaurioiden välttämiseksi. Tämä toimenpide katsottiin kuitenkin riittämättömäksi, joten seuraavaksi alettiin tutkimaan, voidaanko kaapeleita reitittää eri tavalla, tai onko mahdollista käyttää jotain lisäsuojasta.

Johtosarjan reititykselle ei ollut sen standardimitan takia tehtävissä mitään, joten ainoaksi vaihtoehdoksi jäi etsiä sopivaa lisäsuojasta johtosarjalle. Kun sopiva suojasukka kaapelin lisäsuojaukseen oli löydetty, tilattiin sitä välittömästi paikalliselta toimittajalta, jotta ensimmäiset protosuojaukset voitiin tehdä. Tuotannossa

suoritettiin ensimmäiset lisäsuojaukset, jonka jälkeen yhdessä huollon, suunnittelun ja tuotehallinnan kanssa suojaus katselmoitiin ja todettiin toimivaksi sekä riittäväksi ratkaisuksi lisävaurioiden välttämiseksi. Tuotantoa ohjeistettiin tilaamaan lisää suojasukkaa ja lisäämään sitä jokaiseen koneeseen kyseisestä ajankohdasta eteenpäin. Aiheesta tehtiin lisäksi PR, jossa jokaisen koneen rakentamiseen pyydettiin lisäämään suojasukkaa. Suojauksen lisäyksen jälkeen asiakkailta on tullut positiivista palautetta suojauksesta, eikä suojatuissa kaapeleissa ole ainakaan toistaiseksi ollut ulkoisista vaurioista johtuvia ongelmia. Tämän ongelman seuranta jatkuu edelleen ja tarvittaessa muutoksia tehdään lisää.

6.2 Toimittajayhteistyö

Analysoidusta datasta nousi esiin myös tiettyjen sähkökomponenttien hajoaminen. Näissä tapauksissa vikaantumismekanismien selvittäminen vaati monesti sitä, että kyseinen komponentti saatiin takaisin asiakkaalta tutkittavaksi. Sähkökomponentteja ei ollut aikaisemmin pyydetty yhtä laajasti takaisin lisätutkimuksia varten, joten komponenttien takaisinpyynti suurissa määrin oli uusi toimintatapa, joka jatkuu edelleen. Takaisin saaduista komponenteista löydettiin perusteellisemmin syitä hajoamisten takana. Joissain tapauksissa pystyi heti komponentin nähdessään arvioimaan, että jokin ulkoinen voima, kuten irtokivi on vaurioittanut komponenttia. Näissä tapauksissa oli hyvä tutkia koneen rakennetta tarkemmin, jotta voitiin arvioida, onko mahdollista suunnitella esimerkiksi jotain lisäsuojauksia vaurioituneelle komponentille.

Toisinaan vaurioiden tutkiminen vaati tarkempia keinoja. Esimerkiksi katkenneen sähkömoottorin akselista pystyttiin laboratoriotesteillä arvioimaan, mistä akselivaurio mahdollisesti johtuu. Metso ei ole tällaisten tutkimusten asiantuntija, joten monesti onkin tarpeellista ja viisasta käyttää kolmannen osapuolen palveluita hyödyksi tutkittaessa vikaantumisen syitä. Joissakin tapauksissa itse komponentti- tai laitevalmistaja on itse paras asiantuntija arvioimaan vikaantumisen syitä. Riskinä tässä kuitenkin on, että vaurioita ei haluta myöntää niiltä osin, miten ne liittyvät valmistajan omiin toimiin, vaikka kaikkien kannalta olisi hyödyllisintä myöntää mahdolliset virheet.

Vaurioituneita komponentteja saatiin takaisin asiakkailta, vaikka joissakin tapauksissa asiakkaat olivat jo ehtineet romuttamaan komponentit. Joissakin tapauksissa viallisia komponenteista saatiin arvokasta tietoa, jonka perusteella toimitajat pystyivät parantamaan omien tuotteidensa laatua.

Tiedonsiirtomoduulin satunnaisten häiriöiden vähentäminen on oiva esimerkki siitä, miten yhteistyössä toimittajan kanssa saatiin loistavia tuloksia, ja edelleen parannettua tiedonsiirtomoduulin toimintavarmuutta. Kyseisen moduulin toimittajalla on oma huolto- ja tutkimusorganisaatio, joten heillä oli riittävät resurssit selvittää vikaantuneiden moduulien juurisyyt perusteellisesti. Koska kyseinen moduuli toimii tela-alustaisissa murskaus- ja seulontalaitteissa automaatiojärjestelmän isäntänä, on sen toimivuus erittäin oleellista koneen toiminnan kannalta.

Satunnaiset häiriöt tiedonsiirtomoduulissa

LT:issä ongelmaksi analysoidun takuudatan perusteella nousi myös tiedonsiirtomoduuli, jossa esiintyi satunnaisia toimintahäiriöitä kalvonäppäinten funktioissa. Moduulia operoidaan kalvonäppäimillä ja asiakkaiden mukaan monet murskauslaitokset olivat menneet toimintakyvyttömäksi kalvonäppäinten toimimattomuuden takia. Metsolla vikaantuneita moduuleita on hankalaa tutkia, koska resurssit tällaiseen tutkimukseen ovat rajalliset.

Korjaavat toimenpiteet satunnaisille häiriöille tiedonsiirtomoduuleissa

Koska Metsolla resurssit moduulien vikaantumissyiden tutkimiseen ovat rajalliset, oli laadun tehtävänä saada mahdollisimman monta vikaantunutta yksilöä maailmalta takaisin ja toimittaa ne valmistajalle tarkempaan analyysiin. Tavoitteena oli saada kaikki vialliset moduulit takaisin asiakkaalta, koska vika vaikutti reklamaatioiden perusteella siltä, että se johtuu jostain systemaattisesta viasta kaikissa moduuleissa.

Moduulit onnistuttiin saamaan takaisin Suomeen, jonka jälkeen ne reklamoitiin valmistajalle ja lähetettiin tarkempaan tutkimukseen. Valmistajan tutkimusten perusteella selvisi, että moduulin sisällä oli murtumaa näppäinkalvon liittimen juuressa,

joka aiheutti kalvonäppäinten toimimattomuuden. Valmistaja pystyi vika-analyysin perusteella tekemään parannuksen tuotteeseensa, jossa näppäimistön kaapeliin tehtiin sivuttaissiirto, jolla saatiin piirikorttiliitin kaapelin kanssa samaan linjaan. Lisäksi kaapelin rakennetta muutettiin kestävämmäksi ja se laminoitiin kummaltakin puolen, kun aiemmin vahvikkeena oli vain teippi toisella puolella kaapelia. Lisäksi kaapelin asennustapaa muutettiin, ettei kaapeliin synny enää yhtä jyrkkää taitosta kuin aikaisemmassa versiossa. Näillä parannuksilla tiedonsiirtomodulin vauriot saatiin vähenemään. Toimittajan kanssa yhteistyötä tekemällä saatiin loistavia tuloksia ja entisestään parannettua tiedonsiirtomodulien toimintavarmuutta haastavissa olosuhteissa.

6.3 Anturivaurioiden välttäminen

Anturivaurioita analysoidussa takuudatassa oli useita keskenään erilaisia. Osassa tapauksista oli selvästi ulkoisten voimien aiheuttamia vaurioita tai asennustavasta johtuvia vaurioita, mutta osa vaurioista oli sisäisiä vaurioita, jotka olivat voineet aiheutua salamoinnin tai hitsauksen aiheuttamasta ylijännitteestä, tärinästä tai esimerkiksi suurista lämpötilamuutoksista. Seuraavaksi on esiteltynä yksi asennukseen liittyvä parannus ja yksi koneen rakenteeseen liittyvä parannus, joilla anturivaurioita on pyritty ehkäisemään.

Asennukseen liittyviä ongelmia antureissa

Monissa tapauksissa anturit ovat liitetty järjestelmään M12-liittimellä. Liitin on oikein kiristettynä IP-luokituksestaan 66 – 69, joka tarkoittaa sitä, että liitos soveltuu hyvin pölyisiin ja kosteisiin olosuhteisiin, joissa murskauslaitokset pääosin toimivat. Osassa takuista nousi kuitenkin esiin, että anturit olivat hapettuneet liitoskohdasta, joten liitos ei ollut voinut olla pitävä. Tuotannosta selvitettiin, millä tavalla M12-liitin asennetaan antureihin ja miten liitoksen pitävyys varmistetaan. Tuotannossa ei ollut mitään erityistä ohjetta liittimen asennukselle ja osa asentajista kiinnitti liittimen sormivoimin, jolloin riski liittimen jäämisestä liian löysälle on olemassa, osan käyttäessä siirtoleukapihtejä, jolloin liitin kiristyy mahdollisesti liian kireälle ja menettää tiivistysominaisuutensa. Suunnittelusta kysyttiin, onko heillä

olemassa jotain ohjetta, liittimen kiristämiseksi, mutta heilläkään ei ollut tarjota mitään tarkempaa ohjeistusta.

Asennukseen liittyvien ongelmien korjaavat toimenpiteet

Tarkemmin asiaa selvitettyä kävi ilmi, että M12-liittimille on olemassa oma työkalu, jolla liitin saadaan kiristettyä oikeaan momenttiin, liittimen säilyttäessä sille suunnitellun tiiveyden ja toimivuuden haastavissa olosuhteissa. Liittimen oikea kiristysmomentti on valmistajasta riippuen n. 0,5 – 0,8 Nm, joten siirtoleukapihdeillä kiristettäessä liitin menee helposti liian kireälle. Sopivia työkaluja tilattiin välittömästi ja niiden käyttöä alettiin testata tuotannossa. Kaikille asennuslinjoille sopivia työkaluja ei ollut helppoa löytää, sillä anturit sijaitsevat monesti paikoissa, joihin kiristystyökalua on hankalaa saada sovitettua. Kiristystyökalut ovat tällä hetkellä testikäytössä ja asentajien kokemukset työkaluista ovat olleet positiivisia. Seurannan kannalta ajatuksena on ollut, että työkalulla kiristetyt liitokset merkitään selvästi, jotta voidaan vaurioitilanteessa nähdä, onko kyseinen liitos kiristetty asennukseen soveltuvalla työkalulla vai ilman työkalua.

Ulkoisten voimien aiheuttamat vauriot antureissa

Osassa anturivaurioita havaittiin selkeästi kiveniskemiä tai muita selkeitä ulkoisten voimien aiheuttamia vaurioita. Kiveniskemiä murskauslaitoksessa on lähes tulkoon mahdotonta välttää ja niitä tulee toisinaan. Kahdessa LT-mallissa havaittiin murskaimen nopeusanturin vaurioita, jotka johtuivat siitä, että anturin kannake oli päässyt löystymään, jolloin anturi oli päässyt liikkumaan ja murskan kiilahihnapyörä oli osunut anturiin vaurioittaen anturia. Ongelma anturin kannakkeessa on, että se pääsee löystymään herkästi, koska se on kiinnitettynä murskaimen käyttöakselin koteloon, joka ei kestä kovaa kiristystä.

Ulkoisten voimien aiheuttamien vaurioiden korjaavat toimenpiteet

Kannakkeesta tehtiin PR, jossa kannaketta muokataan siten, että vaikka se löystyisi käytössä, pysyy kannake silti paikallaan, eikä lähde liikkumaan aiheuttaen

anturin ja murskaimen vauhtipyörän välistä kontaktia. Tässä tapauksessa pienellä suunnittelumuutoksella anturin kannakkeeseen voidaan murskan nopeusanturivauriot välttää jatkossa.

6.4 Seulontalaitosten tuotelaadun parantaminen

ST:t voidaan varustaa joko IC-automaatiolla tai ilman IC-automaatiota, jolloin kyseessä on UNIC-ST. Reklamaatiosta nousi esiin UNIC-mallien akkutakuut ja varsinkin pitkien rahtiyhteyksien päässä olevilta asiakkailta, kuten Uudesta-Seelannista ja Australiasta valituksia akkujen laadusta tuli suhteellisen paljon jo pienillä koneen käyttötunneilla. Joissakin tapauksissa akkujen reklamointiin olevan jo viallisia ennen koneen käyttöönottoa. Joissakin tapauksissa koneet voivat olla pitkään varastoituna asiakkaiden tiloissa ennen käyttöönottoa, jolloin akut tulisi irtottaa koneista ja laittaa ylläpitolataukseen.

Ongelmat tela-alustaisten seulontalaitosten akuissa

Syitä akkutakuille alettiin tutkia tarkemmin ja mittausten perusteella selvisi, että UNIC-malleissa akkujen erotuskytkimen ollessa kiinni ja virtalukon ollessa auki, olivat kaikki hätäseisreleen ohjaamat releet vetäneinä ja kokonaisvirrankulutukseksi saatiin mitattua 270 mA, joista suurin virta meni moottorinohjausyksikölle, releiden pitovirtojen ollessa noin 10 – 15 mA. Vuorokautinen kulutettu sähkömäärä näin ollen koneissa oli noin 6,5 Ah, joka viikkoja kestävän laivamatkan aikana mahdollistaa akkujen tyhjenemisen täysin. Koneen käyttömanuaalissa on ohjeistettu pääkytkimen kääntäminen auki asentoon esimerkiksi pitkien laivamatkojen ajaksi, mutta epäilyksenä oli, että satamahenkilökunta harvemmin koneen käyttömanuaalia lukee.

Korjaavat toimenpiteet tela-alustaisten seulontalaitosten akkuihin

Suunnittelua informoitiin ST:iden akkuihin liittyvistä ongelmista ja suunnittelu ilmoitti, että päivitys kyseiseen piiriin on jo tehty ja piiriin lisätään aikarele, joka

katkaisee hätäseis piirin kelalta syötön, joka poistaa ongelman. Pienellä lisäyksellä sähkökeskukseen voidaan näin ollen koneen käyttäjän tekemä käyttövirhe eliminoida.

Syöttimen vahvistinkorttiin liittyvät takuut

UNIC-mallisissa ST:issä syöttimen proportionaalinen ohjaus on toteutettu erillisen vahvistinkortin avulla, jonka ohjauksella tavallisen suuntaventtiilin karan liikettä saadaan säädettyä proportionaalisesti, joka vaikuttaa syöttimen nopeuteen. Syöttimen nopeuden säätö on seulontaprosessissa oleellista, jotta voidaan saavuttaa optimaalinen materiaalin syöttönopeus, riippuen seulontaprosessista.

Ongelmat syöttimen vahvistinkortissa

Syöttimen vahvistinkortin rakenne on haastava siinä mielessä, että sama ruuvi, joka kiinnittää ohjauskortin suuntaventtiilin kelaan, toimii myös vahvistinkortin kannen kiinnitysruuvina. Analysoidusta reklamaatiodatasta nousi esille hapettuneita vahvistinkortteja, jotka olivat hajonneet hyvin pienillä käyttötunneilla. Lisäksi joissakin tapauksissa ohjauskortin piirilevy oli palanut, joka indikoi omalta osaltaan siitä, että vahvistinkortin sisään on jostain syystä päässyt kosteutta

Korjaavat toimenpiteet syöttimen vahvistinkortin vaurioiden välttämiseksi

Ensimmäinen korjaava toimenpide oli informoida tuotantoa vaurioituneista vahvistinkorteista. Tuotantoa ohjeistettiin kiinnittämään huolellisuutta kortin kiinnittämisessä suuntaventtiilin kelaan ja siihen, että kortin kansi tiivistyy varmasti kunnolla, eikä taivu kiristettäessä.

Vahvistinkortin datalehteä (liite 3) tutkittaessa selvisi, että valmistaja ohjeistaa käyttämään 3 A:n sulaketta suojaamaan ohjauskortin syöttöä, jonka lisääminen piiriin auttaa myös osaltaan estämään vahvistinkortin palamista.

7 POHDINTA

Laatuorganisaation tehokas toiminta on tärkeä osa menestyvän yrityksen toiminnan kannalta. Laatuorganisaatiossa työskennellessä pääsee näkemään tuotteiden hyvät ja huonot ominaisuudet. Tämän työn tavoitteena oli parantaa Tampereen tehtaalta toimitettujen murskauslaitosten laatua sähköjen osalta, missä onnistuttiin. Työ alkoi sähköihin ja automaatioon liittyvien takuiden tutkimisella, jonka jälkeen takuutietoa kerättiin Excel-taulukkoon. Reklamaatioiden laatu vaihteli kovin paljon, jonka vuoksi monesta tapauksesta jouduttiin kysymään lisätietoa itse reklamaation laatijalta, joka oli tässä tapauksessa Metson asiakas tai jakelija. Datasta poimittiin esimerkiksi nimiketiedon perusteella usein toistuvia virheitä, jotka luokiteltiin kriittisiksi tapauksiksi, joihin korjaavia toimenpiteitä tuli löytää pikaisesti. Työssä käytettyjä toimenpiteitä olivat: toimittajareklamaatiot, PR:t suunnitteluun, nopeat parannukset tuotannossa ja uusien työkalujen implementointi. Kun sopiva korjaava toimenpide laatuvirheelle oli löydetty, oli seuraava vaihe jalkauttaa tämä korjaava toimenpide. Lisäksi korjaavan toimenpiteen vaikutusta reklamaatioihin seurattiin. Seurantavaihe on todella haastava, sillä koko ketjun pituus ensimmäisen komponentin vauriosta varmaan tietoon siitä, että uusista tuotteista ongelmat ovat poissa kestää pitkään. Tämä johtuu esimerkiksi siitä, että pelkästään koneen toimitus tehtaalta asiakkaalle toiselle puolelle maailmaa voi kestää useita kuukausia, jonka jälkeen konetta käytetään asiakkaan toimesta vielä vuosi, ennen kuin saadaan varma tieto siitä, että kone toimii moitteettomasti.

Laatutyö ja laadunparantaminen on jatkuvaa ja pitkäjänteistä työtä, mikä johtuu esimerkiksi siitä, että uusia tuotteita ja eri toimittajia tulee Metsollekin jatkuvasti, jotka osaltaan aiheuttavat uusien laatuvirheiden syntymisen. Uusia toimittajia valitessa on tärkeää, että toimittaja täyttää Metson asettamat laatuvaatimukset. Jos valintakriteereissä mennään halvan hinnan perässä, aiheuttaa se monesti laatuongelmia ja kustannuksia. Yksittäisiä virheitä pitää korjata useita, jotta kokonaisuus selvästi paranee, kun taas toistuvien ongelmien korjaamisella saadaan nopeampaa vaikutusta asiakastytytyvyyteen.

Kehityskohteina paremman laadun saavuttamiseksi olisi esimerkiksi vielä perusteellisempi tuotekehitys ja testaus, joka mahdollistaisi virheiden löytymisen ennen

kuin tuote otetaan sarjavalmistukseen. Aikajanan asiakkaalla löytyneestä laatu-
virheestä suunnitteluparannukseen ja parempaan tuotteeseen tulisi olla lyhempi.
Tässä tapauksessa kaikkien organisaatioiden toiminta tulisi nopeutua. Tällä het-
kellä prosessi kestää laadunparannusmielessä liian kauan, mikä on tyypillistä
suurelle yritykselle, jossa on keskeneräistä tuotantoa, varastossa olevia tuotteita
ja varastossa olevia valmiita koneita. Toki joissakin tapauksissa korjaavat toimen-
piteet voidaan implementoida hyvin nopeasti virheen löydyttyä, mutta tämä edel-
lyttää, että vikaantumismekanismi saadaan selvitettyä täydellä varmuudella, ja
ettei korjaava toimenpide vaadi suunnittelutyötä. Esimerkiksi yksittäisen kaapelin
reititys tietyssä kohtaa konetta voidaan ohjeistaa hyvin nopeasti tuotantolinjoille.

Laatuparannusten tekeminen valmiisiin murskauslaitoksiin on hyvin haastavaa
työtä, koska esimerkiksi sähkökomponenttien osalta käytössä on jo valmiiksi
markkinoiden laadukkaimpia komponentteja, joten on käytettävä muita keinoja
paremman laadun saavuttamiseksi. Jatkoa ajatellen valtaosa toistuvista ongel-
mista on saatu korjattua työn aikana, minkä vuoksi pitää entistä tarkemmin kes-
kittyä yksittäisten haastavien tapausten korjaamiseen, joihin tullaan vielä löytä-
mään ratkaisut.

LÄHTEET

Bergman, B & Klefsjö, B. 1994. Quality from customer needs to customer satisfaction. Lund: Studentlitteratur.

Blische, W.; Karim, M. & Murthy, D.N. 2011. Warranty Data collection & Analysis. Lontoo: Springer London.

Lecklin, O, 2002. Laatu yrityksen menestystekijänä. 4. painos. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Metso Oy. Automation database. Luettu 1.3.2020. https://metso.sharepoint.com/sites/automation_database/ICx00/Forms/AllItems.aspx

Metso Oy. 2019. Metso yrityksenä. Luettu 31.1.2020. <https://www.metso.com/fi/yritys/>

Metso Oy. 2019. Sisäinen tietokanta. Luettu 31.1.2020. <https://metso.sharepoint.com/Pages/Home.aspx>.

Suomen standardoimisliitto SFS ry. 2016. Mitä laatu on? Luettu 17.2.2020. https://www.sfs.fi/ajankohtaista/uutiskirjeet/uutiskirjeet_2016/mita_laatu_on_artikkeli

Sähköturvallisuuden edistämiskeskus Ry. 2020. IP-luokitus. Luettu 14.3.2020. <https://stek.fi/perustietoa-sahkosta/sahkojarjestelmat/ip-luokitus/>

Wood, D.C., 2013. Principles of Quality Costs. 4. painos. Milwaukee: ASQ Quality Press.

LIITTEET

Liite 1. 5D-raporttipohja

1(2)

Metso Quality Notification 5D Report filling form

<u>Title:</u>	Complaint number:
Quality notification creating date:	5D Report filling date:
Supplier:	

Part name:	Metso material number:
Quantity:	Customer:

L

<u>Error description:</u>

2(2)

<p>1. Supplier's resolving team & team leader:</p> <p>Leader:</p> <p>Other members:</p>	<p>2. QN and costs approval:</p> <p>Accepted <input type="checkbox"/> Not accepted <input type="checkbox"/></p> <p>Comment for the issue and part repairing and returning process time schedule:</p>
<p>3a. Immediate measures at Metso:</p>	<p>3b. Immediate measures at supplier:</p>

<p>4. Reasons for the QN and specific root cause analysis for the reasons:</p>
<p>5. Planned corrective action(s) for the root causes:</p>

<p>Supplier's responsible person for this QN and its corrective actions:</p>	<p>Corrective actions effect:</p>
--	-----------------------------------





Customer Feedback Collection (CFC)

Initiated by 14.03.2019
No: 53244

Fields that SU should fill

[Open CWR document](#)

Warranty for Capital Equipment & Parts

Currency NOK

Business Line Aggregates AGG

Subject: *delete* cable-squeeze dieselmotor

Comments on local language

14.03.2019 sj 20324127 - feilkode motor og ad blu system

Customer / Product

CUSTOMER INFORMATION

Customer Name Customer contact
Phone

PRODUCT INFORMATION

Damaged product group Lokotrack LT Series Damaged product name Serial number Date of start up 17.02.2017

Module name Power unit Part name Diesel engine and its equipment (filtration/cooling/silencing) Operating hours 2800 Date of damage 14.03.2019

Main Product group Lokotrack LT Series Product Name Serial number
Origin of delivery Under Warranty

Warranty information of the machine (check if any other agreements exists)

Warranty start date Warranty end date Extended warranty type Extended warranty end date

EPP end date EPP comments

Subject

WARRANTY HANDLING INFORMATION

Initiator's organization and country

Was product sold through distribution?

Pre-Approval				
	Organization	Coordinator	Responsible	Status
Repair <input checked="" type="checkbox"/>	MA AGG Nordics (Norway)			Final
Technical Solution <input checked="" type="checkbox"/> <small>(Corr. actions)</small>	MCA Mobile Solutions (TEC)		SM_Tampere_Quality	In process
Final Approval				
Warranty <input checked="" type="checkbox"/> Accept	AGG Tampere			Closed

Closing comments
Cancelled

Repair process status : Open / Under work / Final
 Corrective actions status : Not taken yet / In process / Done
 Warranty handling status : In preparation / Ready for approval / In evaluation / Fully Approved / Approved Partly / Rejected / Closed

Document control Global

Failure / Corrections

FAILURE

Service Report (Short Failure Description & Reason for Failure)

Actions taken

05.12.2019 Merete L Valen No cost - CFC can be deleted

Attachments (pictures etc.)

CORRECTIONS

Estimated Costs in Euros

Root Cause Description

Failure mode

Corrective actions

Additional comments

Parts

PARTS COSTS



CEPS...

ELECTRICAL SPECIFICATIONS	CAP. IX • 2
OVERALL DIMENSIONS	CAP. IX • 2
FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM	CAP. IX • 3
ELECTRICAL CONNECTIONS	CAP. IX • 3
SETTINGS TOPOGRAPHY	CAP. IX • 3
REFERENCE SIGNAL	CAP. IX • 3

ORDERING CODE

CEP	Electronic amplifier plug-in version
S	Single solenoid control
RS	Symmetrical ramp
*	Max. output current (I _{max}) X = 0.88 Amp Y = 1.76 Amp Z = 2.50 Amp
0	Input reference signal 0 ÷ 10V

*	PWM frequency 2 = 400 Hz (per XP3) 3 = 150 Hz (standard)
00	00 = No variant RW = Electrical circuit protected with silicone paint, for more moisture resistance
2	Serial number

• **CE** registered mark for industrial environment with reference to the electromagnetic compatibility. European norms:
- EN61000-6-2 general safety norm - industrial environment
- EN61000-6-4 emission general norm - residential environment

• Product in accordance with **RoHS** 2011/65/UE Europe Directive.

CEPS.. ELECTRONIC AMPLIFIER PLUG VERSION FOR SINGLE SOLENOID PROPORTIONAL VALVE.

The electronic amplifier Plug version was designed in compliance with EN 175301-803 (ex DIN43650), for direct mounting on the valve solenoid. The CEPS can be used with proportional valves XD*A..., XDP*A..., XP3..., XQP*..., CXQ3...

The output stage operates on the pulse width modulation principle (P.W.M.) and is provided with current feedback in order to obtain a solenoid output current proportional to the reference input signal.

Gain, minimum current and rise and fall ramp time adjustments are possible through the corresponding potentiometers fitted on top side of the card, and can be accessed by slackening the relative screw and opening the cover of the connector. While the output current to the solenoid can be measured via the Valve Current test points.

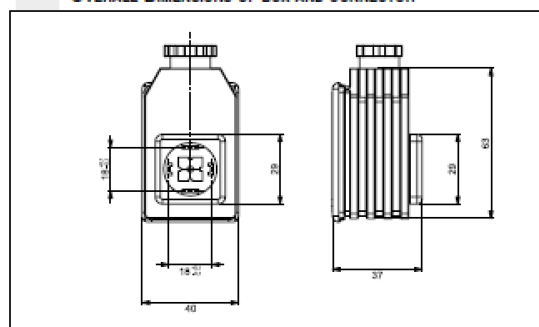
SERIE 2, has the diode reverse polarity protection inside on the power line.

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Power supply	12VDC ÷ 24VDC
Peak supply	40VDC
Minimum power supply	10.5VDC
Required power	30W
Type of protection	IP65
Output current	I _{max} = 0.88Amp
All range values are come from the ordering code	I _{max} = 1.76Amp I _{max} = 2.50Amp
External reference potentiometer	+10V, I _{max} = 5mA
Input signal reference	0 ÷ 10V
I minimum adjustment	0 ÷ 50% of I _{max}
Gain adjustment	30% ÷ 100% of I _{max}
Ramp time adjustment	0 ÷ 10 secondi

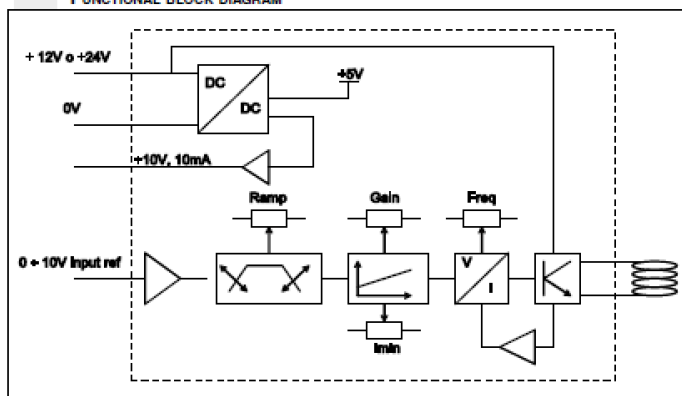
Operating Ambient temperature	-10C° ÷ +70°C
Current test point	1V = 1Amp
Weight	Kg. 0, 250

OVERALL DIMENSIONS OF BOX AND CONNECTOR

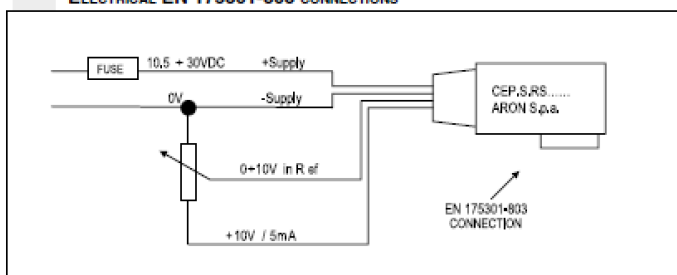


CEPS.. ELECTRONIC AMPLIFIER PLUG VERSION

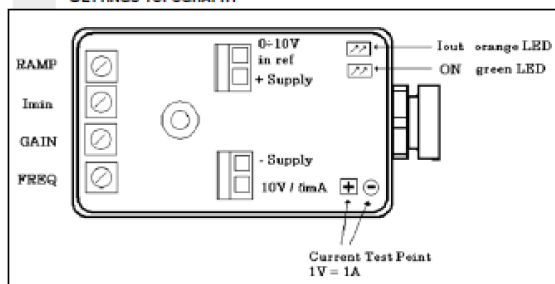
FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



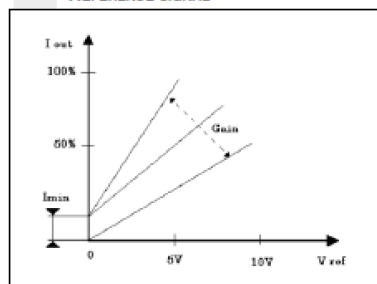
ELECTRICAL EN 175301-803 CONNECTIONS



SETTINGS TOPOGRAPHY



REFERENCE SIGNAL



POWER SUPPLY AND ELECTRICAL CONNECTIONS

The power supply voltage must be rectified and filtered, with a capacitor 4700 uF minimum. **Protect the power supply circuit with a 3 A fuse. Respect the polarity supply.** Use the cabling wire with 0.75 mm² or 1.0 mm² section. In order to facilitate the operation of wires connection, extract the card from the enclosure, introduce the wires through the gland-nut, connect the wires to the clips and finally to lodge the card to the inside of the connector.

Installation and settings, see instruction manual (code P35160008) supplied with the product.