



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Jaakko Riuttamäki

Luovutusprosessin kehittäminen tuotannon ja kunnossapidon välille

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikka

Insinöörityö

11.3.2019

Tekijä	Jaakko Riuttamäki
Otsikko	Luovutusprosessin kehittäminen tuotannon ja kunnossapidon välille
Sivumäärä	32 sivua
Aika	11.3.2019
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Konetekniikka
Ammatillinen pääaine	Valmistus- ja tuotantotekniikka
Ohjaajat	Lehtori Markku Saarnio Laatu- ja ympäristöpäällikkö Sara Wallinmaa
<p>Insinööritötehtiin KONE Hissit Oy:lle. Tavoitteena oli selvittää yrityksen kunnossapitoluovutusprosessin tehokkuutta ja läpimenoa sekä varmistua laadunhallinnan tasosta. Tarpeelliseksi tutkimuksen teki se, että yrityksenä KONE Hissit Oy keskittää resursseja laadunhallintaan, ja osana tätä haluaa varmistua siitä, että yrityksen sisällä olevat prosessit ovat kunnossa sekä laadullisesti että mitoituksiltaan.</p> <p>Tehtävänä oli analysoida luovutusprosessien optimaalisuutta, sekä vertailla tutkimushavaintoja luovutuksien jälkeiseen aikaan. Tämä suoritettiin käytännössä tutkimalla tuotantotiimien työskentelystä kertynyttä dataa, sekä vertailemalla tätä kunnossapitotiimien työstä kerättyyn dataan. Työssä tutkittavaksi kerätty data koostui pääasiassa tuotteiden jälkikäytön aiheuttamista vikatyypeistä. Datan analysoinnissa otettiin vaikutteita Tilastollisesta laadunvalvonnasta (SPC), ja työssä myös arvioitiin sen filosofoiden käyttömahdollisuuksia.</p> <p>Työn tuloksena kehitettiin työkalu, jonka avulla on mahdollista etsiä tiedon joukosta poikkeamia.</p>	
Avainsanat	Kunnossapito, laatu, vika, luovutusprosessi

Author	Jaakko Riuttamäki
Title	Development of the Transfer Process Between Production and Maintenance
Number of Pages	32 pages
Date	11 March 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical and Production Engineering
Professional Major	Production Engineering
Instructors	Markku Saarnio, Senior Lecturer Sara Wallinmaa, Quality and Environmental Manager
<p>The Bachelor's thesis examines the transfer process between the production and maintenance phases. The thesis was assigned by KONE Hissit Ltd. The objective was to analyze the optimum implementation of the transfer processes, to discover possible challenges and to compare the findings with the post-transfer period. This was done in practice by examining the data collected from the work of the production teams, and comparing this data to the data collected from the work of the maintenance teams.</p> <p>It was discovered that the collected information could be utilized in order to facilitate and ease the duties of the employees working with the handover processes. The data collected for the thesis consisted mainly of fault types caused by the after-use of the products, as well as the search for root causes. In the Bachelor's thesis, the data analysis was influenced by the Statistical Quality Control (SPC), and the possibilities of using statistical methods were evaluated.</p> <p>In conclusion, thesis was a study of the efficiency, throughput and the assurance of the level of quality management in the transfer process. This study was conducted because, as a company, KONE Hissit Ltd concentrates resources on quality management, and it is important to ensure that the processes inside the company meet the required high quality standards.</p>	
Keywords	Maintenance, quality, fault

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Yrityksen esittely	2
3	Tuotanto	3
3.1	Prosessi	3
3.2	7+1 hukkaa	3
4	Kunnossapito	6
4.1	Kunnossapidon määrittelyä	6
4.2	Huolto	9
4.3	Tuotanto-omaisuus	10
4.4	Sukupolvet	13
5	Viat	14
5.1	Määrittelyä	14
5.2	Vikojen luokittelu	15
6	Tilastollinen laadunvalvonta (SPC)	16
6.1	Taustaa	16
6.2	Historiaa	17
6.3	Valvontakorttien jaottelu käyttökohteittain	18
6.4	Valvontakortit	20
7	Datan käsittely	22
7.1	Työn aloittaminen ja taustat	22
7.2	Tiedon analysointi	24
7.3	Tarkastushuomautukset	25
7.4	Vikojen jakautuminen	25
7.5	Analyysin jatkaminen	28
7.6	Valvonnan työkalu	29
8	Yhteenveto	30

1 Johdanto

Tämän insinööriyön tavoitteena oli selvittää työn tilanne yrityksen kunnossaluvutusprosessin tehokkuutta ja läpimenoa laadunhallinnan tason varmistukseksi. KONE Hissit Oy valmistaa hissejä ja liukuportaita, automaattioivia, sekä näiden kunnossapitoon liittyviä palveluita ollen alan yksi markkinajohtajista. Yritys käyttää runsaasti resursseja taatakseen tuotteiden käyttäjille, sekä omistajille parhaimman mahdollisen käyttäjäkokemuksen tuotteista laadullisesti, sekä kokemuksellisesti. Kaupunkien urbanisoituminen yhdistettynä esteettömään kulkuun synnyttävät tarpeita uusille palveluille, joiden teknisen toteutuksen nykyinen teknologia mahdollistaa. Työssä käydään läpi esimerkiksi kunnossapidon eri sukupolvia, joista viimeisin mahdollistaa uusien palveluiden tuottamisen laitteiden käyttäjille.

Laatu on ominaisuus, joka tarkoittaa tuotteen, palvelun tai näihin rinnastettavan asian kykyä suoriutua sille asetetuista tehtävistä koko sen elinkaaren ajan säilyttäen turvalliset ja laadukkaat ominaisuutensa. Laadusta sekä sen parantamisesta on tullut vuosien saatossa merkittävä kilpailun strateginen väline, jolla on suorat vaikutukset asiakkaiden käyttäjäkokemukseen, laitteiden käyttöikäen, sekä laitteiden turvallisuuteen. Laadukkaasti toimiva toimitusketju alihankkijoista valmiiseen tuotteeseen näkyy käyttäjälle käyttäjäystävällisenä ja ennen kaikkea tyylikkäänä tuotteena. Laatu tarkoittaa tuotteen laadun ohessa myös sitä, että prosessit ovat laadukkaita ja hyvin suunniteltuja. Nämä ovat asiakkaalle näkymättömiä asioita, mutta niiden olemassaolo on nähtävillä valmiista tuotteesta.

Tilastollinen laadunvalvonta (SPC) on mittaamiseen ja tilastotieteeseen perustuva prosessihallinnan menetelmä, jolla varmistetaan laadukas prosessin kulku. Tilastollinen laadunvalvonta on mahdollisuus ennakoida poikkeamia ja oppia prosessista sekä sen poikkeamista asioita, jotka saattaisivat jäädä huomaamatta ilman tilastollista laadunvalvontaa. Poikkeamat saattavat olla niin pieniä, ettei niitä ole mahdollista huomata ilman tietoteknistä valvontaa. Tämä menetelmä on kehitetty valmistusprosessin ja suunnittelun poikkeamien tutkimiseen, jota tämä insinööriyö mukailee tutkiessaan kenttätöiden laatua yhdistellen tilastollisen laadunvalvonnan teorioita.

2 Yrityksen esittely

Yritys perustettiin Helsingissä vuonna 1908 konepajaksi nimellä Tarmo. Kaksi vuotta myöhemmin, 27.10.1910 Tarmosta muodostettiin osakeyhtiö KONE. Alkuperäinen nimi muistuttaa edelleen yhtiön alkujuurista vaatimattomana konepajana, joka valmisti ja korjasi sähkömoottoreita. KONE alkoi kunnostaa ja myydä Strömbergin vanhoja moottoreita entisissä tallirakennuksissa. Yritys toi myös maahan ja asensi ruotsalaisia Graham Brothersin hissejä. Ensimmäiset KONEen valmistamista osista kootut hissit asennettiin vuonna 1918 Helsinkiin. Sodan jälkeen hissien kysyntä oli vähäistä, ja KONE valmistikin vain neljä hissiä vuonna 1918. Luku kasvoi sataan vuonna 1924. Vuoteen 1928 mennessä KONE valmisti jo yhden hissinnä päivässä.

Yritys ei ainoastaan valmista tuotteita, vaan tarjoaa myös monipuolisia palveluita liikkumisen tueksi. Laitteena hissi ei ole pelkkä metallinen laatikko, vaan moderni liikkumaväline, jonka käyttäjäkokemuksia voidaan parantaa uusilla palveluilla.

KONE on vuosien aikana osoittanut voivansa sopeutua ympäröivän maailman muuttuviin haasteisiin. Yhtiön tuotevalikoimaan on kuulunut hissien, liukuportaiden sekä ovien lisäksi myös teollisuusnostureita, potilasvalvontatuotteita, luistinten teriä ja nailonsukkia. Yrityksen päätoimiala on kuitenkin ollut aina hissien ja liukuportaiden valmistus. Yritys tunnetaan erityisesti kansainvälisesti menestyneistä läpimurron tehneistä innovaatioistaan, joita ovat esimerkiksi konehuoneeton hissi ja äärimmäisen kevyt nostoköysi, joka mahdollistaa jopa kilometrin mittaisen yhtäjaksoisen hissimatkan.

Herlinin suku on toiminut yhtiön johdossa jo neljän sukupolven ajan. Omistussuhteiden vakaus on varmistanut turvallisen kehitysympäristön, minkä ansiosta yritys onkin pystynyt vastaamaan liikkumiseen liittyviin haasteisiin yhä enemmän urbanisoituvassa maailmassa.

(KONEen historia 2019.)

3 Tuotanto

3.1 Prosessi

Tuotanto tarkoittaa kenttätyössä tiimiä, joka asentaa uusia laitteita, joiden tarkemmat spesifikaatiot suunnittelijat suunnittelevat. Työnjohtaja varmistaa sen että työn suorittamiseen tarvittavat välineet, kuten työkalut ovat oikeassa osoitteessa työn alkamisajankohtana. Laitteen valmistus etenee tarkasti ennalta määriteltyjen prosessien mukaisesti, joiden toteutumista valvoo työnjohtaja. Laitteen valmistuttua edellä mainittujen prosessien sisältämät turvallisuuteen, laatuun, ulkonäköön ja käyttömukavuuteen liittyvät asiat tarkastetaan. Tarkastettavilla asioilla varmistetaan, että tuote on määräysten mukaisesti turvallinen, käytettävyydeltään esteetön, käyttäjäystävällinen, sekä pinnoiltaan virheetön. Tarkastusprosessin läpäisseet laitteet saavat vielä takuun, joka varmistaa edelleen laitteen erinomaisuuden.

Tuotannon valmistamaan laitteeseen suoritetaan kaikki määritetyt tarkastukset, ja kun laitteen turvallisuus ja laatu ovat varmistettuna, niin laite luovutetaan kunnossapidon huollettavaksi. Valmistuneita laitteita käy tarkastamassa väliajoin myös ulkopuolinen taho, joka omaa lain määrittelemät oikeudet turvallisuusasioiden tarkastamiseen. Tarkastuksen suorittava osapuoli on aina poikkeuksetta viranomainen, joka on yrityksestä riippumaton taho.

3.2 7+1 hukkaa

7+1 hukkaa on Leanin sisäinen tuotettavuutta parantava filosofia, joka pohjautuu erilaisten arvoa tuottamattomien asioiden poistamiseen. Arvoa tuottamattomat asiat tulee tunnistaa ja poistaa, jotta laatu ja tuotettavuus parantuvat. Filosofian pohjalta erilaisia arvottomia asioita on pystytty tunnistamaan alun perin seitsemän, ja ajan myötä listaukseen on lisätty vielä yksi. Ajatuksen mukaan laatua voidaan parantaa ja kustannuksia alentaa.

1. Ylituotanto

Terminä ylituotanto tarkoittaa nimensä mukaisesti tarvetta suurempaa valmistusmäärää, jolloin valmistetut tavarat menevät varastoon. Ylituotanto tarkoittaa myös ilman tilausta valmistettuja tavaroita. Välitön seuraus ylituotannosta on arvoa tuottamattomien hukkiensa lisääntyminen, ja pahimmillaan se haittaa näkemästä tuotannon todellisia ongelmia.

2. Odottelu ja viivästykset

Leanin päätarkoitus on tuottaa arvoa asiakkaalle. Kaikenlainen odottaminen ja erilaiset viiveet toimituksissa aiheuttavat turhia hukkia, jotka eivät tuota arvoa asiakkaalle. Laitteiden häiriöistä sekä materiaalien puutteista johtuvat odotus ja viiveet ovat tyypillisiä tuotannon sisällä havaittavissa olevia hukkiensa mahdollisuuksia. Lisäksi työvaiheiden valmistumisen odottaminen ja prosessien erilaiset pullonkaulat tuottavat odottelua ja viiveitä.

3. Tarpeeton kuljettaminen

Kaikki valmistuvaan tuotteeseen liittyvät tekijät kuten ihmiset, materiaalit ja valmiit tuotteet voivat aiheuttaa hukkaa tarpeettomalla kuljettamisella. Varaosien tai laitteiden siirtäminen toistuvasti edes takaisesti varastoon ja sieltä pois eivät tuota asiakkaalle lisäarvoa. Tarpeetonta kuljettamista tulee välttää jokaisessa tuotannon vaiheessa.

4. Ylikäsittely

Ylikäsittelyllä viitataan viallisiin tuotteisiin. Viallisia tuotteita voi syntyä puutteellisella suunnittelulla tai käyttämällä huonoja työkaluja tuotteen valmistuksessa.

5. Tarpeettomat varastot

Keskeneräinen tuotanto, tarpeettoman suuret eräkoot, valmiiden tuotteiden tarpeeton varastointi ja ylimääräiset materiaalit aiheuttavat lisäkustannuksia, nostavat läpimenoa suunniteltua aikaa, sekä tekevät ongelmien havaitsemista vaikeampaa.

Huomioitavaa on myös, että turhat varastot hankaloittavat tuotannon heilahtelun havaitsemista, myöhästyneitä tavarantoimituksia, vikatilanteita, sekä pitkiä asetusajoja.

6. Ylimääräinen liike työskentelyssä

Tarpeeton liike on kokonaisuudessaan arvoa tuottamatonta riippumatonta siitä mikä sen aiheuttaa. Tarpeetonta liikettä saattaa aiheutua esimerkiksi työkalujen etsimisestä, ylimääräisestä kurottamisesta, sekä osien ja työkalujen keräilystä.

7. Laadun virheet

Laatuvirheistä johtuu turhaan reklamaatioita. Virheet lisäävät materiaalin kulutusta sekä aiheuttavat turhaa työskentelyä. Virheet eivät tuota lisäarvoa asiakkaalle, ja niiden korjaaminen on hukkaa.

8. Kahdeksas hukka

Menetelmien ja työvaiheiden, eli prosessien toimivuudesta ja laadukkuudesta parhain näkemys on työntekijöillä. Turhia hukkia aiheutuu lähes poikkeuksetta, mikäli prosessissa jätetään huomioimatta työntekijän antamat parannusehdotukset. Kahdeksanteen hukkaan sisältyy myös työntekijän kykyjen käyttämättä jättäminen tai mahdollisuus oppimiseen.

Hukkaa syntyy esimerkiksi tilanteissa, joissa työntekijä huomaa turhia vaiheita tai optimoitavissa olevia vaiheita prosessissa, mutta työntekijän antamiin palautteisiin ei reagoida. Tästä syystä henkilöstöllä on huomattava rooli filosofian

omaksumisessa ja tuotannon tehostamiseen liittyvissä toimenpiteissä. Henkilöstölle on tärkeää antaa tunne siitä, että he kuuluvat tiimiin ja että heillä on mahdollisuus kehittää prosesseja

(Kouri 2010: 10–11; Lean-filosofian 7+1 tuottamatonta toimintoa 2016.)

Tuotannon vieni kenttäympäristöön korostaa prosessien hallinnan tärkeyttä, koska arvoa tuottamattomien tekijöiden löytäminen alati muuttuvassa ympäristössä on haastavaa. Hallitsemalla prosessi kokonaisuudessaan laitteet valmistuvat ajallaan, eikä aikaa tai resursseja käytetä arvoa tuottamattomiin tekijöihin.

4 Kunnossapito

4.1 Kunnossapidon määrittelyä

Ympäri maailman globaalilla tasolla on syntynyt erilaisia prosesseja, jotka tuottavat hyödykkeitä kuten erilaisia palvelumuotoja. Nämä prosessit ovat asiayhteydestä ja yksityiskohtaisista tekijöistä riippuvaisia, mutta yksi yhteinen tekijä näille kaikille on aikaraja; prosessit muuttuvat ikääntymisen johdosta aina heikompaan ja huonompaan suuntaan. Käyttötarkoitukseensa suunnitellun ja rakennetun laitteen kyky suoriutua sille tarkoitettuun tehtävään heikkenee ajan myötä. Laitteen elinkaaren pituuteen voidaan vaikuttaa huomattavalla tasolla tuotanto-omaisuuden oikeanlaisella ja ammattimaisella hoitamisella.

Tuotanto-omaisuuden hoitamisella on selkeä päämäärä, joka on sitoutuminen pyrkimykseen pitää koneiden ja laitteiden kunto asiallisena (Järviö & Lehtiö 2012: 17.) Yrityksen myymän laitteen omistajuus siirtyy suoritettuna kaupanteon yhteydessä yritykseltä asiakkaalle, mutta laitteen tuotanto-omaisuuden hoitamisen vastuu säilyy huoltosopimusta hallinnoivalla yrityksellä.

Kunnossapito käsitteelle löytyy erilaisia toisistaan poikkeavia määritelmiä riippuen lähteestä. Tässä työssä määritelmä etsittiin standardista SFS-EN 13306:2017. Standardi sanoo, että ”Kunnossapito pitää käsitteenä sisällään kaikki koneen elinjakson aikaiset

tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että laite pystyy suorittamaan halutun toiminnon” (Järviö & Lehtiö 2012: 17.). Standardi kiteyttää pitkän kokemuksen pohjalta kunnossapitoa tarjoavan yrityksen mission. Standardissa SFS-EN 13306:2017 on huomattavissa yhtäläisyyksiä laadun määrittelyn kanssa.

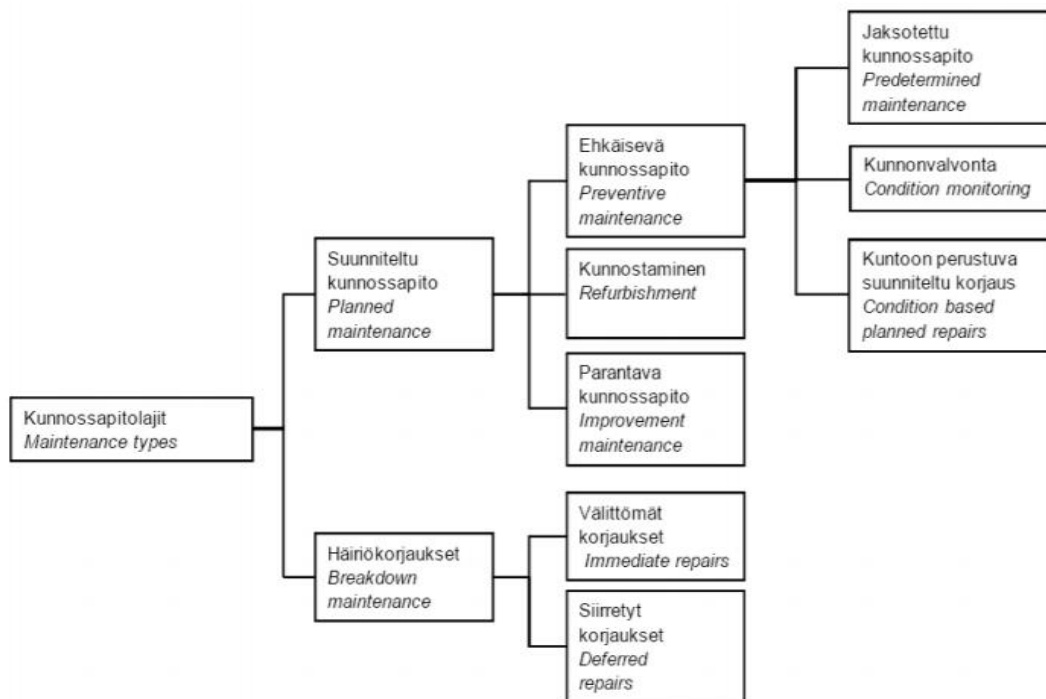
Kunnossapidon suoriutumiskykyä eli tehokkuutta voidaan mitata erinäisillä suorituskyvyn mittareilla. Standardi SFS-EN 15341:2007 määrittelee kunnossapidon suorituskyvyn tulokseksi sellaisten resurssien aktiivisesta käytöstä, joilla ylläpidetään tai palautetaan kohteen toimintakyky sellaiseksi, että se pystyy suorittamaan halutun toiminnon. Siitä voidaan käyttää ilmaisua saavutettu tai odotettu tulos. Kunnossapidon suorituskykyyn vaikuttavat kaksi päätekijää, jotka jaotellaan ulkoisiksi ja sisäisiksi tekijöiksi. Näihin päätekijöihin lukeutuvat laitteen sijainti, kulttuuri, toiminta- ja palveluprosessit, koko, käyttöaste ja ikä”. Yrityksen prosessien sekä niiden tehokkuuden on oltava erinomaisella tasolla, jotta yritys suoriutuu kunnossapidosta asiakaslupaukset täyttäen. Kentällä työskentelevien henkilöiden suoriutumista tuetaan Leanin filosofioiden mukaisesti vähentämällä arvoa tuottamattomia asioita, sekä varmistamalla henkilöstön riittävä osaamisen taso.

Jaksottaisena kunnossapidon toimenpiteenä voitaisiin pitää esimerkiksi säännöllistä huoltoa, jolloin toimintakuntoisen laitteen kunnossapitäminen on odotettu tulos. Saavutetuksi tulokseksi katsotaan onnistunut vikaantumisen ennakointi tai nopeasti reagoitu vian korjaus.

Kunnossapito on käsitteenä laaja kokonaisuus, joka pitää sisällään runsaasti erilaisia pienempiä kokonaisuuksia. Työsuoritteena asiaa katsottuna kunnossapito koostuu toimenpiteistä, jotka määräytyvät kunnossapitolajien mukaisesti.

Kunnossapidon eri lajityypit jaotellaan standardin PSK 7501:2010 mukaan suunniteltuun kunnossapitoon tai häiriökorjaukseen (kuva 1). Suunniteltu kunnossapito ja häiriökorjaukset näkyvät kenttätyössä huoltomiesten suorittamina laitteille kohdistettuina huoltotoimenpiteinä. Kunnossapidon toiminta pyrkii nykyään teknologian parantuessa keskittymään yhä enemmän suunnitellun kunnossapidon polulle, sillä tietotekniikka mahdollistaa ennenaikaisten rikkoutumisien paremman ennakkoinnin.

Huolto on yksi kunnossapidon lajeista, jolla on merkittävä rooli laitteen elinkaaren pituudessa. Opinnäytetyön tilannut yritys tarjoaa asiakkailleen kaikkia kuvan 1 kunnossapidon lajeja. Tällä tavoin yrityksen on mahdollista pitää laitteista huolta kokonaisvaltaisesti kunnossapidon lajeista riippumatta.



Kuva 1 Kunnossapitolajit (PSK 7501:2010)

4.2 Huolto

Kaikki laitteet tarvitsevat jaksotettua kunnossapitoa, joka tarkoittaa laitteiden huoltoa. Perushuoltojen tekemättä jättäminen johtaa ennenaikaiseen laitteen rikkoutumiseen, jolloin laitteen potentiaalinen elinkaari jää hyödyntämättä. Esimerkkinä ennenaikaisesta rikkoutumisesta pidetään auton moottorin öljynvaihdon tai muun laitteen huoltomoduuliin liittyvän toimenpiteen tekemättä jättämisestä aiheutunutta rikkoutumista.

Huolto-omaisuudesta huolehtiva yritys noudattaa laitteelle räätälöityä huolto-ohjelmaa. Huolto-ohjelman perimmäinen tavoite on yksinkertaisuudessaan ylläpitää valmistuneen laitteen luotettavia käyttöominaisuuksia ennen poikkeamien syntyä. Standardiin PSK 6201:2011 viitaten huolto tarkoittaa jaksotettuja huoltotoimenpiteitä, joihin sisältyy seuraavat huoltotoimenpiteet:

- kuluvien osien vaihtaminen tarvittavilta ja määritellyiltä osin
- puhdistaminen
- rasvaus
- suodattimien vaihtaminen
- säätäminen tarvittavilta osin
- tarkastaminen
- toimintakyvyn palauttaminen
- öljyn vaihtaminen
- sekä näihin rinnastettavat muut huollolliset toimenpiteet.

Laitteiden jaksotettu huolto-ohjelma ehkäisee esimerkiksi kuivista johteista johtuvaa alentunutta ajomukavuutta, sekä likaantumisen johtuvia komponenttirikkoja. Huolto-ohjelman räätälöintiin vaikuttavat keskeisesti laitteen käyttöajat, käyttöolosuhteet, sekä käyttömäärä huomioon ottaen rasittavuuden. Rasittavuus on yksi tekijöistä, jonka täysi ennakoiminen ei ole mahdollista. Oletettavasti optimaalisen käyttöasteen ja -tyylin

mukaan lasketun käyttömäärän ja normaalin rasituksen aiheuttama huoltotarve taas voidaan ennakoida.

”Yrityksen tavoitteena on oltava vikaantumisen estäminen, eikä vikojen tehokas korjaaminen” (Järviö & Lehtiö 2017: 30). Kunnossapidon tavoitteena on pyrkimys maksimoimaan laitteen loppukäyttäjän tyytyväisyys hankintaan säännöllisellä laitteen huolto-ohjelmilla, sekä kunnonvalvontaan ja ehkäisevään korjaustoimenpiteisiin liittyvillä toimenpiteillä. Jokaista laitteelle aiheutuvaa vikaa ei ole mahdollista ennustaa, koska laitteen käyttäjä luo laitteesta riippumatta vikaantumisherkkyydelle tuntemattoman muuttujan. Kunnossapidon tehtävä on vian ilmentyessä korjata se tehokkaasti. Vikojen tehokas korjaaminen on yrityksen seuraava päätavoite vikojen ennakoinnin epäonnistuessa.

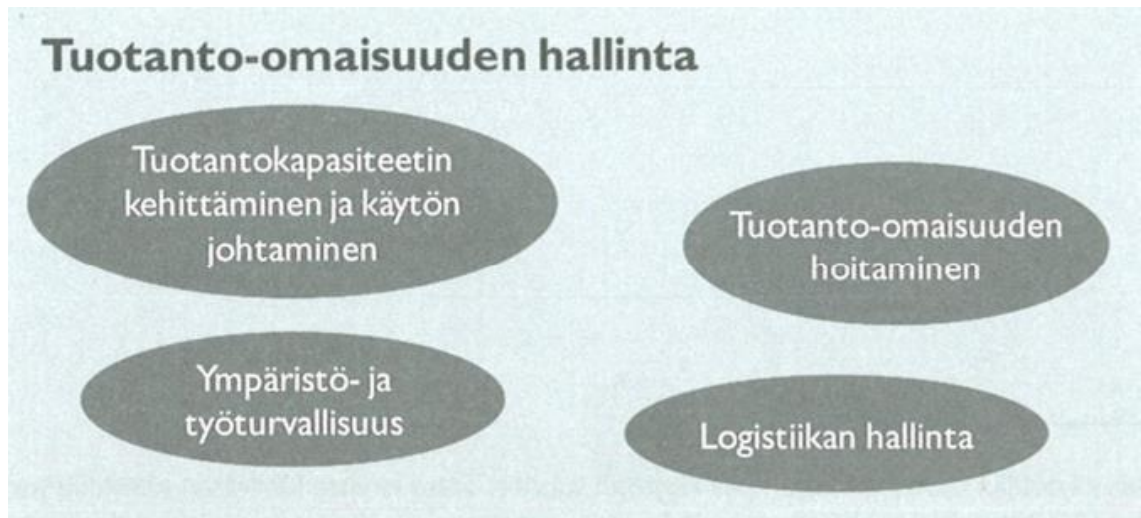
Puhuttaessa parantavan kunnossapidon toimenpiteistä tarkoitetaan toimenpiteitä, joiden päämääränä on päivittää laitteen käyttöturvallisuutta, luotettavuutta tai kunnossapidettävyyttä muuttamatta kohteen toimintaa (Järviö & Lehtiö 2012: 19.). Toisin sanoen parantava kunnossapito ei ole varteenotettava vaihtoehto ainoastaan pidentäessään laitteen elinkaarta, vaan myös silloin, kun laitteen varaosien saatavuus varmistetaan tulevaisuudessa. Parantavan kunnossapidon toimenpiteitä ovat laitteiden modernisaatiot, päivitetty turvallisuuslaitteet, sekä uudet vikoja ennustavat palvelut.

Poikkeamia laitteiden toimintaan saattavat aiheuttaa esimerkiksi muutot, sähkökatkot kiinteistöissä, ylikuorma tai ilkivalta. Ideaalilanteessa poikkeamat ovat korjattu ennen laitteen omistajan tietämystä laitteen vikaantumisesta. Parantavan kunnossapidon hyötyjä ovat asiakkaalle laitteen käyttövarmuus ja huolto-omaisuudesta huolehtivalle yritykselle resurssien oikeanlainen mitoittaminen.

4.3 Tuotanto-omaisuus

Tuotanto-omaisuuden hoitaminen on automaattinen asiakaslupaus, jonka toteutukseen päästään, kun kuvassa 1 esitettyjä eri kunnossapidon lajeja pystytään tarjoamaan asiakkaalle. Tuotanto-omaisuuden laaja-alainen hoitaminen ja hallitseminen vaatii yritykseltä panostusta resursseihin sekä henkilöstön kouluttamiseen teknologian kehittyessä ja uudenlaisten tuotteiden kehittämisen myötä.

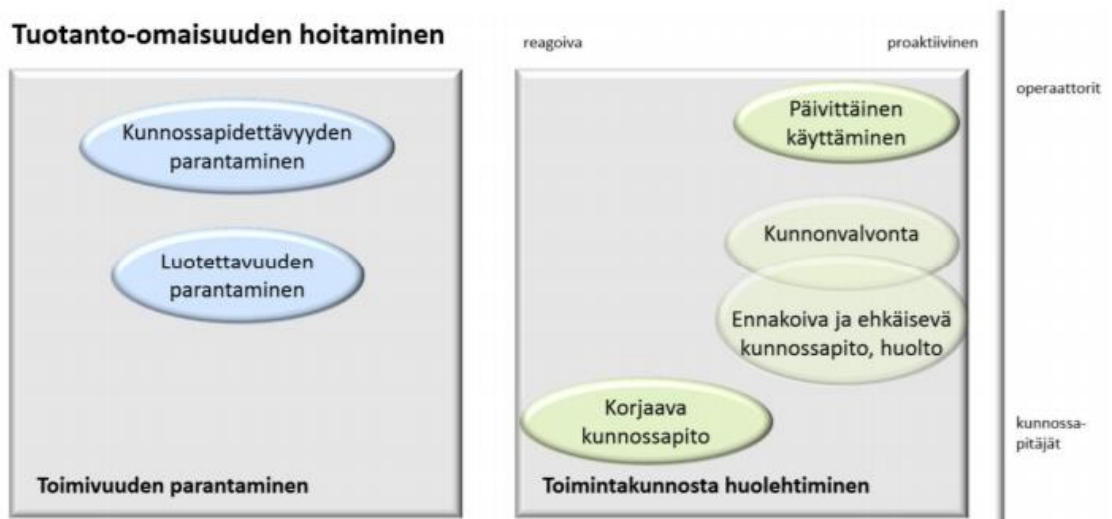
Kuvassa 2 on esitettyä tuotanto-omaisuuden hallinnan osa-alueet, joihin viitattiin edellisessä kappaleessa. Nämä osa-alueet sisältävät tuotanto-omaisuuden hallinnan päätavoitteet. Erinomaisesti suunniteltu ja optimoitu liiketoiminta on tuloksellista, koska tappiollinen liiketoiminta ei takaa mahdollisuutta tarjota asiakkaille laadukasta kunnossapitoa. Tulokselliseen liiketoimintaan päästään tuotanto-omaisuuden hallinnassa silloin, kun prosessit ovat kokonaisuudessaan hyvin suunniteltuja optimoiden käytettäviä laitteita ja resursseja.



Kuva 2 Tuotanto-omaisuuden hallinnan osa-alueet (Järviö & Lehtiö 2012: 14)

Ympäristö- ja työturvallisuus ovat äärimmäisen tärkeä näkökulma. Työn tilanteessa yrityksessä noudatetaan päätavoitetta nolasta työtaturmasta, sekä suhtaudutaan vakavasti ympäristön kunnioittamiseen. Logistiikan hallinta on nähtävissä asiakkaan näkökulmasta täytetyillä asiakaslupauksilla.

Kuvassa 3 on esitettyä eri tuotanto-omaisuuden hoitamiseen liittyvät osa-alueet. Proaktiivinen tuotanto-omaisuuden hoitaminen tarkoittaa ennakoivaa kunnossapitoa, joka tarkoittaa päivittäistä käyttämistä, kunnonvalvontaa, ennakoivaa ja ehkäisevää kunnossapitoa sekä huoltoa. Kuvan oikeassa yläosassa kuvataan käyttäjän vastuulla olevia näkökulmia. Huoltavalla yrityksellä ei ole mahdollisuuksia päivittäiseen seurantaan ilman erillisiä etäseurantalaitteita. Laitteen kunnonvalvonnan vastuu on osaltaan molemmilla tahoilla. Ennakoiva- ja ehkäisevä kunnossapito, huolto, sekä korjaava kunnossapito lasketaan huoltavan yrityksen vastuualueeksi.



Kuva 3 Tuotanto-omaisuuden hoitamisen osa-alueet (Järviö & Lehtiö 2012: 15)

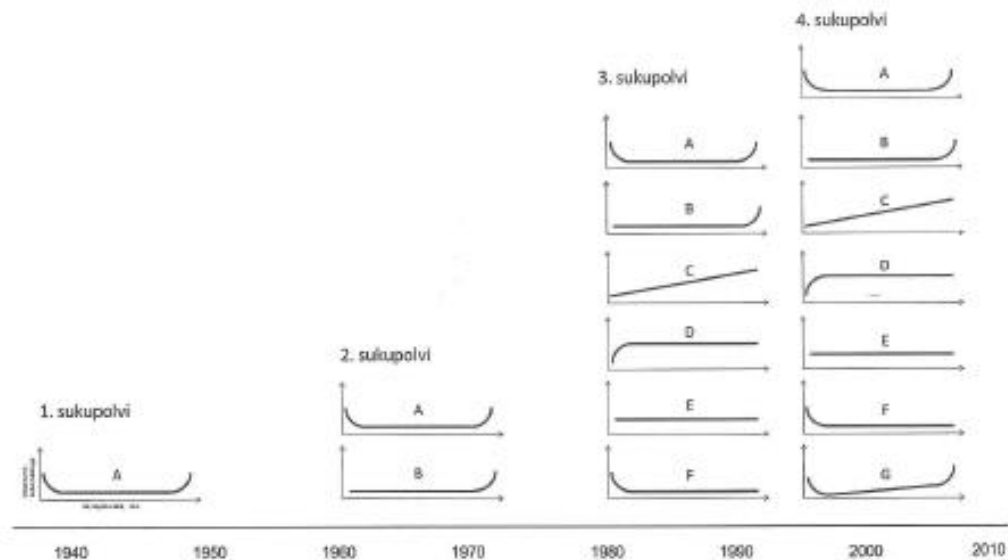
Reagoivaa ja proaktiivista kunnossapitoa vertailemalla todetaan reagoivan kunnossapidon olevan kalliimpaa. Reagoivaan kunnossapitoon sisältyvät tehtaiden toimitusaikataulut, logistiikka, pidentynyt laitteen seisokki, sekä mahdollinen lisävahingon syntyminen.

Pidentynyt laitteen seisokki saattaa aiheuttaa pahimmassa tapauksessa laitteen omistavalle taholle suuria liiketoiminnallisia tappioita, jotka ovat nykyään enimmiltä osin vältettävissä. Laitteet mahdollistavat yrityksiä tehokkuuden kasvattamisen, ja usein laitteet ovat merkittävässä roolissa yrityksiä liiketoiminnassa. Pidentynyt laitteen seisokki sitoo ylimääräisesti yrityksiä resursseja.

Toimivuuden parantaminen tarkoittaa kunnossapidettävyyden ja luotettavuuden parantamista. Kunnossapidolla on mahdollisuus suorittaa laitteelle tällainen toimenpide. Hisseillä tasoa nostava toimenpide on esimerkiksi valoverhojen asentaminen mekaanisten listojen tilalle. Laitteiden tasoa nostavat toimenpiteet ovat asiakaslähtöisiä ja niitä suoritetaan mielellään kohentuneen käyttäjäturvallisuuden ja varaosien varmistamisen vuoksi.

4.4 Sukupolvet

Kunnossapidossa voidaan erottaa neljä kunnossapidon sukupolvea, jotka ovat esitettyinä kuvassa 4.



Kuva 4 Kunnossapidon sukupolvet vikaantumismalleineen (Järviö & Lehtiö 2012: 23.)

Ensimmäisen sukupolven laitteet olivat yksinkertaisia, jolloin tavanomainen vikaantuminen oli ajasta riippuvaista. Käytössä olleet laitteet olivat kestävyydeltään ylimitoitettuja, koska kyseisenä ajanjaksona käytettiin runsaita varmuuskertoimia. Vian ilmetessä siihen reagoitiin nopeasti.

Toinen sukupolvi käynnistyi, kun maailmassa käytiin toista maailmansotaa. Toisen sukupolven aikana valmistettiin suuria määriä tarvikkeita sotaa varten. Tuotannon

määrät saatiin kasvatettua suurempiin mittoihin, kun laitteiden automaatiota lisättiin ja laitteita yhdisteltiin pidemmiksi ketjuiksi. Edellä mainitut prosessit käynnistivät joukon erilaisia laatuohjelmia, joiden tarkoitus oli varmistaa tuotannon tasalaatuisuus. Toinen sukupolvi oli selvästi ensimmäistä sukupolvea järjestelmällisempi. Järjestelmällisyyden kohentuminen näkyi työn johtamisessa ja suunnitelmallisuudessa. Toinen sukupolvi kesti 1970-luvulle saakka, minkä jälkeen alkoi kolmas sukupolvi.

Kolmannen sukupolven muutoksen käynnistivät amerikkalaisten avaruuteen liittyvät projektit, joiden myötä erilaiset konseptit ja innovaatiot otettiin käyttöön teollisuudessa. Kolmannen sukupolven ominaisuuksia olivat esimerkiksi kunnan valvonta, luotettavuuden huomiointi ja erilaiset analyysit.

Neljäs ja tällä hetkellä viimeisin sukupolvi käynnistyi hieman ennen 2000-lukua, kun IT-teknologioiden ja mikroelektroniikan läpimurto tapahtui. Suurin muutos neljännessä sukupolvessa oli laitteiden toimintoja seuraavien ohjelmien kunnossa pitäminen. (Järviö & Lehtiö 2012: 21–26.)

Kunnossapidon sukupolvien kehitys käynnistyi ilmailualalta lentokoneiden huoltotoiminnan kehittämisestä. Ensimmäisten sukupolvien ajan huoltamisesta vastasivat mekaanikot ja lentäjät käytännössä kokemuseräisiin faktoihin perustuvalla tiedolla. Lentoliikenteen kaupallistuessa ja suurien matkustajakoneiden tullessa markkinoille luotettavuuden ja turvallisuuden vaatimukset kasvoivat merkittävästi, mikä johti ajan myötä nopeastikin huolto-ohjelmien kehittämiseen (Teollisen kunnossapidon uusi aika 2015.)

5 Viat

5.1 Määrittelyä

Vika on sellainen laitteen tila, jossa laitteelle on mahdotonta suoriutua sille alun perin asetetusta tai vaaditusta tehtävästä. Edelliseen tekevät poikkeuksen kunnossapidolliset toimenpiteet, jotka tähtäävät laitteen elinkaaren pidentämiseen. Vikaantunut laite on useimmiten ollut vikaantuneena ennen varsinaisia ilmestyneitä oireita, koska vika

saattaa ilmestyä ainoastaan tietyssä käyttöolosuhteessa. Vika voi olla itsessään seuraus juurisyystä, joka on aiheutunut laitteen toiminnallisesta häiriöstä tai vaurioista.

5.2 Vikojen luokittelu

Vikoja voidaan luokitella eri kategorioihin. Kategorisoinnin etuna on mahdollisuus tarkastella vikaantumisien juurisyitä analyttisemmin, jotta ymmärrys vikaantumisista kasvaa. Analyttinen vikojen tarkastelu mahdollistaa eliminoinnin ja tarpeelliset muutokset. Vikojen kategoriat jakaantuvat seuraavasti:

1. Peittynyt vikatila on laitteen vikatila, jossa todellinen vika on peittynyt laitteessa esiintyneen toisen vian alle. Nämä viat ovat vaikeita selvitettäviä.
2. Piilevä vikatila on laitteen vikatila, jonka olemassaoloa ei ole havaittu. Piilevät vikatilat aiheuttavat suurimmat kustannukset kaikista vikojen kategorioista.
3. Osittainen vikatila on laitteen vikatila, jossa laite toimii edelleen, mutta se saattaa toimia vain osittaisesti.
4. Ohjelmiston vikatila on laitteen vikatila, jossa laitteen toimintaa ohjaavassa ohjelmassa on vika. Ohjelmistovika estää laitetta toimimasta sille asetetussa tehtävästä.

(Järviö & Lehtiö 2012: 70.)

Jokainen laite toimialasta ja laitteen tyypistä riippumatta suunnitellaan toimimaan ilman poikkeamia. Laitteet suunnitellaan niin, että niiden oikeanlaisilla valmistusmateriaaleilla, valmistusmenetelmillä, käytöllä ja olosuhteilla rikkoontumista ei tapahdu. Laitteet eivät vikaannu itsekseen ilman käyttöä. Jokaisella vialla kategoriasta riippumatta on yksilöllinen vian syntymekanismi. Vikatilassa oleva laite on kyseisen mekanismin viimeinen osa, joka olisi ollut vältettävissä puuttamalla tapahtumakulkuun riittävän ajoissa. Riittävän ajoissa tapahtumaan puuttuminen vähentää kunnossapidon määrän tarvetta. Vikojen syntymekanismi heijastuu useassa tapauksessa laitteen käyttäjiin. Käyttämällä laitetta oikealla tavalla laite suoriutuu sille tarkoitetusta tehtävästä sen

elinkaaren ajan. Suunnitellusta käytöstä poikkeaminen saattaa lyhentää merkittävästi laitteen elinikää. (Järviö & Lehtiö 2012: 72–74.)

6 Tilastollinen laadunvalvonta (SPC)

6.1 Taustaa

SPC (*Statistical Process Control*, tilastollinen prosessin valvonta) on mielenkiintoinen laadun työkalu, joka yhdistelee prosessien teoriaosuuksia ja matematiikkaa. Kyseisen laatutyökalun käyttöön ottaminen vaatii yritykseltä paljon resursseja, ja näitä asioita työssä analysoitiin. Laatutyökalu mahdollistaa yritysten puuttumisen tiedostamattomiin ongelmakohtiin. Työkalu on mahdollisuus, jonka käyttöönottamista tulee harkita tarkkaan useammastakin eri näkökulmasta.

Laatutyökaluja on nykyään useita erilaisia, ja niistä usein löydetään käyttökohteeseen sopiva vaihtoehto. Laatutyökaluista SPC on yksi useiden muiden joukossa. Se ei ole helpoimmin käyttöön otettava laatutyökalu. Käyttöön ottaminen on kannattavaa toteuttaa projektina, jolloin siihen pystytään varaamaan tarpeellisilta osin resursseja ja projektin tilaajayrityksessä asia koetaan riittävällä tasolla tärkeäksi. SPC:n tuloksellinen soveltaminen ei perustu matematiikkaan, vaan prosessien ymmärtämiseen. SPC on mahdollisuus tutkia ja oppia prosessista asioita ja poikkeamia, jotka saattaisivat muuten jäädä huomaamatta. Prosessin perusymmärrys tulee ymmärtää ennen tämänkaltaisen laatutyökalun käyttöönottoa, jotta projektia perustettaessa ymmärretään riittävällä tasolla prosessin nykyinen tilanne.

Onnistunut käyttöön ottaminen luo positiivisia käyttökokemuksia, jolloin SPC:n tuomat prosessit muodostuvat rutiiniksi. Tämä johtaa siihen, että SPC:n hyödyntämisestä muodostuu hyvä ja tehokas työtapo. Alussa yritys kerää tutkittavasta prosessista aineistoa ja analysoi sitä. SPC:n ideologian sisäistänyt henkilö saa enemmän arvokasta tietoa aineiston taustalla tapahtuvista asioista, kuin laatutyökaluun perehtymätön henkilö. Yrityksen prosesseista uuden oppiminen ja havainnoiminen korostuu entisestään, kun laatutyökalun käyttöönotossa on onnistuttu.

Uuden laatutyökalun käyttöönottamisen taustalla ei saa olla työntekijöitä valvova järjestelmä, vaan työntekijöiden työskentelyä helpottava järjestelmä. Onnistunut käyttöönotto antaa jokaiselle sitä käyttävälle uudenlaisia näkemyksiä yrityksen prosesseista (Salomäki 1999: 8–9.)

Tilastotiedettä käytetään kerättäessä, tutkiessa ja käsiteltäessä tilastotietoa tutkittavasta prosessista, sekä käytettäessä tilastotiedettä myös päätöksenteon apuna. Tehtäessä havainnollistavaa materiaalia voidaan käyttää hyväksi tietotekniikan mahdollistamia tunnuslukuja, sekä näiden pohjalta muodostettavia kuvioita. Tilastotieteeseen sisältyvät teoriat todennäköisyyksistä, joilla voidaan määritellä todennäköisyyksiä tietyille tapahtumille. Päätöksenteko tilastojen pohjalta pohjautuu tietojen oikeanlaiseen yleistämiseen ja epävarmuuksien määrittämiseen. Tilastollisia laadun menetelmiä käytetään sovellettaessa tilastotiedettä tuotantoprosessin käytännön puolella. Prosesseissa olevaa laadun astetta, eli määriteltyjen tehtävien suorituskkyä ja optimaalisen suorituskyyvyn muutoksia on kannattava seurata, jotta normaalitasosta poikkeavat tilanteet voidaan havaita. Näin vältetään tilanne, jossa tuotteen laatuun aiheutuu isompia ongelmia.

SPC on käytännön työn pohjalta muotoutunut ja myös asemansa vakiinnuttanut tapa toteuttaa prosessin ja samalla usein myös tuotteen laadun seuraamista tilastollisia tekniikoita hyödyntäen. Tilastollinen prosessin valvonta on käsitteenä laaja, ja se voidaan tulkita kaikiksi menetelmiksi, joita hyödyntämällä saadaan tärkeää tietoa prosessien ohjaukseen vaikuttavalle päätöksenteolle. (Salomäki 1999: 145–147.)

Toisin sanoen SPC:n avulla voidaan prosesseista oppimisen lisäksi ymmärtää ja saada arvokasta tietoa tuotannon prosessien vaikutuksesta laitteisiin, jotka siirtyvät valmistuttuaan kunnossapidon huollettavaksi.

6.2 Historiaa

SPC:n kehittäjän katsotaan olevan Walter Andrew Shewhart, joka esitti modernin tilastotieteeseen perustuvan prosessin tarkastelutyökalun vuonna 1924 työskennellessään puhelimia valmistaneen Western Electricin tehtaalla. Shewhart oli fyysikko, insinööri ja tilastotieteilijä. Hän työskenteli teollisuuden parissa, josta hän sai

tutkimuksiansa pohjaksi arvokasta dataa, josta hän onnistui luomaan valvontakortin. Kyseisellä valvontakortilla pystyttiin erottamaan prosessin vaihtelusta satunnaissyistä johtuva vaihtelu, ja erityissyistä johtuva vaihtelu.

Shewhartin työtehtävä Bell Telephone Laboratoriesilla oli yhdessä hänen tiiminsä kanssa parantaa yrityksen vaihdeselementtien luotettavuutta. Työ suoritettiin maan alla, ja tämä aiheutti paljon poikkeamia, mikä osaltaan vaati runsaasti rahallisia investointeja korjauksiin. Shewhart oivalsi valvontakortin yhteyden laadun kanssa, ja sittemmin valvontakorttien käyttö on otettu osaksi eri laatuohjelmia. Valvontakortti kehitettiin tuotannon työkaluksi, mutta ensimmäisen valvontakortin esittämisen jälkeen valvontakorttien määrän lisääntymisen lisäksi valvontakorttien käyttötarkoitus on laajentunut tuotannon ulkopuolelle. (Walter A. Shewhart Biography 2018.)

6.3 Valvontakorttien jaottelu käyttökohteittain

Valvontakorttien käyttäminen toimii käytännössä niin, että valvontakortin yhteydessä on taulukko, johon saadut mittaustulokset merkataan ylös. Saatua mittaustuloksia voidaan havainnollistaa tarvittavalla määrällä kuvaajia. Valvontakortti toimii myös apuvälineenä mitattavan prosessin haluttujen tunnuslukujen laskennassa. Kortin toteutuksessa on kaksi vaihtoehtoa, joita ovat tietotekniset ohjelmat, joihin lukeutuvat SPC-ohjelmat, piirtäen ja laskemalla, tai integroimalla valmistusjärjestelmän osaksi. Valvontakortin luettavuutta kannattaa parantaa yhdistämällä histogrammi, josta on nähtävissä mm. lisätietoa ongelmatilanteesta. (Salomäki 1999: 190.)

Erilaiset tavat käyttää valvontakortteja palvelu- ja tuotantoprosesseissa voidaan jakaa viiteen eri kategoriaan.

Ensimmäisen kategorian valvontakorttityyppi on Raporttivalvontakortti (*Report Card Charts*), joita ei käytetä reaaliaikaisesti vaan sillä tutkitaan prosessien mennyttä aikaa. Kortilla nähdään siis tietoja toteutuneesta prosessista, näitä ovat esimerkiksi tieto siitä, että kuinka prosessi on sujunut tai onko prosessissa ilmennyt jotain tiettyä poikkeamaa.

Toisen kategorian valvontakorttityyppi on Säätovalvontakortti (*Process Adjustment Charts*), jonka avulla esitetään keskiarvoja graafisessa muodossa kerättyjen mittaustuloksien perusteella. Kyseinen kortti on numeraalista tietoa havainnollistava, mutta siihen ei lasketa valvontarajoja, mikä osaltaan tekee erityisyyden havainnoimisesta mahdotonta. Säätovalvontakortin avulla voidaan säätää prosessia yhdenmukaisemmaksi, mutta kortin käyttäminen saattaa johtaa herkästi ylimääräiseen prosessin säätämiseen aiheuttaen osaltaan lisää vaihtelua.

Kolmannen kategorian valvontakorttityyppi on Prosessin kokeiluvalvontakortti (*Process Trial Charts*), jota käytetään analysoidessa yksinkertaisien kokeiden vaikutusta prosessissa. Vertailutieto otetaan ennen koetta vallinneesta prosessista, sekä kokeen jälkeen vallitsevasta prosessista. Mikäli kokeet pidetään tarpeeksi täsmällisinä ja muutetaan yhtä asiaa kerrallaan, niin prosessimuutokset saadaan tehokkaammin ja yksinkertaisemmin selville.

Neljännän kategorian valvontakorttityyppi on Laajennettu seurantavalvontakortti (*Extended Monitoring Charts*), jonka avulla on mahdollista selvittää erilaisten prosessien sisällä olevien tapahtumien keskinäisiä riippuvuuksia. Tällöin suoritettavissa kokeissa käytetään useampaa korttia, ja saadut tulokset kirjataan yhtä aikaa.

Viidennen eli viimeisen kategorian valvontakorttityyppi on Jatkuvan parantamisen valvontakortti (*Continual Improvement*). Valvontakorttityyppiä on tarkoitus käyttää pitkällä aikavälillä ja silloin kun halutaan seurata prosessien tärkeimpiä ominaisuuksia. Tämän kategorian kortti otetaan käyttöön yleensä vasta, kun on otettu käyttöön laajennettu seuranta ja taustalla on mahdollisesti muiden valvontakorttien käytön perusteella tehtyjä prosessin muutoskokeita. (Five Ways to Use Shewhart's Charts: 1999.)

6.4 Valvontakortit

Perustyyppin valvontakortteja löytyy kolmea erilaista, joita ovat muuttujakortit, monimuuttujakortit sekä ominaisuuskortit.

Ensimmäisen tyyppin valvontakortteja eli Muuttujakortteja käytetään, kun prosessista tai valmistuvasta tuotteesta halutaan mitata suuretta. Mitattavissa oleva asia voi olla mikä tahansa mitattavissa oleva, eli muuttujakortin käyttäminen ei rajoitu ainoastaan tuotteen mittoihin. Mitattaessa suuretta mittaustulos voi olla arvoltaan mikä tahansa mitta-alueen rajoissa oleva. Mitattava suure voi olla asia, joka saa erilaisia arvoja erilaisina mittauksen hetkinä. Muuttujavalvontakortin tarkasteltavana kohteena voi olla erä tai jatkuva valmistusprosessi. Erävalmistuksessa valmistuvat erät on mahdollista erottaa toisistaan ja näitä on mahdollista jäljittää yksilöllisesti. Jatkuvasa prosessissa valmistuseriä on mahdotonta rajata ja jäljitettävyyden poiketen rajautunut esimerkiksi valmistusaikaan. Tämän ryhmän korteissa valvontarajojen laskeminen pohjautuu hajonnan tai vaihteluvälien avulla laskettuihin estimaatteihin.

Toisen tyyppin valvontakortteja eli Monimuuttujakortteja käytetään tutkittaessa useaa eri ominaisuutta, sekä selvittäessä niiden välisiä riippuvuuksia. Tutkittavan prosessin sisällä olevan vaihtelun aiheuttajien ja niiden ilmenemisen tunnistaminen helpottaa käyttöä, sillä valvontakortin käyttäjä saa olennaista tietoa poikkeamien vähentämiseen tähtäävien toimien suunnittelussa.

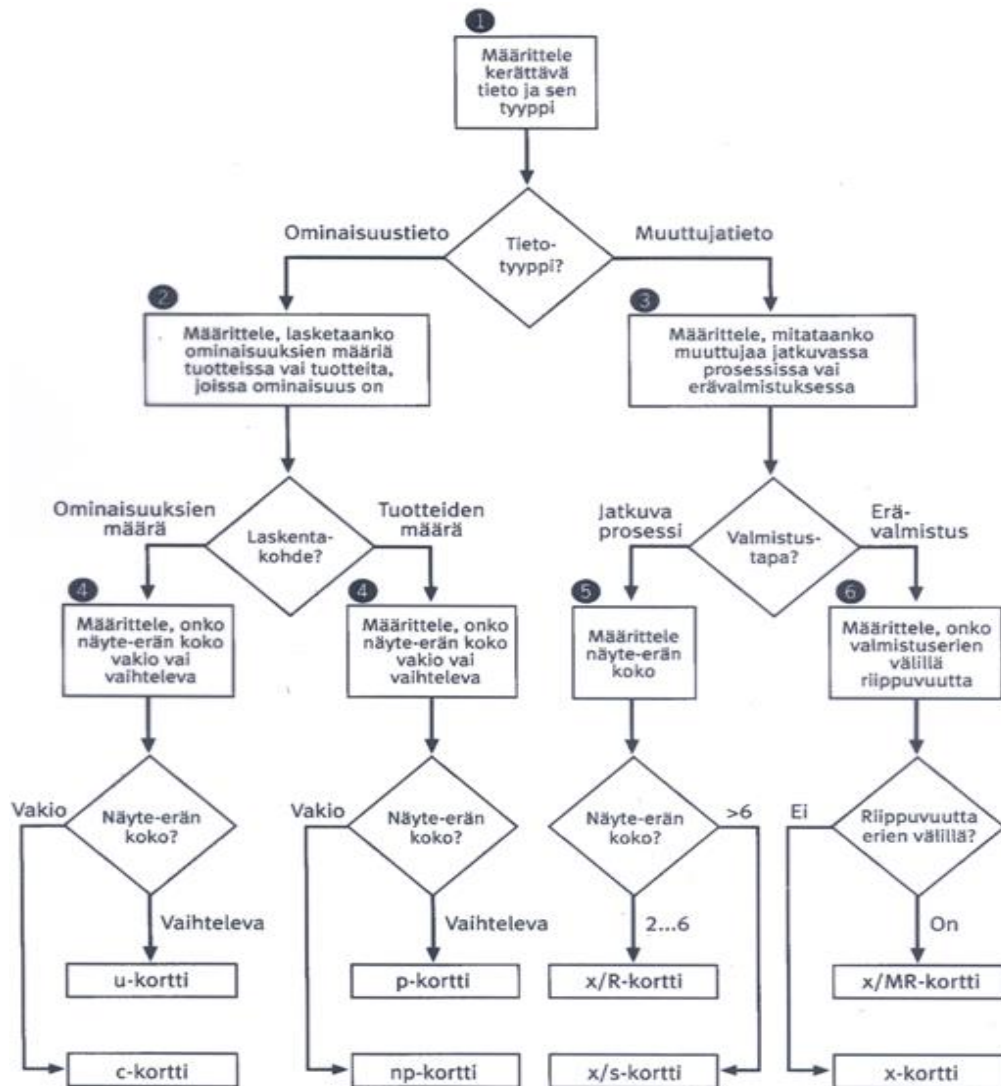
Kolmannen tyyppin valvontakortteja eli Ominaisuuskortteja käytetään sellaisen tiedon käsittelyyn, joka on esitetty lukumäärinä. Saadut havainnot voivat olla mitä vain lukuina laskettavissa olevia asioita, eli eivät siis ainoastaan virheiden tai vikojen laskennallisia lukumääriä. Mitattavan prosessin ominaisuuksien mittaaminen on usein mittaajasta kiinni, koska ominaisuuskorttien käyttö jakautuu kahteen ryhmään:

- mitattavissa olevat tuotteen puutokset, joka voisi olla esimerkiksi vikojen määrä tuotannossa joka päivä näytteeksi otetusta tuote-erässä.
- mitattavissa oleva tuotteiden lukumäärä, joissa esiintyy puutteita ominaisuuksissa (Salomäki 1999: 192-196).

Kuva 5 selvittää valvontakortin valintaprosessin käyttötarpeen mukaan. Kaavio on omanlaisensa prosessi, joka etenee seuraavasti:

- Määrittele kerättävä tieto ja sen tyyppi.
- Määritä haetaanko mittaukselta ominaisuus, vai muuttujatietoa.

Näiden jälkeen valintaprosessi etenee tarkempaan tutkittavan prosessin laskentakohteeseen tai valmistustapaan, tai näyte-erien tietoihin ja tästä päästään oikeaan korttiin.



Kuva 5 Perustyyppisten valvontakorttien valvontakaavio. Perustyyppejä nimitetään myös standardikorteiksi tai Shewhart-korteiksi. (Salomäki 1999: 199.)

Valvontakortin käyttöönotto jatkuvasti ja tehokkaasti käytettäväksi työkaluksi on mahdollista vasta, kun prosessi ja sen ympäristö ovat siihen valmiit. Kun kortin käyttöönotto on ajankohtaista, on edelleen edettävä harkiten. Valvontakorttia ei tulisi viedä prosessiin valmiina heti käyttöön otettavaksi, vaan prosessin henkilöstön ja erityisesti kortin tulevien käyttäjien tulisi olla mukana myös sen laatimisessa. Mitattava tieto ratkaisee, mikä korttityyppi valitaan. Väärä kortti voi viedä asian täysin harhaan. (Salomäki 1999: 203–205.)

Valvontakorttien filosofian hyödyntäminen todettiin mahdolliseksi. Luovutusprosessista kertyy tietoa eri tiedonhallinnan järjestelmiin, mikä tekee eri prosessin yksityiskohtien tutkimisesta aikaa vievää.

7 Datan käsittely

7.1 Työn aloittaminen ja taustat

Tuotannon ja kunnossapidon välissä toimii erilaisia lain määrittämiä prosesseja, jotka tukevat sekä yhtiön että asiakkaan päämääriä olla tekemisissä laitteen kanssa, joka täyttää edellisissä kappaleissa kuvatut laatuun ja turvallisuuteen liittyvät ominaisuudet. Näitä prosesseja ovat esimerkiksi työnjohtajan ja kolmannen osapuolen teettämät tarkastukset, sekä asiakasluovutus sopimuksen mukaisesti.

Yksi lain määrittelemien tarkastusprosessien vierellä toimivista on yrityksen sisäinen kunnossapitoluovutusprosessi, joka ei ole pakollinen, mutta se helpottaa laitteen ja tiedon siirtämistä yrityksen sisällä. Kunnossapitoluovutusprosessi antaa kunnossapidon ammattilaisille mahdollisuuden tutustua syvällisemmin kunnossapitioon tulevaan laitteeseen. Kyseisiä luovutusprosesseja järjestetään tarpeen mukaan.

Dataa kerättiin seuraaviin kategorioihin:

- aikataulu
- ensimmäiset viat
- huomautukset ennen asiakasluovutusta
- kaupunki
- kerrosmäärä
- tarkastukset
- tuoteperhe

Prosessien tutkiminen toteutettiin käytännössä keräämällä tietyn tuoteperheen asennuksesta ja kunnossapidosta kertynyttä tietoa. Tiedon joukosta etsittiin tiettyjä säännönmukaisuuksia, ja pohdittiin niitä mahdollistavia ja yhdistäviä juurisyitä. Kyseiset säännönmukaisuudet liittyivät prosessin hallintaan. Näitä olivat esimerkiksi

- alihankinnan vaikutus laatuun
- huomautuksien yhteys myöhempisiin vikoihin
- laitteiden raportointi
- luovutuksen jälkeisten vikojen kategorisointi
- luovutustarkastusvikojen kategorisointi
- luovutustarkastuksien määrä
- luovutuksissa aiheutuneet huomautukset
- vikojen vertailu

7.2 Tiedon analysointi

Analyysin rakentamisessa yhdisteltiin eri tiedostoja ja tuotannonohjausjärjestelmistä löytyvää tietoa, joka yhdistettiin Exceliin. Tutkittavan aineiston hakusanat olivat

- Etelä-Suomi
- Monospace 500
- 2017
- 2018

Excel -tiedostoon yhdisteltiin edellä mainittujen hakusanojen lisäksi kappaleessa 7.1 esiteltyjen kysymyksiä vastauksien etsintää tukevaa materiaalia. Lopulliseen muotoonsa rakennetusta analyysitiedostosta löytyivät seuraavat kategoriat laitetiedon lisäksi:

- aliurakointi
- alueen huoltopäällikkö
- katuosoite
- kaupunki
- tarkastukset
- tarkastuksen suorittaja
- tarkastushuomautukset
- työnjohtaja
- valmistumisen ajankohta
- vikaantumattomat ajanjaksot
- vikaantumisen päivämäärät
- vikakeikkojen työselitteet
- vikojen kategorisoinnit.

Edellä mainitulla listalla todettiin olevan mahdollista vastata kappaleen 7.1 esitettyihin kysymyksiin. Työssä luotu Excel-tiedosto tallennettiin, jotta mahdollisten lisäkysymysten etsiminen on mahdollista työn jälkeen.

Vikojen pääkategorioita tarkastelussa eriytettiin yhteensä 13 kappaletta. Muunlaisia vikoja tarkastelussa ilmeni myös ja ne ovat tarkastelussa mukana, mutta niiden yksittäisyyden vuoksi ne jätettiin pois tarkemmasta tarkastelusta. Vikojen luokitteluun oli kaksi mahdollisuutta eli juurisyyt tai ongelmien ominaisuus, joista luokittelussa käytettiin

parhaimman tiedon mukaan juurisyitä. Logiikka vaihteli paikoitellen, sillä analyysiä rakennettiin kunnossapidossa ja tuotannossa suoritettujen työraportointiselitteiden mukaan.

7.3 Tarkastushuomautukset

Tarkastuksissa todetuista huomautuksista 94 % todettiin vuonna 2017 ja 6 % todettiin vuonna 2018. Listauksesta poistettiin alun perin mukana ollut tieto kerrosmääristä, sillä kerrosmääristä ei voitu päätellä vikojen juurisyitä. Kohdekäynneistä 7 % kohdennettiin kiinteistön toivomiin muutostöihin, jotka eivät siis olleet vikoja, vaikka ne otettiin laskennassa mukaan.

Tarkastushuomautukset korjattiin 100 % huomautuksista. Takuun aikana ilmenneillä vioilla ei todettu olevan yhteyttä tuotannossa esiintyneisiin tarkastushuomautuksiin. Tarkastelujakson aikana 22 % kohdekäynneistä laskutettiin asiakkailta, sillä ne koostuivat pääasiassa väärinkäytöistä tai ilkeistä.

7.4 Vikojen jakautuminen

Tarkastelussa listattiin viat alueittain, jotta tarkastelu helpottuisi.

Työnjohtajat	Viat lkm
T1	13,0 %
T2	8,0 %
T3	3,0 %
T4	7,4 %
T5	5,0 %
T6	0,8 %
T7	9,0 %
T8	16,0 %
T9	0,8 %
T10	23,0 %
T11	14,0 %
Yht	100,0 %

Kuva 6 Vikojen jakaantuminen alueittain

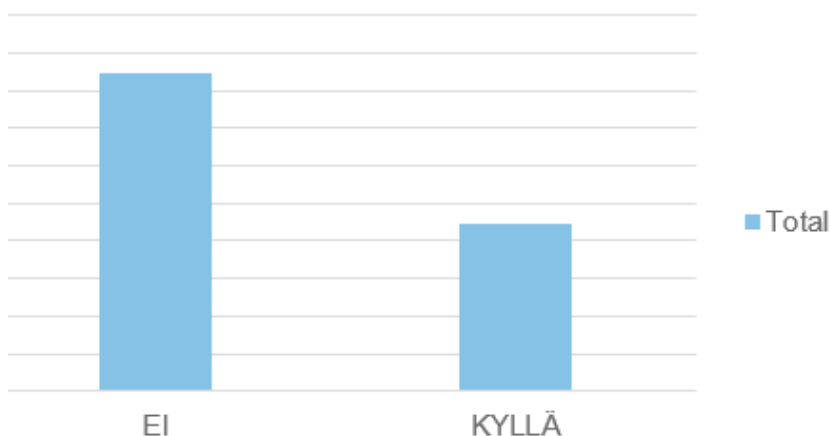
Viat jaoteltiin edellisessä kappaleessa esitetyn logiikan mukaisesti. Jaottelu on näkyvillä kuvassa 6.

Vikojen limittäisyys ja päällekkäisyys johtui siitä, että tietty vika voitiin tulkita useammalla tavalla. Toinen syy oli se, että esimerkiksi käyttäjistä johtuneita rajavikoja olisi hankala tulkita niiden ollessa kategorisoituna käyttäjävikojen alle.

Vikakategoriat	Jakautumis %
Ajomukavuus	1,3 %
Asennusvika	0,9 %
Ei selvinnyt	15,0 %
Ei vikaa	0,7 %
Käyttäjä	20,0 %
Lukkovika	16,0 %
Ohjelmavika	9,0 %
Ovivika	17,0 %
Parametrivika	6,6 %
Rajavika	5,3 %
Sähkökatko	2,2 %
Sähkötys	2,3 %
Valoverhovika	3,7 %
Yhteensä	100,0 %

Kuva 7 Takuuajaiset pääkategorian mukaiset viat

Viat jaettuina tarkastuksen mukaan



Kuva 8 Viat jaettuina tarkastustyyppin mukaan

Kuvasta 8 todettiin selkeä yhteys sille, että tarkastustyyppin ”Ei” laitteet vikaantuivat tarkastelujaksolla huomattavasti enemmän. Viat jakaantuivat 68 % niille laitteille, joihin ei suoritettu vapaaehtoista kunnossapitoluovutuksen tarkastusta.

Työnjohtajat	Tehdyt tarkastukset
T1	100 %
T2	0 %
T3	100 %
T4	17 %
T5	45 %
T6	100 %
T7	56 %
T8	39 %
T9	100 %
T10	5 %
T11	74 %

Kuva 9 Tarkastuksien suhde lukumäärät jaoteltuna vikojen mukaan

Kuvien 8 ja 9 tulokset vastaavat insinööriyön alkuperäisiin kysymyksiin

- Millä tasolla kunnossapidon luovutusprosessia toteutetaan?
- Mikä on tarkastustyyppin suhde vikoihin?

Suoritetun analyysin perusteella todettiin, että asiakkaalle annettu lisäarvo on kannattavaa lisätarkastuksen muodossa. Prosessia voidaan kehittää ja optimoida tehokkaammin toimivaksi kokonaisuudeksi, jolloin siitä saadaan työntekijöiden käyttöön erinomaisesti toimiva työkalu. Jatkoselvitystä varten todettiin, että kaikilla tarkastuksen suorittajilla tulee olla samanlainen kompetenssi tarkastuksien suorittamiseen. Näitä asioita ovat yhtäläinen koulutus ja työvälineet.

7.5 Analyysin jatkaminen

Työstä saatujen tulosten perusteella todettiin, että prosessia olisi järkevä valvoa sillä ajatuksella, että siitä opittaisiin asioita ja myös tunnistettaisiin mahdollisia ongelmakohtia. Valvontatyökalun tarpeellisuuden analysointi oli yksi insinööriyön kysymyksistä. Työssä kerätystä havaintoaineistosta saatiin tarvittavaa tietoa, jotta automatisointi mahdollistuu valvontakorttien tavoin. Työkalu suunniteltiin suorittamaan automaattinen sähköpostin lähetys ennalta määritellyille henkilöille, kun ohjelma huomaa epäohdonmukaisuuksia. Valvontatyökalua varten tarvittavat valvontarajat saatiin suoritetusta analyysistä.

7.6 Valvonnan työkalu

Valvontatyökalu rakennettiin Exceliin Visual Basicilla. Skripti toteutettiin niin, että käyttäjän on mahdollista pienillä muutoksilla muokata työkalusta erilaisiin käyttötarkoituksiin sopiva versio. Työkalua pystyttiin hyödyntämään hyvin erilaisen tiedon analysoinnissa. Työssä käytettiin skriptiä, joka reagoi tiettyihin sanoihin tilastoissa.

Esimerkkikoodi 1.

```
Private Sub Worksheet_Change(ByVal Target As Range)
    Dim KeyCells As Range
    ' The variable KeyCells contains the cells that will
    ' cause an alert when they are changed.
    Set KeyCells = Range("X" & Target.Row)
    If Not Application.Intersect(KeyCells, Range(Target.Address)) _
    Is Nothing Then
        ' Display a message when one of the designated cells has been
        ' changed.
        ' Place your code here.
        If Target.Value = "XXX" Then
            Call Mail_small_Text_Outlook
        End If
    End If
End Sub

Sub Mail_small_Text_Outlook()
    Dim xOutApp As Object
    Dim xOutMail As Object
    Dim xMailBody As String
    Set xOutApp = CreateObject("Outlook.Application")
    Set xOutMail = xOutApp.CreateItem(0)
    xMailBody = "Hei," & vbNewLine & vbNewLine & _
        "Kirjoita tähän haluamasi otsikon teksti" & vbNewLine & _
        "Tämä on lisärivi haluamallesi tekstille"
    On Error Resume Next
    With xOutMail
```

```
.To = "@kohdehenkilö"  
.CC = "@kopionsaaja"  
.BCC = "@piilokopionsaaja"  
.Subject = "Huomioviestin aihe!"  
.Body = xMailBody  
.Display 'or use .Send  
End With  
On Error GoTo 0  
Set xOutMail = Nothing  
Set xOutApp = Nothing  
End Sub
```

8 Yhteenveto

Laadun ja prosessien hallitseminen on panostamisen arvoinen asia. Prosesseihin ja laatuun liittyvien asioiden hallintaan sisältyy myös asioiden kriittinen tarkastelu, koska yrityksen on tarpeellista olla muuntautumiskykyinen mm. ympäristönäkökohtien, sekä trendien muuttuessa. Luovutusprosessin kehitystyö suoritettiin tutustumalla alan kirjallisuuteen, joka liittyi kunnossapitoon, tuotantoon ja valvontakorttien käyttöön. Tutkimustyössä tarkasteltiin asennuskentän prosessien laadukkuutta, sekä analysoitiin mahdollisuuksia näiden prosessien valvonnalle. Työn apuna olleessa kirjallisuudessa todettiin, että tiettyjen asioiden tulee olla yrityksen hallinnassa, jotta tilastollisen laadunvalvonnan käyttöönottoprojekti voidaan käynnistää.

Työssä todettiin myös tilastollisen laadunvalvonnan olevan tutkittavaan prosessiin liian raskas. Tilastollisen laadunvalvonnan toiminnan periaatteita arvioitiin työn edetessä, ja niitä mukaillen prosessin tutkintaa varten kehitettiin käyttäjää avustava työkalu. Työssä tutkittu havaintoaineiston data kerättiin useasta lähteestä eri menetelmin samalle pohjalle, jossa kriittinen tarkastelu suoritettiin. Havaintoaineiston pohjalta pystyttiin löytämään tiettyjä tuloksia, ja niitä varten kehitettiin mahdollisia jatkotutkimuskysymyksiä. Havaintoaineistosta oli mahdollista analysoida, onko olemassa tiettyjä säännönmukaisuuksia, jotka toistuvat, kun tietyt asiat toteutuvat. Valvonnan työkalun toteuttamiselle tuotti haasteita Excelin luomat rajoitteet: Excel ei kykene käsittelemään raskasta dataa ja se ei pysty toteamaan datan yhdenmukaisuutta.

Insinööriyön lopulliseksi tuotteeksi kehitettiin työkalu, joka pystyy vertaamaan seuraavia tietoja keskenään riippumatta alustasta:

- asennukseen tulevat laitteet
- asennuksesta asiakaskäyttöön luovutetut laitteet
- luovutustarkastus

Päätavoitteen mukaisesti toimiessaan työkalu pystyisi valvomaan prosessia ilman ihmisen osallistumista. Idea kuitenkin epäonnistui kappaleen alussa esitettyihin syihin. Työssä saatiin luotua ihmisen apuna toimiva työkalu, joka tunnistaa tarkastamattomat laitteet. Työkalun toiminta vaatii ihmisen suorittaman Excelin välilehden päivittämisen, josta se tunnistaa kohteet luoden määritellyille henkilöille automaattiviestin, jonka sisältö on räätälöitävissä. Edellä esitetty koodirivi on muokattavissa tarpeen mukaan Excelin Developer-välilehdellä.

Kokonaisuudessaan työ eteni alusta loppuun saakka aikataulussa. Työn alkupuolella suunniteltiin tiukka aikataulu, jossa pysyminen vaati pitkiä työpäiviä ja tarkkaa työskentelyotetta. Hyvällä suunnittelulla ja ahkeralla työtöteellä työstä saatiin valmis aikataulun mukaisesti.

Lähteet

Five Ways to Use Shewhart's Charts. 1999. Verkkodokumentti. Donald J. Wheeler <https://www.spcpress.com/pdf/DJW110.pdf>. Viitattu 16.1.2018.

Järviö, Jorma & Lehtiö, Taina. 2012. Kunnossapito. 5. uudistettu painos. Helsinki: KPMedia Oy.

KONEen historia. 2019. Verkkodokumentti. <https://www.kone.com/fi/yhtio/historia/>. Viitattu 22.1.2019.

Kouri, Ilkka. 2010. Lean taskukirja. Teknologiateollisuus.

Lean-filosofian 7+1 tuottamatonta toimintoa. 2010. Verkkodokumentti. Arrow Engineering. <https://blogi.arroweng.fi/lean-filosofian-71-tuottamatonta-toimintoa>. Viitattu 23.1.2019.

PSK 6201:2011. Kunnossapito, käsitteet ja määritelmät. Standardi. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys. <http://www.psk-standardisointi.fi>. Viitattu: 17.1.2019.

Salomäki Rauno. 1999. Suorituskykyiset prosessit – Hyödynnä SPC. Metalliteollisuuden Kustannus Oy. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

SFS-EN 13306 :2017. Kunnossapito, kunnossapidon terminologia. Standardi. Suomen Standardisointiliitto SFS ry. <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/628126.html.stx>. Viitattu: 17.1.2019.

SFS-EN 15341:2007. Kunnossapidon suorituskyky. Standardi. Standardi. Suomen Standardisointiliitto. <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/8669.html.stx>. Viitattu 15.1.2019.

Teollisen kunnossapidon uusi aika. 2015. Verkkodokumentti. <https://.maintpartner.com/fi/uutisia/blogit/33-teollisen-kunnossapidon-uusi-aika>. Viitattu 15.1.2019.

Walter A. Shewhard Biography. 2018. Verkkodokumentti. <https://history-biography.com/walter-a-shewhart/>. Viitattu 15.12.2018.