



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

ERITYISSYYN POISTAMI- NEN 8D-LAATUTYÖKALUN AVULLA

Toimintamallin luominen ja käyttöönotto Ratesteel
Oy:ssä

TEKIJÄ:

Erkka Kattainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Erkka Kattainen	
Työn nimi Erityisyyden poistaminen 8D-laatu työkalun avulla	
Päiväys 18.5.2021	Sivumäärä/Liitteet 28/4
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Ratesteel Oy	
Tiivistelmä	
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Ratesteel Oy:n laadunhallintaa luomalla yhtenäinen malli erityisyyden poistamiseen tuotannosta. Ongelmana oli, ettei yrityksellä aiemmin ollut selkeää ja dokumentoitua tapaa ongelmanratkaisuun. Tämä johti usein siihen, että korjaavia toimenpiteitä koskevat päätökset ja niiden toteuttamien venyivät, eikä toimenpiteitä tai niiden jälkiseurantaa dokumentoitu. Täten osa erityisyyden juurisyistä on voinut jäädä poistamatta ja haittaamaan tuotantoa.</p> <p>Työ aloitettiin luomalla ongelmaratkaisuun käytettävät niin kutsutut 8D-lomakkeet. Lomakkeiden avulla erityisyyttä poistavan ryhmän toiminta tulee olemaan johdonmukaista ja selkeää. Lomakkeiden teossa huomiointiin yrityksen tarpeet sekä luotiin erilliset lomakkeet sisäisesti havaittuihin poikkeamiin että asiakasreklamaatioiden kautta havaittuihin erityisyyhin. Lomakkeiden käytön ja ryhmän toiminnan helpottamiseksi luotiin myös ohjeet, joissa lomakkeen käyttö on kuvattu vaihe vaiheelta.</p> <p>Kun lomakkeet ja ohjeet oli tehty, testattiin niiden toimivuus yrityksen käytössä pilottikokeilulla. Kokeiluun valittiin sopiva erityisyys tuotannosta, joka nousi esille ja se poistettiin 8D-menetelmän mukaisesti. Onnistuneen testin jälkeen malli todettiin toimivaksi ja testin aikana esille nousseet kehitys ideat lomake pohjiin toteutettiin.</p> <p>Työn tuloksena toimeksiantaja sai testatun ja tarpeilleen räätälöidyn toimintamallin erityisyyden poistoon. Nykyinen malli on tehokas ja toimiva, sekä se poistaa alkuperäiset ongelmat. Erityisesti malli parantaa erityisyyden poistamisessa kommunikaatiota ryhmän sisällä, korjaavien toimien vastuunjako ja toteutuneiden toimien dokumentointia ja jälkiseurantaa. Jatkossa malli on tarkoitus ottaa osaksi toimeksiantajan prosessia erityisyyden poistamisessa, kun kriteerit 8D-menetelmän käytölle täyttyvät.</p>	
Avainsanat 8D, erityisyys, SPC	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering	
Author(s) Erkka Kattainen	
Title of Thesis Removing special cause by using 8D-method	
Date 18.5.2021	Pages/Appendices 28/4
Client Organisation /Partners Ratesteel Oy	
<p>Abstract</p> <p>The purpose of the Thesis was to develop quality management at Ratesteel Oy by creating a uniform method to remove special causes from production. The problem was that the company did not have clear and documented method to use in problem solving. This often led to that decisions about corrective actions and fulfilling those actions prolonged. Also, neither the actions nor their follow-up were not documented. Thus, some of the root causes for specific reasons may not have been removed and these can hamper production.</p> <p>The Thesis was started by creating so called 8D-forms for problem solving. These forms guide the 8D-team working on removing special cause. While creating the forms, the company needs were noticed, and the forms were tailored to suite these needs. Also, separate forms were created for special causes that are detected internally and for special causes that are detected via customer complaints. In order to ease the use of the forms and the operation of the group, instructions were also created describing the use of the form step by step.</p> <p>When the forms were made, it was time to test their usability. To test the 8D-method and the forms, a special cause was detected from production and then removed using the 8D-method. After a successful test, the method was found useful, and some minor upgrades based on the test were done to the forms.</p> <p>As a result, client received a tested and needs-tailored operating model to eliminate special causes. The model is efficient and effective, it also eliminates problems in original methods. Especially model improves team's communication, dividing responsibilities for corrective actions and documentation and follow-up of actions taken. In the future model is intended to be taken as a part of the client`s special cause removing process when the criteria for the use of the 8D-mehtod are met.</p>	
Keywords 8D, special cause, SPC	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	RATESTEEL OY.....	7
3	LEAN SIX SIGMA	8
3.1	Historia	8
3.1.1	Leanin historia	8
3.1.2	Six Sigman historia.....	9
3.2	Mitä Lean Six Sigma on?.....	10
3.3	8D-menetelmä.....	12
4	TILASTOLLINEN PROSESSINOHJAUS (SPC)	13
4.1	Historia	13
4.2	Hyödyt ja käyttö	13
4.3	Valvonta- ja ohjauskortit	16
4.4	Erityisyys.....	17
5	NYKYTILAKUVAUS	18
5.1	Erityisyyden tunnistaminen	18
5.2	Erityisyyden poistaminen	19
6	TYÖN TOTEUTUS	20
6.1	Ratkaisun esittäminen	20
6.2	8D-raporttipohjien luonti	21
6.3	8D-menetelmän pilotointi	22
6.3.1	Poistettavan erityisyyden kuvaus.....	22
6.3.2	Pilotoinnin vaiheiden toteutus	23
7	TYÖN TULOKSET.....	26
7.1	8D-lomakepohjien kehittäminen.....	26
8	YHTEENVETO JA POHDINTA	27
	LÄHTEET	28

LYHENTEET

8D	8-vaiheinen ongelmanratkaisumenetelmä
TQM	Kokonaisvaltainen laadunhallinta, Total Quality Management
TPS	Toyotan tuotantosysteemi, Toyota Production System
SQC	Tilastollinen laadunohjaus, Statistical Quality Control
SPC	Tilastollinen prosessinohjaus, Statistical Process Control

1 JOHDANTO

Erityisyyden poistaminen ja juurisyyn tunnistaminen on tärkeää tuotantoprosessin kannalta. On olemassa useita eri ongelmanratkaisukeinoja, jotka keskittyvät vain välittömien syiden ratkaisemiseen eivätkä ne pureudu juurisyyn asti. Mikäli juurisyitä ei löydetä, erityisyys voi tapahtua uudelleen tai muualla. Asiakkaan toimitusvarmuuden ylläpitämiseksi ja laadun takaamiseksi on tärkeää löytää ja poistaa erityisyydet tuotantoprosessista nopeasti ja pysyvästi. (Hoyle, s.832, 2018)

Prosessin kehittäminen ja ongelmanratkaisu ovat olleet itselleni kiinnostavia aiheita riippumatta ympäristöstä mihin ne liittyvät. Työskenneltyäni useana kesänä Ratesteel Oy:ssä, ajauduin usein laatutiimin tehtäviin, jotka koin mielenkiintoisiksi juuri ongelmanratkaisun näkökulmasta. Opinnäytetyöni aiheen sain, kun yritys koki tarpeelliseksi kehittää toimintaansa siten, että päivittäisessä laatutiimin työskentelyssä voitaisiin keskittyä enemmän tuotannossa ilmenevien erityisyyden ja näiden juurisyiden poistamiseen.

Työn tavoitteena on kehittää Ratesteel Oy:n laadunhallintaa erityisyyden poistamisen osalta. Tarkoituksena on luoda toimintamalli, jossa erityisyyden poistamiseen hyödynnetään 8D-menetelmää. Tilaajan toiveena oli juuri 8D-mallin käyttö, joten täten muita menetelmiä tai työkaluja ei työssä tutkita. Lopputuloksena on tarkoitus saada 8D-lomakepohjat ja näiden ohjeistus tilaajalle sekä pilotoida menetelmä poistamalla jokin tuotannosta ilmenevä erityisyys luotuja pohjia ja menetelmiä hyödyntäen. Lisäksi työssä huomioidaan, että onnistuessaan malli voitaisiin ottaa käyttöön myös muissa RD Group Oy-konsernin yrityksissä, joihin myös Ratesteel Oy kuuluu. Kuitenkin työssä keskitytään vain toimintamallin luomiseen ja menetelmän käyttöönottoon pilottikokeilulla Ratesteel Oy:ssä.

Opinnäytetyön alussa teoriaosiossa käsitellään Lean Six Sigma teoriaa. Lean Six Sigma on metodologia laajasti käytössä myös Ratesteel Oy:n laadunhallinnassa, joten täten se on oleellinen osa yrityksen toimintaa ja ideologiaa laadun näkökulmasta. Lisäksi teoriaosiossa käydään läpi tilastollisen prosessinohjauksen eli SPC:n teoriaa. SPC:n menetelmiä käytetään Ratesteel Oy:ssä juuri erityisyyden tunnistamisen ja tuotannon laadun seuraamisessa. Näiden menetelmien ymmärtäminen on tärkeää, kun lähdetään kehittämään laadunhallintaa.

Varsinainen kehitystyö opinnäytetyössä alkaa 8D-lomakepohjien luomisella. Tilaajan toiveiden mukaisesti luodaan kaksi erillistä pohjaa, toinen sisäisesti havaituille erityisyyille, toinen asiakasreklaamaatioiden kautta havaituille. Pohjista pyritään luomaan selkeät ja helppokäyttöiset, jotta menetelmän käyttäminen olisi aina yhtä tehokasta. Pohjien käytön tueksi luodaan myös ohjeet, joissa menetelmän vaiheet avataan tarkemmin ja täten voidaan aina varmistua menetelmän oikeasta käytöstä. Pohjien valmistuttua käydään ne läpi yhdessä tilaajan toimihenkilöiden kanssa sekä tehdään mahdolliset korjaukset jo tässä vaiheessa. Menetelmän käyttöönotto testataan poistamalla oikea ja havaittu erityisyys tuotannosta opinnäytetyössä luotujen pohjien avulla. Mikäli ensimmäisen käyttöönoton aikana havaitaan kehityskohteita tai ylimääräisiä vaiheita menetelmässä, korjataan ne vielä opinnäytetyön puitteissa.

2 RATESTEEL OY

Ratesteel Oy on Vieremällä sijaitseva automatisoituun hitsaukseen erikoistunut yritys. Vuonna 1998 perustettu yritys oli alun perin hitsausalihankintaverstas. Aluksi hyvin pienimuotoista toimintaa pidettiin yllä hallissa, jonka alkuperäinen tarkoitus oli toimia varastotilana. Kuitenkin asiakasvaatimusten ja toiminnan kasvaessa alkoi yrityksessä muutos yhä tehdasmaisempaan suuntaan. Ensimmäinen toimitilojen uudistus tapahtuikin vuonna 2005, jonka jälkeen palveluntarjontaa pystyttiin kasvattamaan. Kasvu olikin nopeaa, sillä ensimmäinen hitsausrobotiasema hankittiin vuonna 2007 ja toinen jo vuonna 2008. Toimitiloja laajennettiin vuoden 2009 aikana edelleen.

Nykyään Ratesteel Oy on osana kolmen yrityksen RD Group Oy-konsernia. Konsernin muina yrityksinä ovat niin ikään Vieremällä sijaitsevat Debomix Oy ja RD Technology Center Oy, jolla on toimipiste Vieremän lisäksi myös Kiuruvedellä. Nämä kolme yritystä ovat tehneet jo pitkään tiivistä yhteistyötä, kunnes vuonna 2018 oli virallisesti aika siirtyä saman lipun alle. Kolmen yrityksen ja neljän toimipisteen voimin konsernissa pystytään tuottamaan palveluita niin hitsauksen, koneistuksen, pintakäsittelyn kuin kokoonpanon saralta. Kolme tytäryhtiötä työllistävät yhteensä noin 120 henkilöä. Suurimpana asiakkaana konsernilla toimii metsäkoneyhtiö Ponsse. Muita asiakkaita ovat muun muassa Snowek, HT Laser, Normet sekä Kesla. (RD Group, 2021)



Kuva 1. Ratesteel Oy. (Kattainen, 2021)

3 LEAN SIX SIGMA

3.1 Historia

3.1.1 Leanin historia

Leanin perustana on ihmiskeskeinen johtaminen ja jatkuvan parantamisen ajattelu, joka länsimaissa tunnetaan paremmin TQM:nä tai demingisminä. Molemmat näistä termeistä ovat vastakohtia 1970-90-luvuilla vallinneelle tulos- ja kilpailujohtamiselle. Lean-käsite on syntynyt vuonna 1987, mutta sen periaatteet ovat lähtöisin jo 1950-luvulta. Käsitteen nimesi tutkija John Krafcik tutkimusohjelman ”International Motor Vehicle Program, IMVP” puitteissa. Krafcik tarvitsi nimen kuvaamaan tutki- maansa Toyotan TPS-mallia. Hän päätyi nimeen Lean havaittuaan, että TPS-malli käyttää vähem- män resursseja tuottaen saman määrän arvoa yritykselle kuin muiden autotehtaiden menetelmät. (Karjalainen & Karjalainen, 2020)

Leanin kehtona voidaan pitää Japania ja Toyotan autotehdasta. Shigeo Shingo ja Taiichi Ohno ovat nimiä, jotka kytkeytyvät vahvasti Lean-ajattelun alkuun. He kehittivät juuri TPS-mallin, jota pidetään Leanina. Ohnon ajattelu Toyotan prosessin kehittämistä sai alkunsa 1930-luvulla, kun hän kuuli, että yhdeksän japanilaista työntekijää tekevät saman työn kuin yksi amerikkalainen työntekijä. Ohno päätteli, että liukuhihnamaisesti tapahtuvassa tuotannossa esiintyy paljon hukkaa. Ohno oivalsi, että pienten ja tarpeeseen tulevien erien tuottaminen on halvempaa, kuin tuottaa osia yli tarpeen. Täten varastoinnin tarve pieneni ja virheet havaittiin tehokkaammin, kun virheelliset osat eivät huku tuhan- sien varastoitavien osien joukkoon. (Barsalou, 2013)

Ohno vieraili useita kertoja Yhdysvalloissa tutustumassa pääasiassa Fordin tehtaisiin. Hän havaitsi, että Fordin kehittämässä liukuhihnamallissa viallisia tuotteita päästettiin lävitse ja korjaukset tehtiin vasta linjan lopussa. Liukuhihnan pysäyttämistä pidettiin kalliina erityisesti työntekijöiden korkeiden ylityömaksujen vuoksi. Lisäksi tehtaanjohtajien palkat olivat sidottuja tuotantotavoitteisiin, jotka ei- vät täytyisi linjan pysähtyessä. Ohno vei havaintonsa mukanaan Japaniin ja kehitti uudenlaisen työskentelytavan Fordiin verrattuna. Ohnon suunnitelmassa ei virheellisiä tuotteita päästetty eteen- päin linjalla, vaan jokaisella työntekijällä annettiin vastuu ja mahdollisuus pysäyttää linja aina havai- tessaan ongelman. Pysäytyksen tullessa ongelmaa ratkottiin tiimityöskentelyn avulla, sekä lisäksi selvitettiin juurisyy käyttämällä viisi kertaa miksi laatutyökalua. Alussa pysähdyksiä tuli usein, mutta kun ongelmien juurisyyt selvitettiin ja virheet eivät enää toistuneet, vähenivät tuotantolinjan pysäy- tykset dramaattisesti. (Lev, 2018)

Toyotan menestys TPS-mallin avulla 1960–80 luvuilla johti IMVP-tutkimusprojektin käynnistämiseen vuonna 1985. Tutkimusprojektin myötä syntyi kirja ”The Machine That Changed the World”. Vuonna 1996 Leanin perusteoksena pidetty ”Lean Thinking” julkaistiin. Lean ei perustu täysin Toyotan käy- täntöihin vaan Leania käsitellään sen perusteella mitä Toyotan menetelmien uskotaan olevan tai mitä niistä on nähty. Lean on kehittynyt 70 vuoden aikana TPS:stä moniksi eri haaroiksi. Haarojen eroina on erilaisten tekijöiden eriarvoinen painotus. Kuitenkin jokaisen periaatteena on hukka ja hu- kan poistaminen prosessista. Melkein jokaisen Lean-konseptin perusteena on Toyotan menetelmät. (Karjalainen & Karjalainen, 2020)

Toyotan TPS-mallia kuvaa niin kutsuttu Toyotan talo. Siinä on kuvattuna elementit, työkalut sekä päämäärä. Elementit koostuvat filosofiasta, visuaalisesta johtamisesta, vakaasta ja yhdenmukaisesta toimimisesta sekä tuotannon tasaamisesta. Työkaluihin kuuluvat sekä laadulliset että tuotannonohjauksen työkalut. Talon keskiössä on jatkuva parantaminen ja huipulla organisaation asettamat tavoitteet. (Karjalainen T. , 2014)



Kuva 2. Toyotan talo. (Logistiikan maailma, 2021)

3.1.2 Six Sigman historia

Six Sigman perustan niin sanottuna mittastandardina loivat herrat DeMoivre, Laplace, Carl Friedrich Gauss, Quètelet ja Galton. He vaikuttivat 1730–1870 lukujen aikana luoden normaalijakauman konseptin. Tämän konseptin taustana oli ajatus luonnon peruskäyttäytymisestä ja siitä, kuinka luonto näytti toimivan toisin kuin eksaktissa maailmassa kuviteltiin.

Sigma tarkoittaa mittastandardia tuotteissa ja prosesseissa esiintyvälle vaihtelulle. Ennen Six Sigman kehittämistä, loi tri Walter A. Shewhart kolmen sigman konseptin. Tätä konseptia käytettiin perusteena tieteelliselle ja tilastolliselle laadunohjaukselle, joka tunnetaan nykypäivänä lyhentein SQC tai SPC. Shewhart kehitti myös käsitteet satunnaissyvaihtelu sekä erityissyvaihtelu. Näiden käsitteiden luonti ja erottaminen toisistaan loivat käännekohtan laatutekniikassa ja mahdollistivat jatkuvan parantamisen mallien luonnin.

Six Sigman kehityksen ensiaskeleet otettiin Motorolan toimesta vuonna 1979, kun Motorolalla todettiin, että heidän laatunsa laskee. Yrityksen silloista insinööriä Bill Smithiä pidetään Six Sigman matemaattisen taustan kehittäjänä. Motorolalla häntä arvostetaan kuitenkin vielä enemmän, jopa koko Six Sigman isänä. Hän esitti myös johtopäätöksensä, kuinka yrityksen laadun laskeminen saadaan käännettyä oikeaan suuntaan, tämän johtopäätöksen pohjalta muodostui Six Sigman teoria. Mikäli

tuote pystytään valmistamaan virhevapaana, se johtaa harvoin vioittumiseen käytön aikana. Motorola oppi tästä, että yksittäiseen vikaan tai virheeseen ei kannata hakea yksittäistä ratkaisua vaan ratkaisu on haettava tilastollisiin jakaumiin vaikuttavista tekijöistä. (Karjalainen & Karjalainen, s.34-38, 2020)

Vuonna 1987 Motorola käyttöönotti Six Sigma menetelmät osana prosessiaan ja lisäsi termin virallisesti osaksi yrityksen käytäntöjä. 1991 ensimmäinen Black Belt Six Sigma otettiin käyttöön Motorolla. Tämän merkitsi työntekijöiden koulutusta, jotta kehitys vain kiihtyisi. Samana vuonna suuri ilmailualan yritys Allied Signal otti menetelmät käyttöön. Yrityksessä havaittiin vain kuudessa kuukaudessa huima kehitys laadussa sekä kustannusten pienenemissä. Six Sigma jatkoi leviämistään vuonna 1995 kun General Electric huomasi muiden yritysten menestyksen menetelmän avulla. Kun GE otti menetelmän käyttöön, saavuttivat he huomattavat säästöt kuluissa vain kolmen vuosineljänneksen aikana.

Tämän jälkeen Six Sigma alkoi saada laajaa huomiota eikä sitä enää tunnettu pelkästään tilastollisena prosessina vaan myös kuluja leikkaavana ja hukkaa vähentävänä menetelmänä kaikessa tuotannossa. Vuoteen 2000 mennessä Six Sigmasta oli tullut jo vakaa osa kulttuuria teollisuudessa. Useita konsultointiyrityksiä sekä koulutus- ja sertifiointipalveluja perustettiin ympäri maailmaa. Amerikan laatu yhdistys ASQ oli ensimmäinen suurista näistä yrityksistä, sen tarjoamat sertifikaatit ja koulutukset eivät rajoittuneet enää vain Black Beltiin vaan tarjolla oli eriasteisia koulutuksia, White, Yellow, Green ja Master Black Belt. (Sharma, 2020)

Nykypäivänä Six Sigma on pysyvä tapa toimia, kyse ei ole vain hetken trendistä. Useat suuret yritykset luottavat sen tehoon ja kykyyn, erityisesti kuinka paljon menetelmällä voidaan saada säästettyä kuluja ja näin kasvatettua yrityksen voittoa. Eikä luotto ole turhaa, vaan tulokset puhuvat puolestaan. Nykyisessä teollisuudessa ei riitä enää pienin askelein parantaminen. Sigma eli hajonta estää tämän siten, että mitä pienempi parannus tehdään, sitä enemmän tarvitaan yksittäisiä näytteitä esittämään muutos todeksi. Six Sigman avulla muutoksia ei tehdä enää yksittäisiä laatu-työkaluja käyttämällä vaan tarpeeksi suuren muutoksen aikaansaamiseksi on prosessissa käytettävä useita eri laatu-työkaluja. (Karjalainen & Karjalainen, s.43-44, 2020)

3.2 Mitä Lean Six Sigma on?

Lean Six Sigma on Leanin ja Six Sigman sekoitus. Six Sigman avulla keskitytään prosessin vaihtelun vähentämiseen ja prosessin hallinnan kehittämiseen, Leanilla taas pyritään poistamaan hukkaa ja lisäämään työn standardointia sekä virtausta. Nykyisin näiden kahden menetelmän raja on häilyvä ja molempia tapoja käytetään yhdessä tulosten saavuttamiseksi, siksi käytössä on usein termi Lean Six Sigma.

Lean Six Sigma on tietoon perustuva, mutta datalla ohjattava kehityksen filosofia. Sen päämääränä on enemmän virheiden estäminen kuin virheiden havaitseminen. Lean Six Sigmalla pyritään asiakas tyytyväisyyteen sekä suurempaan rahalliseen tulokseen yrityksessä. Keinoja, joilla tähän päästään ovat esimerkiksi vaihtelun ja hukan vähentäminen sekä läpimenoaikojen lyhentäminen tuotannossa. Samalla kehitetään työn standardointia sekä virtausta, mikä johtaa kilpailuedun saavuttamiseen.

Nämä peruseriaatteet pätevät kaikkialla prosessissa missä havaitaan vaihtelua tai hukkaa. (ASQ, 2021)

Kuvassa 3 on vertailtu Lean- ja Six Sigma-menetelmiä. Nopeasti voidaan havaita, että molempien menetelmien tunnuspiirteet ovat hyvin samankaltaiset. Menetelmät edustavat kuitenkin tuottavuuden ja tehokkuuden ristiriidan osakokonaisuuksia, virtaustehokkuutta sekä resurssitehokkuutta. Mikäli jompaakumpaa näistä osakokonaisuuksista parantaa, toinen vastaavasti heikkenee. Kun Lean ja Six Sigma yhdistetään Lean Six Sigmaksi tämä ristiriita poistuu.

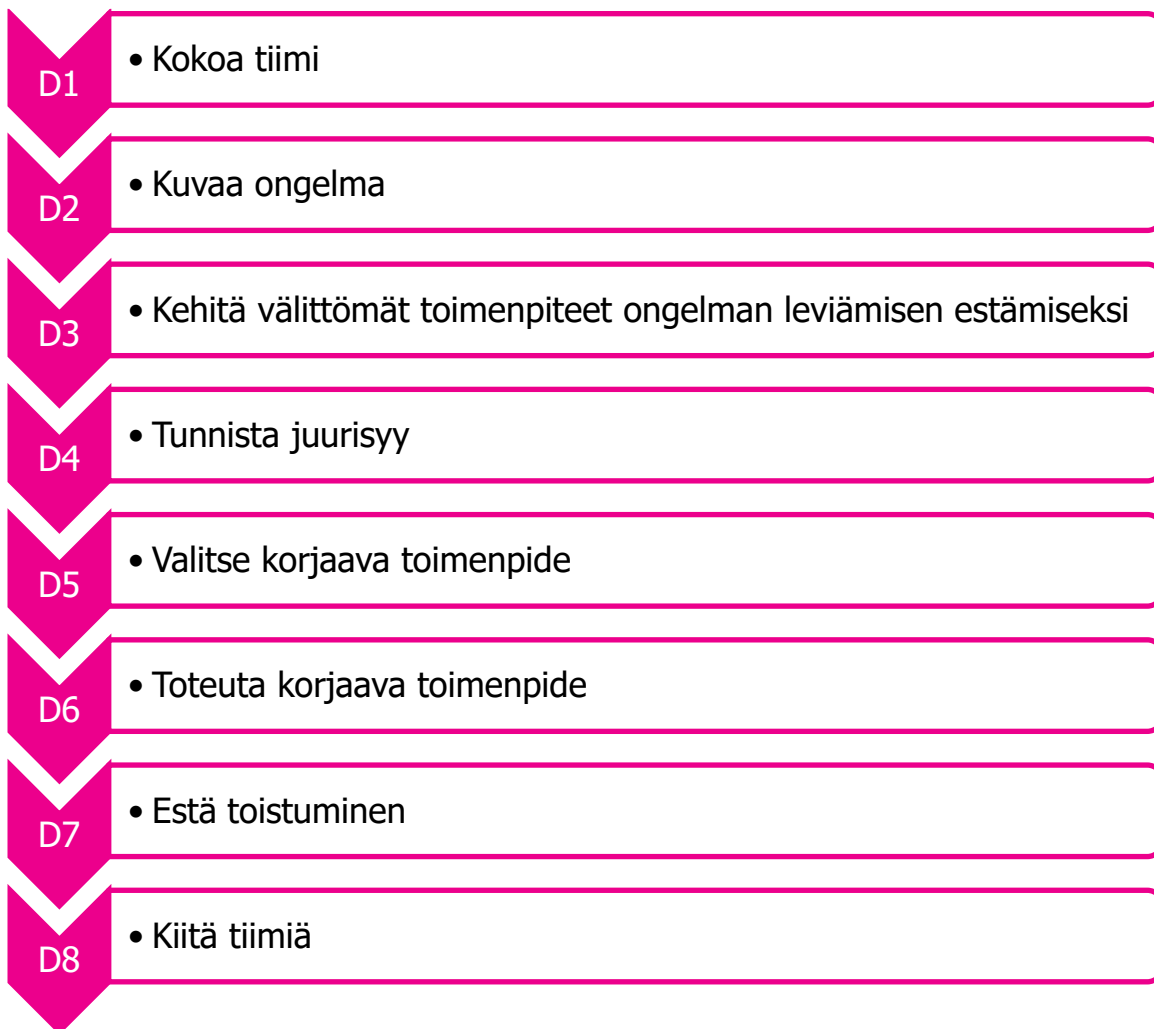
Lean Six Sigman syvin ajatus ei ole pelkkää tilastotekniikkaa tai hukan poistamista. Se on johdon sitoutumista kokonaisvaltaisesti, prosessin parantamista sekä asiakkaan ensimmäiseksi asettamista. Tarkoituksena on, että organisaation jokainen osa-alue kehittyy siten, että voidaan täyttää asiakkaiden, markkinoiden ja teknologian muuttuvat tarpeet. Kehitys tulisi vielä tapahtua siten, että siitä on hyötyä asiakkaan ja osakkaiden lisäksi myös työntekijöille. Six Sigman avulla vaihtelua pienennetään ensin, jonka jälkeen keskiarvot optimoidaan niin lähelle niin kutsuttua tehokkuusreunaa kuin vain on mahdollista Leanin avulla. Menetelmän työkaluja ovat muun muassa Leanin mukana tulleet ei-tilastolliset työkalut kuten Andon, Kaizen, 5S, A3 ja VSM. (Karjalainen & Karjalainen, s.48-50, 2020)

Ohjelma	Six Sigma	Lean
Teoria	Pienennä vaihtelua	Poista hukkaa
Soveltaminen	1.Määrittely 2.Mittaus 3.Analysointi 4.Kehitys 5.Kontrolli	1. Arvon tunnistaminen 2. Arvon virtauksen tunnistaminen 3. Virtaus 4. Imu 5. Täydellisyys
Kohde	Ongelmakeskeistä (ominaisuus)	Virtauskeskeistä (aika)
Oletukset	Ongelma esiintyy. Kuvaajia ja numeroita arvioidaan. Tuotanto paranee mikäli vaihtelua kaikissa prosesseissa vähennetään.	Hukan poistaminen parantaa yrityksen toimintaa. Monet pienet kehitystoimet ovat parempia kuin systeemin parannus.
Ensisijainen vaikutus	Prosessin ulostulo on yhdenmukainen.	Prosessin virtausaika lyhenee
Toissijaiset vaikutukset	Vähemmän hukkaa, nopeampi läpimeno, vähemmän varastoja, Suorituskyky johtajien suoritusarvomittarina, parantunut laatu.	Vähemmän vaihtelua, yhdenmukainen ulostulo, vähemmän varastoja, virtaus johtajien suoritusarvomittarina, parantunut laatu.
Kritiikki	Prosesseja kehitetään itsenäisesti toisistaan riippumattomina.	Tilasto- ja systeemianalyysjä ei arvosteta.

Kuva 3. Leanin ja Six Sigman vertailu. (mukaillen Nave, s.77, 2002)

3.3 8D-menetelmä

8D-menetelmä on tunnettu alun perin nimellä Ford TOPS, kun autoteollisuuden yritys Ford kehitti ongelmanratkaisumenetelmän vuonna 1987. Menetelmää kehitettiin vuonna 1992 ja se nimettiin uudelleen Toistumisen estäminen-menetelmäksi. 8D-menetelmässä ongelmanratkaisuun pyritään tiimityöskentelyn voimin ja noudattamalla kahdeksan vaiheista ohjelmaa. Vaiheet ovat esitetty kuvassa 4. (Hoyle, s.830, 2018)



Kuva 4. 8D-prosessin vaiheet. (mukaiillen Hoyle, s.830, 2018)

8D-menetelmän avulla tiimi löytää ja poistaa ongelman juurisyyyn tehokkaasti. Lisäksi tiimi kehittää toimet, joiden avulla juurisyyyn toistaminen estetään. Menetelmä auttaa myös tutkimaan prosessien valvontajärjestelmien heikkouksia, jotka mahdollistivat ongelman läpipääsyn. 8D:n tarkoituksena ei ole korvata systemaattisia laatujärjestelmiä vaan toimia niiden tukena. Menetelmän tavoitteena on kohdata ongelmat sekä löytää heikkoudet prosessista tai järjestelmistä, joiden takia ongelma alun perin pääsi tapahtumaan. Menetelmän käyttöönoton heikkoutena on, että usein se nähdään virheellisesti yhden sivun ongelman raportointilomakkeena. Pahimmillaan tämä voi johtaa siihen, että lomake koitetaan täyttää liian nopeasti. Eri vaiheet voivat viedä muutamasta tunnista useaan viikkoon, riippuen ongelman laajuudesta. (Riesenberger & Sousa, 2010)

4 TILASTOLLINEN PROSESSINOHJAUS (SPC)

4.1 Historia

Tilastollinen prosessinohjaus sai alkunsa 1920-luvulla, kun amerikkalaisinsinööri Walter A. Shewhart kehitti ensimmäiset teoriat ja mallit prosessin vaihtelusta. Shewhart huomasi, että prosessin vaihteluun vaikuttivat useat eri tekijät. Osa näistä tekijöistä oli prosessille tyypillisiä, kun taas osa ei. Shewhart jakoikin tekijät luonnollisiin ja erityisiin syihin. Näiden pohjalta Shewhart loi ohjauskortit tukemaan teoriaansa.

Toisen maailmansodan aikaan Shewhart teki yhteistyötä Yhdysvaltain armeijan kanssa ja vei tilastollisen prosessinohjauksen mallinsa sekä työkalunsa ammusten valmistajien käyttöön. Lisäksi hän piti luentoja sekä kirjoitti kirjan aiheesta. Shewhart oli myös avainroolissa SPC:n viennissä Japaniin sotien jälkeen. (Seland, 2021)

SPC:n käyttö oli hyvin pitkälti samankaltaista useiden vuosikymmenien ajan Shewhartin esiteltyä ensimmäiset mallinsa. Ohjauskorttien käyttö ja täyttö tehtiin käsin, mikä vaati insinööreiltä paljon aikaa ja resurssia. Steve Wise kertoo artikkelissa (Pickett, 2018) 1980- ja 1990-lukujen murrosajasta, jolloin SPC koki suuren mullistuksen tietotekniikan ja digitalisaation yleistyessä.

Shewhartin luoma ohjauskortin idea on yhä menetelmien peruseriaatteena, nykyisin vain datankeruuseen ja sen käsittelyyn käytetään enemmän ja enemmän tietokoneohjelmistoja. Idea ohjauskortilla on kuitenkin yhä sama, se ilmoittaa käyttäjälleen, mikäli prosessille pitää tehdä jotain tai ettei prosessiin tarvitse tehdä muutoksia. Suurin muutos on kuitenkin se, ettei nykyään käyttäjän tarvitse itse tehdä, lukea tai edes ymmärtää täysin dataa vaan tietokoneohjelmat tekevät tämän käyttäjän puolesta. Nykyään suurin ongelma ei ole enää SPC:n perusidean ymmärtäminen vaan kuinka suurta datamäärää tulisi käyttää, niin että siitä saadaan täysi hyöty irti.

Wisen työskennellessä Boeingilla 1980-luvulla, kaikki data säilöttiin vielä fyysisessä muodossa. Ongelmia aiheutui niin tilankäytön kuin varastoinnin suhteen. Dataa piti säilyttää kuitenkin tarkasti, sillä mikäli tuotteissa havaittaisiin virheitä jälkikäteen, olisi juuri kyseisen tuotteen data saatava palautettua. 2000-luvun alussa tapahtunut suuri loikkaus teknologiassa sekä digitalisaatiossa tarkoitti, että data voitiin säilöä nyt myös erilaisiin pilvipalvelimiin. Täten se olisi aina tallessa ja kaikkien saatavilla. Tämä vaikutti suuresti SPC:n käytettävyyteen ja datankeruuseen. Nykyään SPC-ohjelmistot tarjoavat yritykselle prosesseistaan lisää läpinäkyvyyttä, tehokkuutta ja laatua, unohtamatta säästöjä kuluissa. (Pickett, 2018)

4.2 Hyödyt ja käyttö

Tilastollisen prosessinohjauksen käyttökohdetta ja hyötyjä on hyvä havainnollistaa esimerkin avulla. Muroja valmistavan tehtaan linja on suunniteltu siten, että jokaiseen pakettiin tulee 500 grammaa muroja. Tuotannon luonnollisen vaihtelun takia osaan paketeista tulee kuitenkin vähemmän ja toisiin enemmän kuin 500 grammaa. Pakettien painoa kuitenkin mitataan ja seurataan, tästä datasta saadaan esitettyä pakettien painon vaihtelu. Mikäli tuotannossa tapahtuu jokin muutos, myös vaihtelu

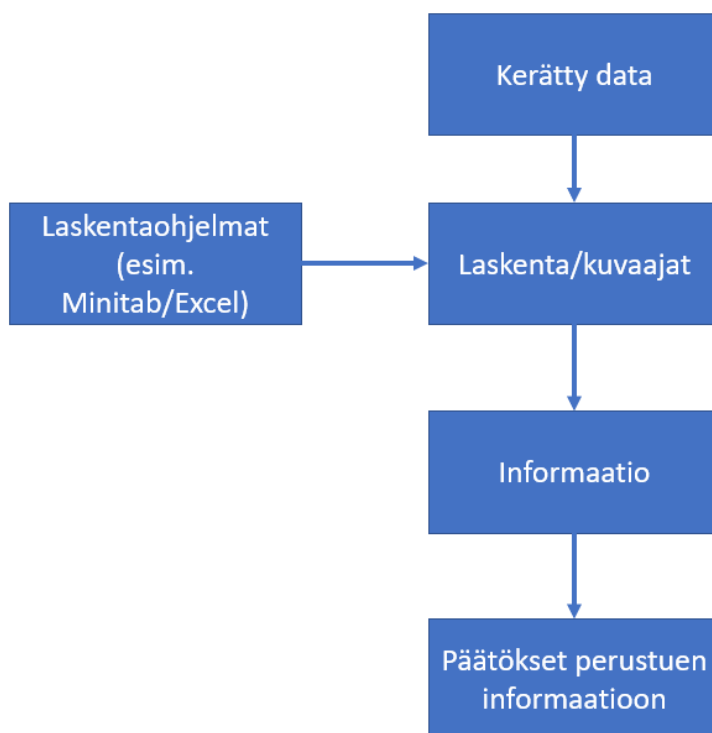
muuttuu. Esimerkiksi tuotantolinjassa tapahtuva osien kuluminen voi johtaa tähän. Tämän takia paketteihin voi alkaa tulla yhä useammin yli 500 grammaa muroja. Tämä ei ole asiakkaan kannalta haitallista, mutta valmistava yritys kokee tämän hukkana. Kun seurattua datasta huomataan vaihtelun muuttuvan, voidaan vika havaita ja korjata, kuten vaihtamalla kuluneet osat. Tämän jälkeen vaihtelun tulisi palata normaalille tasolle.

Esimerkin pohjalta SPC:n käyttö tuotannossa voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen:

1. Prosessin sekä ylä- ja alarajojen ymmärtäminen.
2. Erityisyyden poistaminen, jotta prosessi pysyy vakaana.
3. Prosessin seuraaminen, ohjaukskorttien hyödyntäminen vaihtelun tai keskiarvon muutoksen havaitsemisessa.

(Seland, 2021)

Kuten aiemmin jo todettiin, nykyisillä menetelmillä voidaan prosessista kerätä erittäin paljon erinäistä dataa. Tämän takia datan käsittely onkin ratkaisevassa roolissa nykyisissä SPC-menetelmissä. Onkin tärkeää, että kerätty data antaa vastauksen haluttuun ongelmaan. Lisäksi kerätyllä datalla tulee olla syy-seuraussuhde prosessin tekijöiden ja ulostulon välillä. Kun prosessia tutkitaan SPC:n avulla, on hyvä luoda mittaussuunnitelma, jotta datan hallinta on luonnollista. Lisäksi prosessi tulisi pitää muuttumattomana koko mittausprosessin ajan. Kerätyn datan on tärkeä tuottaa prosessista lisäinformaatiota, jonka perusteella muutoksia lähdetään tekemään. Jotta muutos voi synnyttää informaatiota, on datan ja sen keräyksen oltava rationaalista, sekä dataan tulee kohdistaa erinäisiä ehtoja ja oletuksia, kuten prosessin stabiilius datan keräämisen aikana. (Karjalainen & Karjalainen, s.263-265, 2020)



Kuva 5. Datun käsittely SPC:n avulla. (mukaillen Karjalainen & Karjalainen, s.263, 2020)

Tilastollisen prosessinohjauksen hyötyihin vaikuttaa, kuinka koko organisaatio sitoutuu sen käyttöön. Menetelmistä voidaan saada sitä suurempi hyöty, mitä laajemmin se otetaan käyttöön yrityksessä. Hyödyt ja tulokset ovat suoraan verrannollisia organisaation eri osa-alueilla tehtyihin toimiin. Seuraavassa on listattu esimerkkejä, millä toimilla eri osa-alueilla yrityksessä voidaan hyötyjen saanti maksimoida.

Johtamisfilosofia yrityksessä vaikuttaa suoraan tilastollisen prosessinohjauksen vaikutukseen. Johtamisen näkökulmasta on hyvä ottaa huomioon seuraavia asioita:

- Pääfokusointi on vaihtelun pienentäminen.
- Ota SPC-menetelmät johtamisdataan mukaan ja käytä saatua tietoa päivittäisessä johtamisessa.
- Tue ja rahoita työntekijöiden koulutusta SPC:n tiimoilta.
- Luo avoin ympäristö, jossa ei ole sisäistä kilpailua ja joka tukee tiimityöskentelyä.

Insinööri työskentely on tärkeässä roolissa tilastollisen prosessinohjauksen onnistumisessa. Se, kuinka yrityksen insinöörit käyttävät dataa ja informaatiota suunnitellun kehittämisen, korreloi suoraan vaihtelun määrään ja laatuun valmiissa tuotteessa. Insinööri työskentelyssä kannattaa huomioida seuraavia kohtia:

- Käytä SPC:tä lisäämään ymmärrystä insinööri prosessien vaihtelusta.
- Keskity pienentämään vaihtelua yrityksen kaikissa suunnitteluprosesseissa kuten revisioinneissa sekä tuotannon ja kokoonpanon suunnittelussa.
- Huolehdi että mittauksia ja niistä syntyvää dataa hyödynnetään suunnittelun kehittämisen

Tuotannon ja valmistus ovat suoraan vaikutuksessa prosessiin sekä siitä syntyviin tuotteisiin. Lisäksi näissä työskentelevät henkilöt ovat avainroolissa tuotannosta syntyvään dataan, jota hyödynnetään eri menetelmissä. Tuotannon ja valmistuksen osalta on hyvä huomioida seuraavia asioita:

- Perustelee tuotannossa tapahtuvat muutokset, joilla vaihtelua pyritään pienentämään, SPC:n tarjoamalla informaatiolla.
- Älä julkaise ohjaus- tai valvontakortteja työntekijöille ennen kuin prosessi on vakaa.
- Työntekijöiden tulee varautua ja informoida, mikäli olosuhteet prosessissa muuttuvat.
- Päivitä, ylläpidä sekä esitä seurantakortteja niiden vastualueilla.
- Esitä kerätty data mahdollisimman läpinäkyvästi ja käytä informaatiota reaaliaikaiseen prosessinohjaukseen, mikäli mahdollista.

Laadunvalvonnan toiminta on kriittisessä roolissa, jotta SPC prosessi saa tarvitsemansa tuen. Laadunvalvonnan osalta kannattaa huomioida seuraavat toimet:

- Kouluta organisaation avainhenkilöt ymmärtämään SPC:n käyttö oikein.
- Tue vaihtelua aiheuttavien syiden tunnistamisessa sekä vähentämisessä.

- Takaa SPC datan sekä informaation optimaalinen käyttö.

Edellä mainitut toimet huomioiden saadaan hyötynä vähintään se, että tilastollisella prosessinohjauksella voidaan valvoa, että prosessi pysyy nykytilassaan. SPC:n täysin oikea käyttö johtaa siihen, että organisaatio keskittyy kehittämään prosessien ja tuotteiden laatua. (AIAG, s.37-39, 2005)

4.3 Valvonta- ja ohjauskortit

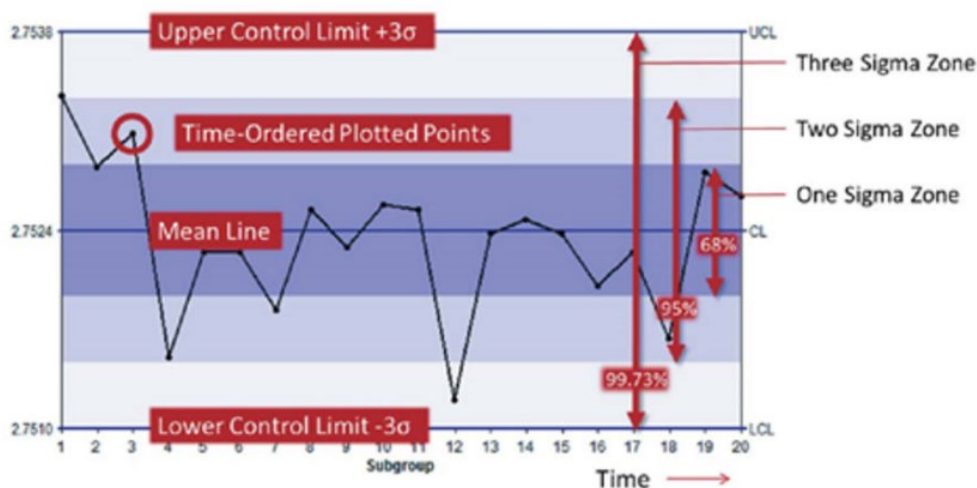
Valvonta- ja ohjauskortteja käytetään prosessin seurantaan tai sen arviointiin. Tyypillisesti kortit jaetaan kahteen eri lohkoon, ominaisuuskortteihin sekä muuttujakortteihin.

Ominaisuuskortteja käytetään silloin kun data on lukumäärinä tai kappalemäärinä laskettavissa. Ominaisuuskorteissa käytettävä data vastaa yleensä kyllä/ei tai hyväksyty/hylätty tyylisiin kysymyksiin, eikä ota kantaa siihen paljonko tuotteessa on esimerkiksi mittaheittoa toleranssin suhteen. Tämän takia datan kerääminen ominaisuuskorttien käyttöön on helppoa ja nopeaa, sillä yleensä pelkkä silmäämääräinen tarkastelu riittää, eikä mittauksia tarvitse suorittaa. Yleisimpiä ominaisuuskortteja ovat:

- p-kortti, joka kuvaa virheellisten tuotteiden osuutta
- np-kortti, joka kuvaa virheellisten yksittäisten tuotteiden lukumäärää
- c-kortti, joka kuvaa virheiden lukumäärää
- u-kortti, joka kuvaa virheiden lukumäärää per yksikkö.

Muuttujakortteja käytetään, kun mitattava data on jokin mittasuure, esimerkiksi aika tai pituus. Muuttujakortteihin datan kerääminen on hieman vaivalloisempaa kuin ominaisuuskorttien osalta, mutta havaintoja prosessin tilasta voidaan tehdä pienemmästä määrästä näytteitä kuin ominaisuuskorteilla. Tämä johtaa siihen, että prosessin heikentyessä tulee tietoa tästä nopeammin ja korjaavat toimet voidaan tehdä nopeammin. Lisäksi mitattava arvo sisältää enemmän tietoa prosessista kuin vain yksinkertainen kyllä/ei arviointi. Yleisimpiä muuttujakortteja ovat niin kutsutut \bar{X} ja R kortit. \bar{X} kuvaa prosessin keskiarvoa ja R kuvaa prosessin vaihteluväliä.

Kuvassa 6 on esitetty valvonta- ja ohjauskortin malli. Kortti koostuu keskiviivasta (Mean Line), joka kuvastaa joko keskihajontaa tai keskiarvoa. Lisäksi kortissa on esitetty yläohjausraja (Upper Control Limit) ja alaohjausraja (Lower Control Limit). Nämä rajat sijoitetaan yleensä kolmen sigman päähän keskiviivasta, laskennan voi hoitaa nykyään tietokoneohjelmiston avulla nopeasti. X-akselilla kuvataan usein aikaa, josta voidaan tarkastella milloin mitattu arvo on esiintynyt. Ajan voi esittää päivämäärinä tai tuote-erinä riippuen prosessista. (AIAG, s.43-49, 2005)



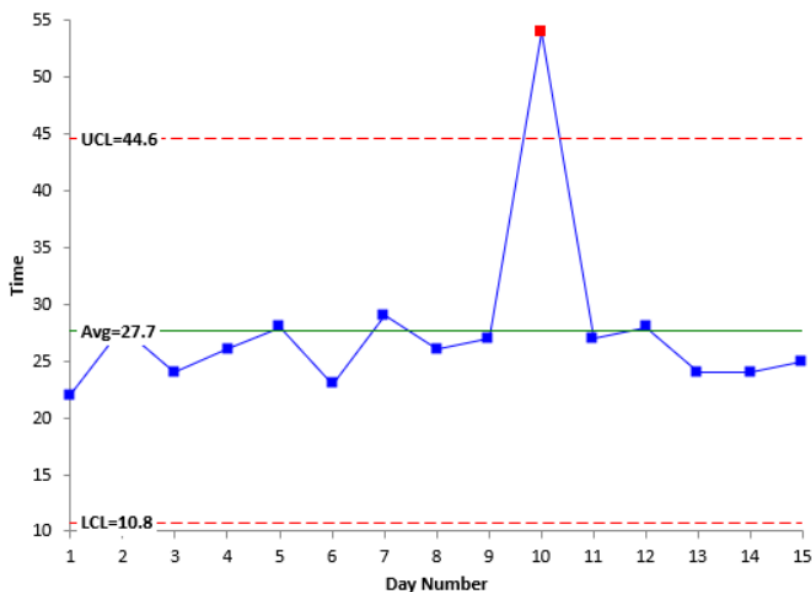
Kuva 6. Esimerkki ohjauskortista. (Seland, 2021)

4.4 Erityisyys

Erityisyyksi kutsutaan poikkeamaa, joka eroaa prosessin luonnollisesta vaihtelusta ja vaikuttavat täten prosessin ulostuloon. Erityisyyt ovat ennustamattomia ja äkillisiä muutoksia, jotka näkyvät ei sattumanvaraisina kuvioina ohjausrajojen sisäpuolella. Erityisyyt voivat näkyä myös yksittäisinä tai useina arvoina ohjausrajojen ulkopuolella. Mikäli prosessissa ilmaantuvia erityisyyttä ei onnistuta poistamaan tai niitä ei tunnisteta, voivat ne vaikuttaa prosessiin ja prosessin ulostuloon ennustamattomasti. Lisäksi erityisyyden pysyminen prosessissa johtaa ajan myötä siihen, ettei prosessi ole enää vakaa ja luotettava.

Erityisyyt voivat aiheuttaa prosessin ulostuloon joko hyödyllisiä tai haitallisia vaikutuksia. Mikäli vaikutukset ovat prosessin kannalta hyödyllisiä, tulee erityisyys tunnistaa ja vakiinnuttaa osaksi prosessia. Haitallisia vaikutuksia aiheuttavat erityisyyt tulee tunnistaa ja poistaa prosessista. (AIAG, 2005)

Kuvassa 7 on esitetty, kuinka erityisyys ilmenee seurantakortin avulla. Erityisyys on merkattu punaisella pisteellä ja eroaa selkeästi prosessin normaalista vaihtelusta, ylittäen tässä tapauksessa ylemmän seurantarajan.



Kuva 7. Erityisyyden ilmeneminen seurantakortissa. (McNeese, 2021)

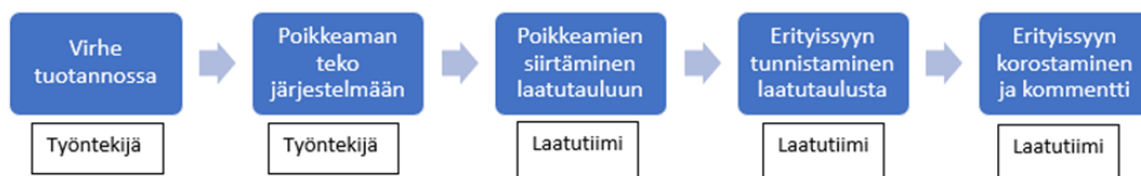
5 NYKYTILAKUVAUS

5.1 Erityisyyden tunnistaminen

Erityisyyden poistamisen edellytyksenä on, että erityisyydet tunnistetaan tuotannosta tehokkaasti. Tehokkaalla ja systemaattisella toimintamallilla nousevat erityisyydet tuotannosta esiin jo aikaisessa vaiheessa, jolloin niiden poistaminen voi tapahtua nopeasti ja prosessi palautuu nopeasti normaalille tasolle. Täten myös erityisyyden aiheuttama hukka ja haittavaikutukset ovat mahdollisimman pieniä.

Nykytilassa yrityksessä on käytössä opinnäytetyön tekijän erikoistumisprojekti 2-opintojakson puitteissa luotu toimintamalli erityisyyden tunnistamiseen. Tunnistamisessa hyödynnetään aktiivista tuotannon seurantaan työntekijöiden tekemien poikkeamien avulla ja tämän datan käsittelyä SPC-työkalujen sekä Minitab-ohjelmiston avulla.

Prosessissa erityisyyden tunnistaminen tuotannosta tapahtuu kuvassa 8 esitetyn prosessikaavion mukaisesti. Kun tuotannossa työntekijä havaitsee virheen (esim. osapuute, hitsausvirhe) kirjaa hän siitä poikkeaman järjestelmään. Poikkeamasta tulee ilmoitus laatutiimille sähköpostitse, josta tilanne käydään tarpeen mukaan tarkastamassa. Laatutiimi vastaa myös poikkeamien siirtämisestä järjestelmästä laatutauluun, johon kirjataan poikkeamat päivittäiselle tasolle. Laatutaulusta käy ilmi jokaisen työsolun virheet sekä virheen tyyppi, jonka työntekijä valitsee kirjatessaan poikkeaman. Jokaiselle virhetypille on laskettu Minitabilla C-arvot ja laatutauluun on kirjattu C-arvojen yläraja. C-arvojen alaraja on prosessissa 0. Mikäli C-arvon huomataan ylittyvän, merkataan kyseinen arvo taulukosta punaisella korostuksella ja lisätään kommentti, jossa kuvataan poikkeama/ongelma lyhyesti.



Kuva 8. Prosessikaavio erityisyyden tunnistamisesta Ratesteel Oy:n tuotannosta.

5.2 Erityisyyden poistaminen

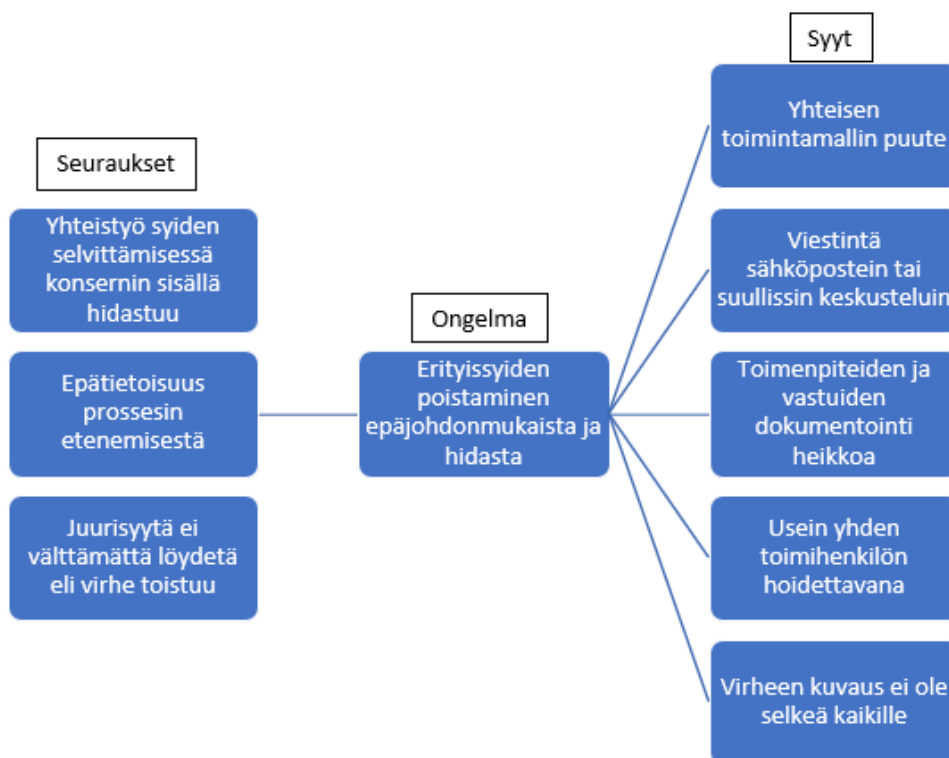
Erityisyyden poistaminen tuotannosta tapahtuu nykytilanteessa ilman mitään yhtenäistettyä toimintamallia. Yleisesti yrityksen laatutiimi tai yksittäinen laatuinsinööri vastaa erityisyyden tutkimisesta ja poistamisesta. Ongelman ollessa laaja tai vaatiessa parempaa asiantuntemusta, osallistuu erityisyyden tutkimiseen ja poistavien toimien määrittelyyn myös yrityksen menetelmäkehitystiimiä tai hitauskoordinaattori. Ongelmasta ja ratkaisusta keskustelu hoidetaan usein sähköpostiketjuin tai palaveriin. Mikäli erityisyys kohdistuu tuotteeseen, jolle suoritetaan konsernin sisällä alihankintaa kuten koneistusta, on ongelmanratkaisu haasteellista. Näissä tapauksissa tiedonkulku yritysten välillä tapahtuu sähköpostiketjuin, puhelimitse tai Teams-palaveriin. Nykytilan ongelmaa, sekä sen syitä ja seurauksia, havainnollistettiin ongelmapuun avulla (kuva 9).

Nykyisissä toimintatavoissa ongelmia luo tiedonkulku, yrityksen sisäisissä tilanteissa tieto tilanteesta ja ratkaisuista kulkee jokseenkin hyvin. Kuitenkin pitkät sähköpostiketjut saattavat hukuttaa oleellista tietoa. Lisäksi palaveriin eivät kaikki osalliset pääse aina paikalle, ja tietoa siirtyy suullisesti myös palaverien ulkopuolella, jolloin siitä ei jää minkäänlaista dokumentointia vaan tieto on keskustelijoiden muistin varassa. Tästä syntyy paljon epävarmuutta, kun prosessin aikana ryhdytään muistelemaan, kuka oli sanonut kenelle ja mitä.

Ongelmana nykyisessä mallissa ovat myös tilanteet, joissa erityisyyden tutkimiseen tarvitaan konsernin muiden yritysten kanssa yhteistyötä. Tyypillisempiä tilanteita ovat tuotteet, joissa on sekä hitaus että koneistus. Koneistus suoritetaan alihankintana konsernin toisessa yrityksessä. Tällöin, kun tutkitaan missä vaiheessa virhe on tapahtunut ja miten juurisyy voitaisiin poistaa, on yritysten viestintä usein yksittäisten henkilöiden varassa. Myöskin virheen kuvaaminen ja täten molempien osapuolien yhtenäinen ymmärrys virheestä voi paikoittain olla heikkoa, jolloin erityisyyden tutkiminen vaikeutuu. Useissa tilanteissa yritykset suorittavat omat ongelmanratkaisuprosessinsa, jolloin ei yhtenäistä aikataulua ja suunnitelmaa virheen ratkaisemiseksi synny ja epätietoisuus mitä muutoksia toisessa prosessissa tehdään kasvaa. Pahimmassa tapauksessa tämä voi johtaa siihen, että samaa virhettä toistetaan useasti, sillä alkuperäistä juurisyytä ei löydetä erinäisten ongelmanratkaisuprosessien johdosta.

Muita ongelmia nykyisessä toiminnassa aiheuttaa toimenpiteiden dokumentoinnin ja vastuuttamisen vähäisydestä tai puutteellisuudesta. Mikäli toimenpiteiden dokumentointi on puutteellista jälkikä-

teen vaikea palata jo tehtyihin ja testattuihin toimenpiteisiin, mikäli erityisyys uusiutuu. Mikäli toimenpiteiden toteuttamiseen tai jälkiseurantaan ei nimetä vastuuhenkilöä saattaa toteutus venyä tai jälkiseuranta jäädä heikoksi. Myös virheen kuvaaminen sähköpostein tai suullisin keskusteluin voi aiheuttaa, että prosessissa olevilla henkilöillä on eri käsitys mikä virhe on. Erityisesti suullisessa viestinnässä voi tapahtua paljon väärintymmärryksiä ja täten virheen kuvaus muuttua selvitysprosessin aikana. Tämä voi johtaa siihen, että eri henkilöt etsivät ratkaisua eri virheeseen kuin mitä alkuperäinen virhe on ja täten korjaavat toimenpiteet eivät kohdistu oikein ja aiheuttavat epätoivottuja tuloksia.



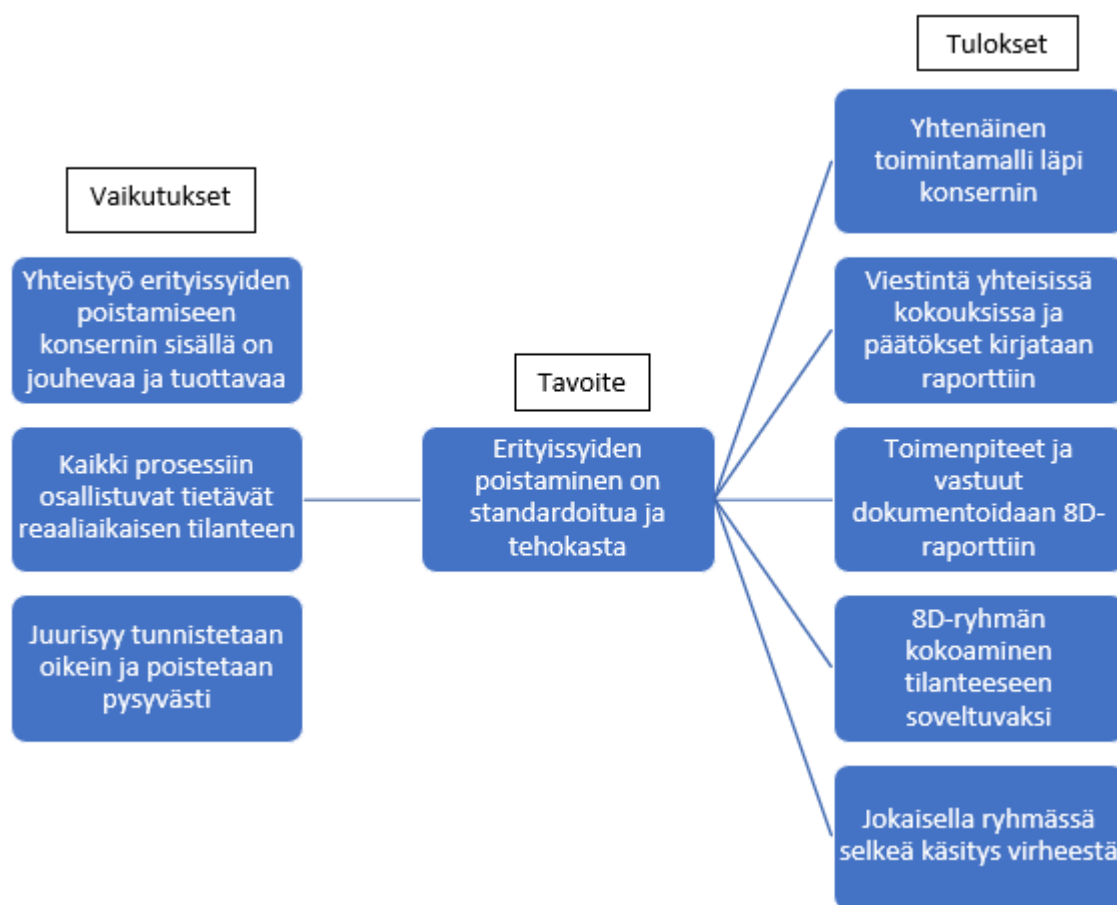
Kuva 9. Ongelmapuu.

6 TYÖN TOTEUTUS

6.1 Ratkaisun esittäminen

Erityisyys prosessin kehittämiseksi ja edellä esitettyjen ongelmien poistamiseksi päädyttiin yrityksessä ottamaan käyttöön 8D-laaturyökalu. 8D-työkalu soveltuu hyvin erityisesti laajempiin ja monivaiheisiin erityisyyhin. Selkeästi pienemmissä ja yhden toimihenkilön helposti hoidettavissa tilanteissa ei 8D-prosessille ole tarvetta. 8D-laaturyökalun avulla nykyisestä prosessista saadaan standardoitu, jolloin erityisyyden poistaminen toteutuu aina samoja vaiheita noudattaen. Samalla myös dokumentointi ja vastuiden jakaminen on selkeää, sillä vaiheita ohjaa 8D-raporttipohja. Raporttia täytetään prosessin edetessä, jolloin kaikkien prosessiin osallistuvien on helppo seurata ja tarkistaa eteneminen, vaikka itse ei pystyisi yksittäiseen palaveriin osallistumaan. Myös toimenpiteet ja niiden

jälkiseuranta dokumentoidaan, jotta niihin voidaan palata joko seurannan kannalta, tai mikäli samankaltaista erityisyyttä havaitaan jatkossa. 8D-laatusyökalun käyttöönoton hyötyjä ja tavoitetilaa havainnollistaa tavoiteanalyysi kuvassa 10.



Kuva 10. Tavoiteanalyysi.

6.2 8D-raporttipohjien luonti

Ensimmäisenä vaiheena yrityksen käyttöön luotiin 8D-raporttipohjat. Yrityksessä ei aiemmin ollut käytetty 8D-työkalua, joten pohjat voitiin luoda täysin alusta ja tarpeiden mukaisesti. Pohjien luomisessa käytettiin apuna Hoynen (lähde) teorioita sekä Ponssen alihankkijoilleen tarjoamaa ongelmanratkaisupohjaa. Täten voitiin varmistua, että raportissa tulee käytyä läpi oleelliset asiat myös suurimman asiakkaan näkökulmasta. Lisäksi tilanteissa, joissa 8D-työkalua käytetään, on kommunikointi asiakkaan suuntaan helppoa ja selkeää samankaltaisten raporttien avulla. Pohjat räätälöitiin kuitenkin yrityksen tarpeisiin ja prosessiin sopivaksi. Lisäksi päätettiin tehdä oma pohjansa sekä sisäisesti havaituille erityisyyille kuin asiakkaan reklamaatioiden kautta havaituille erityisyyille. Täten molemmista pohjista saatiin karsittua turhia vaiheita pois, jonka avulla 8D-ryhmän työskentely on selkeämpää ja tehokkaampaa joka kerralla. Raporttipohjien tekemisen aikana kiinnitettiin huomiota myös siihen, että niitä voidaan käyttää myös muissa RD Group Oy:n yrityksissä sekä mahdollisesti yritysten välillä yhteisissä ongelmatilanteissa. Tämä huomioitiin siten, ettei vaiheita sidottu tiettyyn valmistusprosessiin kuten esimerkiksi hitsaukseen, vaan pohjista tehtiin yleispäteviä valmistusprosessista riippumatta.

Pohjien luonnin jälkeen tehtiin lisäksi myös ohjeet käyttöä ja täyttämistä varten. Tarkoitus oli, että raportti itsessään olisi tiivis ja helppolukuinen, jonka käyttöön luodaan erilliset ohjeet. Ohjeiden avulla vaiheiden sisältämät toimenpiteet avataan selkeämmin ja täten 8D-ryhmän toiminta on aina mahdollisimman standardoitua. Lisäksi epätietoisuus erityisesti ensimmäisten käyttökertojen aikana vähenee ja ryhmän toiminta on täten tehokkaampaa. Ryhmän vetäjän on helppo tarkastaa ohjeista myös raportin täyttäminen ja loppudokumentointi. Täten raporttiin palaaminen myöhemmin on helppoa, kun kaikki raportit löytyvät samasta paikasta. Ohjeissa pyrittiin yksiselitteisyyteen, mutta samalla myös siihen, etteivät ohjeet olisi liian pitkät ja vaikealukuiset. Luotu ohje on esitetty liitteessä 3.

6.3 8D-menetelmän pilotointi

6.3.1 Poistettavan erityisyyden kuvaus

Poistettavaksi erityisyyksi pilotointia varten haluttiin erityisyys, joka olisi tarpeeksi laaja vaatiakseen 8D-työkalun käyttöä ja täten jokainen vaihe käytäisiin oikein läpi. Pilotointivaiheessa haluttiin kuitenkin varmistaa, ettei pilotoinnin aikana mahdollisesti ilmestyvät ensikäytöstä aiheutuvat ongelmat hidasta tuotantoa tai käytä liian paljon osallistuvien toimihenkilöiden resursseja. Täten päädyttiin valitsemaan pilottiprojektiin sellainen erityisyys, joka saataisiin ratkaistua noin 4–5 henkilön ryhmällä.

Sopiva erityisyys saatiin, kun asiakkaan reklamaatioista nousi esiin toistuvaa ongelmaa robottihitsattavien ja robotilla leikattavien palkkien osalta. Asiakkaan virhekuvausten perusteella ongelma kohdistui robottileikkaukseen, jolla palkin päät leikataan muotoonsa. Kyseessä oli virhe, jollaista ei ollut ennen prosessissa havaittu sekä virheen äkillinen ilmeneminen ja toistuvuus vakuuttivat, että kyseessä on normaalista poikkeava tilanne eli erityisyys. Tämän reklamaation ja poikkeaman käsittely päätettiin yhdessä laatutiimin kanssa käydyn keskustelun jälkeen ottaa osaksi 8D-pilotointia.



Kuva 11. Erityisyyden pilotoinnissa käytetty nimike. (Kattainen, 2021)



Kuva 12. Palkin robotilla polttoleikattu "matala pää". (Kattainen, 2021)



Kuva 13. Palkin robotilla polttoleikattu "korkea pää". (Kattainen, 2021)

6.3.2 Pilotoinnin vaiheiden toteutus

D1. Ryhmän kokoaminen

Kun päätös poikkeaman käsittelystä 8D-laaturyökalun avulla oli tehty, aloitettiin välittömästi mallin mukaiset toimet. Ensimmäisenä vaiheena oli ryhmän kokoaminen. Toiminnan tehokkuuden kannalta on tärkeää, että ryhmässä on varmasti tarvittava asiantuntijuus ongelman ratkaisemiseksi sekä valtuudet korjaavien toimenpiteiden toteuttamiseksi ja hyväksymiseksi. Ryhmän vetovastuu annettiin opinnäytetyön tekijälle, jotta ensimmäisellä kerralla vaiheiden toteutus ja läpikäynti olisi mahdollisimman selkeää eikä täten ryhmän työ hidastuisi uuden työkalun käytön opettelulla. Ryhmään valittiin laatuinsinööri Roope Uusitalo, jonka kautta voitiin toteuttaa laadun vaatimat mahdolliset tarkastukset ja mittaukset. Lisäksi Uusitalo vastaa asiakkaiden reklamaatioiden käsittelystä. Kolmas ryhmän jäsen oli menetelmäkehitysimistä Ville Jauhiainen, joka toimii myös robottien pääoperaattorina. Hänen kokemustaan tarvittiin robottiin liittyvissä tarkistukset ja korjaustoimissa. Lisäksi Jauhiaisella on vahva kokemus prosesseista, joissa käytetään robotisointia, joten hänen asiantuntijuuttaan tarvittiin juurisyyn selvittämisessä. Ryhmän neljäs ja viimeinen jäsen oli menetelmä- ja laatu päällikkö Erkki Kaatrasalo, jonka kautta sekä väliaikaiset että pysyvät korjaustoimet saatiin validoitua ja otettua käyttöön.

D2. Virheen määrittely

Ryhmän kokoamisen jälkeen järjestettiin ryhmän kanssa palaveri, jossa virhettä käytiin läpi 8D-lomakkeen avulla. Ryhmälle kerrottiin aluksi nopeasti mistä 8D:n käytössä on kyse ja mitä ongelma-kohtia tällä pyritään ratkaisemaan nykyisessä erityisyyden poistamisen prosessissa. Varsinainen 8D-työskentely aloitettiin virheen määrittelyllä, johon ryhmän vetäjä oli koonnut jo pohjatiedot valmiiksi asiakkaan reklamaatiosta. Havainnollistavana kuvana käytettiin asiakkaan 3D-skannausraportista otettuja kuvia. Lisäksi virheen määrittelyssä käytettiin on/ei ole- analyysiä siltä osin kuin se oli mahdollista. Tämän analyysin tarkoituksena on selkeyttää virheen tyyppiä, esiintymistä ja vaikutuksia sekä osoittaa mihin virhe rajautuu ja täten helpottaa juurisyyn selvittämistä. Samalla on/ei ole-analyysin käyttö tuli tutuksi ryhmälle myös tulevia selvityksiä varten. Virheen määrittelyn työkalujen avulla voitiin varmistua siitä, että jokaisella ryhmässä on sama käsitys siitä mikä virhe on.

D3. Välittömät toimenpiteet

Kolmannessa vaiheessa määritetään, vaatiiko virhe välittömiä toimenpiteitä tuotantovarmuuden suojaamiseksi. Välittömillä toimenpiteillä varmistetaan, ettei virhe pääse uusiutumaan ja virheellisiä tuotteita ei päädy enää asiakkaalle. Välittömät toimenpiteet ovat vain väliaikaisia, kunnes pysyvät ratkaisut löydetään. Kyseinen tuote ei ole jokapäiväistä tuotantoa, mutta koska samalla robotilla hitataan päivittäin muita palkkeja, tarkastettiin robotin kiinnitin välittömänä toimenpiteenä menetelmätiimin voimin. Lisäksi laatu tiimi otti vastuulleen seuraavien saman nimikkeen palkkien 3D-skannauksen, jotta voidaan varmistua, ettei virheellistä tuotetta pääse asiakkaalle ennen korjaavia toimenpiteitä.

D4. Juurisyyn määrittely ja todennus

Kun välittömät toimenpiteet olivat määritelty, voitiin aloittaa juurisyyntä määrittely. Ennen kuin juurisyyntä voitiin pohtia, tuli menetelmätiimin tarkastaa robotin kiinnitin palkeille. Tällä tarkastuksella voitiin rajata juurisyyntä pohdintaa siltä osin, kohdistuuko virhe kiinnittimeen vai leikkausohjelmaan. Kiinnittimen tarkastuksessa huomattiin, että palkin kiinnittävät tapit olivat päässeet löystymään käytön aikana ja täten palkin liikkuminen on mahdollista. Juurisyyntä määrittely lähdettiin tekemään tästä näkökulmasta, sillä asiakkaan skannaustulokset sekä kiinnittimestä löytyneet virheet tukivat näkemystä, että palkki on päässyt liikkumaan prosessin aikana. Juurisyyntä määriteltiin ryhmän kanssa käyttämällä 5 kertaa miksi, 1 kerran kuinka-työkalua. Työkalun avulla ryhmä totesi juurisyyksi sen, ettei kiinnitintappeja ole kiristetty tai tarkastettu, sillä aiemmin ei tähän tarvetta ole havaittu. Juurisyyntä päästäisiin eroon kirmällä tapit säännöllisesti.

D5. Korjaavien toimenpiteiden määrittely

Korjaavien toimenpiteiden määrittelyssä listataan kaikki toimenpiteet, joilla juurisyyntä poistuu pysyvästi. Tästä listasta ryhmä valitsee mielestään parhaan tai parhaat toimenpiteet, jotka toteutetaan. Pilottitapauksen osalta juurisyyntä määrittelyssä löydettiin yksiselitteinen juurisyyntä, jonka poistamiseen ryhmä ei löytänyt muita keinoja kuin operaattoreiden ohjeistus sekä säännölliset kiristykset kiinnitintapeille. Juurisyyntä ollessa hyvin rajattu, kuten pilottitapauksessa, ei myöskään korjaavien toimenpiteiden lista kasva välttämättä kovin suureksi. Mikäli juurisyyntä olisi laajempi, voisi siihen löytyä myös useampia korjaavia toimenpiteitä. Ryhmä määritteli korjaaviksi toimenpiteiksi operaattoreiden ohjeistuksen kiinnitintappien kiristämisestä sekä menetelmätiimin suorittamat säännölliset tarkastukset.

D6. Korjaavien toimenpiteiden toteutus

Kun korjaavat toimenpiteet on määritelty ja valittu, toteutetaan toimet. Ennen toteutusta kuudennessa vaiheessa määritetään toimenpiteistä vastaavat henkilöt sekä toimien aikataulu. Lisäksi ryhmä päättää, kuinka toimenpiteiden jälkiseuranta toteutetaan, jotta voidaan varmistua toimenpiteiden poistavan virheen. Mikäli jälkiseurannassa havaittaisiin virheen toistuvan yhä tai korjaavien toimenpiteiden aiheuttavan haitallisia sivuvaikutuksia, palattaisiin korjaavien toimenpiteiden tai juurisyyntä määrittelyyn uudelleen. Pilottitapauksessa ryhmä päätti korjaavien toimenpiteiden vastuun olevan menetelmätiimillä, ensimmäiset kiinnitintappien tarkastukset suoritettiin 26.4.2021 ja tämän jälkeen tarkastukset olisivat aina kahden viikon välein. Jälkiseuranta päätettiin toteuttaa 3D-skannauksen avulla ja seuraavasta erästä saman nimikkeen palkkeja skannattaisiin, jotta voitaisiin todentaa korjaavien toimenpiteiden vaikutukset. Vastuu jälkiseurannan skannauksista oli laatutiimillä.

D7. Ennaltaehkäisy

Seitsemännessä vaiheessa korjaavien toimenpiteiden toteutuksen suunnitellun jälkeen ryhmä tarkastelee vastaavia prosesseja. Mikäli samankaltaisia prosesseja, joissa sama virhe voisi syntyä, määrittelyä ryhmä näille korjaavat toimenpiteet. Tällöin ehkäistään jo mahdolliset virheet, ennen kuin ne

esiintyvät prosessissa. Pilottitapauksessa todettiin, että samanlainen virhe voisi esiintyä kaikissa palkeissa, sillä kaikki palkit hitsataan ja leikataan samalla robotilla. Erillisiä ennaltaehkäiseviä toimia ryhmä ei kuitenkaan nähnyt tarpeellisiksi tehdä, sillä aiemmin päätetyt korjaavat toimenpiteet vaikuttavat myös muihin palkkeihin estäen saman virheen syntymisen.

Samassa vaiheessa käydään myös läpi yrityksen dokumentit ja järjestelmät siltä varalta, mikäli näihin tulee tehdä muutoksia korjaavien toimenpiteiden osalta. Samalla määritetään vastaavat henkilöt muutosten teolle. Pilottitapauksessa ryhmä ei nähnyt muutoksen tarvetta muualla kuin huolto- ja tarkastusohjeissa, joihin lisättäisiin kiinnitintappien tarkastus osaksi kiertoa. Muutoksesta vastaavaksi henkilöksi määritettiin Erkki Kaatrasalo, joka vastaa kyseisten ohjeiden ylläpidosta.

D8. Yhteenveto

Viimeisenä vaiheena 8D-ryhmällä on yhteenveto. Tässä vaiheessa varmennetaan, että toimenpiteet ovat korjanneet ongelman ja jälkiseuranta vahvistaa sen. Lisäksi ryhmältä kerätään palaute toiminnasta, sekä mahdollisista kehityskohdista 8D-prosessissa. Yhteenvetoon jälkeen raportti dokumentoidaan ja suljetaan, ryhmä vapautetaan normaaleihin työtehtäviin ja ryhmän jäseniä kiitetään sisäisesti työpanoksesta.

Pilottiprosessissa todettiin 3D-skannauksien tulosten avulla, että löystyneiden kiinnitintappien kiristämisen jälkeen ei vastaavaa virhettä enää havaittu. Täten voitiin todeta tehdyt toimenpiteet oikeiksi ja täten ryhmän onnistuneen juurisyyntä sekä korjaavien toimenpiteiden määrittelyssä. Ryhmältä kerättiin palautetta 8D-lomakkeesta ja prosessista, kehitysideat näiden pohjalta esitetään luvussa 7.1. Palautteen keräämisen jälkeen ryhmää kiitettiin sisäisesti, jonka jälkeen ryhmän jäsenet vapautettiin kyseisen 8D-prosessin osalta. Ryhmän vetäjä kirjasi sulkemispäivämäärän raportille, jonka jälkeen raportti dokumentointiin yrityksen järjestelmään ohjeiden mukaisesti.

7 TYÖN TULOKSET

7.1 8D-lomakepohjien kehittäminen

Palautteen ja pilotoinnin perusteella 8D-lomaketta muokattiin hieman. Kyseessä olevat muutokset olivat pääosin pieniä tarkennuksia ja selkeyttä tuovia tekijöitä. Lomakkeesta poistettiin aiemmin kohdassa D4 ollut toimintasuunnitelma jatkotoimista. Tämä kohta koettiin pilotoinnin aikana toistavaksi, sillä korjaavien toimenpiteiden määrittely ja toteutus kohdassa jatkotoimien toiminta ja vastuut ovat selkeästi kirjattuina. Lisäksi tehtiin kohtaan D7 ja dokumenttien tarkistus. Ensimmäisenä lisättiin sarake dokumenttien perään, johon kirjataan, tarvitseeko kyseistä dokumenttia tarkastaa. Tämän sarakkeen lisääminen tuo varmuuden siitä, että ryhmä on varmasti käynyt läpi dokumenttien tarkistuksen, mutta mahdollisesti todennut, ettei kyseisen dokumentti vaadi tapauksessaan tarkistusta. Lisäksi samaan kohtaan lisättiin yksi rivi lisää, johon ryhmä voi kirjata mahdolliset muut dokumentit, jotka tulisi tarkastaa. Pilotoinnin aikana tähän lisättiin huolto- ja tarkastusohjeet, jotka puuttuivat alkuperäisestä pohjasta. Tällä lisäyksellä selkeytetään, että muitakin dokumentteja, jotka vaativat

tarkastuksen voi olla. Tämä riippuu prosessista, jota virhe koskee ja täten kaikkia mahdollisia dokumentteja välttämättä tiedetä kuin vasta virheen tarkastelussa. Lopulliset yrityksen käyttöön luodut 8D-lomakepohjat esitetty liitteissä 1 ja 2.

8 YHTEENVETO JA POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Ratesteel Oy:n tuotantoa sekä laadunhallintaa erityisyyden poistamisen osalta. Ennen opinnäytetyön aloittamista ei yrityksessä ollut käytössä yhteistä toimintamallia erityisyyden poistamiseen. Tämä aiheutti ongelmia niin tiedonkulun kuin toimenpiteiden ja niiden vaikutusten dokumentoinnin osalta. Juurisyyden tunnistamiseen ei ollut työkaluja käytössä ja täten ongelmien uusiutuminen oli prosessissa täysin mahdollista.

Käytetyksi menetelmäksi valittiin 8D-menetelmä, jonka avulla pystytään pureutumaan virheiden ja ongelmien juurisyihin ja poistamaan ne tehokkaasti. Luotu menetelmä ja sen tueksi tehdyt lomakkeet testattiin pilottivaiheessa oikeaan tuotannosta esiintyneeseen erityisyyhyn poistamalla se menetelmän mukaisesti. Palautteen ja tulosten perusteella voidaan todeta että... Pilotointi oli onnistunut ja sen aikana havaittiin hyvin myös kehityskohteita menetelmässä, jotka olisivat jääneet muuten huomaamatta. Ilman pilotointia nämä kohdat olisivat voineet aiheuttaa epäselvyyttä ja ajanhukkaa ensimmäisillä menetelmän käyttökertoilla yrityksessä.

Opinnäytetyössä luotu 8D-menetelmä ja toimintamalli soveltuu yrityksen käytettäväksi erityisesti monimutkaisiin ongelmanratkaisutilanteisiin ja laajamittaisten erityisyyden poistoon. Yksinkertaisiin ja yhden henkilön ratkaistavissa oleviin erityisyyden tai ongelmatilanteiden poistamiseen 8D on hieinan liian laaja ja omalla tavallaan raskas prosessi. Kuitenkin tilanteissa, joissa erityisyyden juurisy ei ole selvillä ja tilanne sitoo yrityksestä useita henkilöitä tai henkilöitä muista sisaryrityksistä, on 8D-menetelmän käyttö suositeltavaa. Lisäksi menetelmän käyttö ja sen liittäminen osaksi asiakasreklaamaatioita ja näiden vastineita tuo lisäarvoa asiakkaan silmissä. Menetelmä konkretisoi asiakkaalle, miten heidän reklamaationsa käsitellään sekä mitä toimia virheen estämiseksi jatkossa tehdään.

Jatkossa yrityksen on tarkoitus ottaa 8D-menetelmä osaksi luonnollista ongelmanratkaisuprosessia. Tärkeää onkin ottaa menetelmä käyttöön rohkeasti ja välittömästi, kun tarve tälle havaitaan. Kun 8D-menetelmä otetaan heti alusta alkaen prosessiin mukaan, tulevat sen hyödyt parhaiten ilmi. Opinnäytetyöstä saadut positiiviset tulokset ja palautteet varmasti kannustavat tähän. Suurimpana jatkotoimenpiteenä on saada jalkautettua luotu toimintamalli, ei vain Ratesteel Oy:n, vaan osaksi koko RD Group Oy:n toimintaa. Mikäli kaikki konsernin yritykset käyttävät menetelmää tilanteen niin vaatiessa, voivat vaikutukset olla huomattavat. Samalla sisaryritysten yhteistyö syvenee ja yhteisten ongelmien ratkomisen tehostuu huomattavasti. Alkutaipaleella erityisyyden juurisyyden poistaminen voi olla työläämpää ja poistettavia juurisyitä olla paljon. Kuitenkin ajan myötä standardoitu ja tehokas menetelmä takaa sen, että tehtyjen virheiden määrä vähenee ja ongelmat eivät toistu enää. Kaikkien näiden tekijöiden yhteissummuna oikein toteutettu 8D-menetelmän käyttöönotto tarjoaa yrityksille suuren mahdollisuuden kehittää laatuaan pitkäjänteisesti ja oikeilla toimenpiteillä eikä vain väliaikaisilla ja lyhytkestoisilla toimilla.

LÄHTEET

- AIAG. (2005). *Statistical Process Control (SPC), 2nd Edition*. AIAG.
- ASQ. (18. 4. 2021). *WHAT IS SIX SIGMA?* Haettu 18. 4. 2021 osoitteesta <https://asq.org/quality-resources/six-sigma>
- Barsalou, M. (4. 11. 2013). History of Lean Manufacturing. *Quality Magazine*. Haettu 20. 4. 2021 osoitteesta <https://www.qualitymag.com/articles/91504-history-of-lean-manufacturing>
- Hoyle, D. (2018). *ISO 9000 Quality Systems Handbook Increasing the Quality of an Organization's Outputs* (Seitsämäs painos p.). New York: Routledge.
- Karjalainen, E.;& Karjalainen, T. (2020). *Lean Six Sigma 2.0 ja laatu teknologia* (Ensimmäinen painos p.). Lahti: Quality Knowhow Karjalainen Oy.
- Karjalainen, T. (1. 10. 2014). Lean -teesien maailma. Haettu 21. Huhtikuu 2021 osoitteesta <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/lean-teesien-maailma/>
- Kattainen, E. (8. 5. 2021). Erkkä Kattaisen kokoelmat , Vieremä.
- Lev, S. (14. 6. 2018). *Leanin lyhyt historia, osa 1/2*. Haettu 21. 4. 2021 osoitteesta <https://www.arter.fi/leanin-lyhyt-historia-osa-1-2/>
- Logistiikan maailma. (2021). *Lean-ajattelu*. Haettu 20. 4. 2021 osoitteesta <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/lean-ajattelu/>
- McNeese, B. (27. 2. 2021). *What is the Purpose of a Control Chart?: SPC for Excel*. Haettu 9. 5. 2021 osoitteesta <https://www.spcforexcel.com/spc-blog/what-purpose-control-chart>
- Nave, D. (3. 2002). How To Compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints. *Quality Progress*, 73-78. Haettu 25.. 4. 2021 osoitteesta <https://www.lean.org/Search/Documents/242.pdf>
- Pickett, L. (5.. 11. 2018). SPC, Then and Now. *Quality Magazine*. Haettu 28.. 4. 2021 osoitteesta <https://www.qualitymag.com/articles/95101-spc-then-and-now>
- RD Group. (2021). *Meistä: RD Group Oy*. Haettu 15. 5. 2021 osoitteesta <https://rdgroup.fi/meista/>
- Riesenberger, C. A.;& Sousa, S. D. (2. 7. 2010). The 8D Methodology: An Effective Way to Reduce Recurrence of Customer Complaints? Haettu 20. 4. 2021 osoitteesta <https://www.researchgate.net/publication/45534757>
- Seland, D. (22.. 1. 2021). A Brief History of Statistical Process Control. *Quality Magazine*. Haettu 28.. 4. 2021 osoitteesta <https://www.qualitymag.com/articles/96349-a-brief-history-of-statistical-process-control#:~:text=SPC%20was%20spawned%20at%20Bell,the%20process%3B%20others%20were%20not.>
- Sharma, P. (16. 6. 2020). *History of Six Sigma : The Journey Towards Success in 2021 [Updated]*. Haettu 18. 4. 2021 osoitteesta <https://www.henryharvin.com/blog/history-of-six-sigma/>

LIITE 1: 8D-LOMAKE SISÄISESTI HAVATTUIHIN POIKKEAMIIN



7.4.2021

8D Lomake sisäisiin poikkeamiin		
D1 Ryhmän kokoaminen (kokoa ryhmä, jolla tarpeeksi tietämystä prosessista/tuotteesta ja jolla on päätösvaltaa toteuttaa vaadittavat korjaukset)		
Raportti avattu pvm.		
Nimi (Ryhmän vetäjän nimi ensimmäisenä)	Organisaatio	Tehtävä/osasto
D2 Virheen määrittely (määritellään missä virhe on tapahtunut, mikä virhe on, kuinka laajasta virheestä on kyse ja mihin tuotteeseen kohdistuu)		
Nimikenumero	Virheen visualisointi (kuva/piirustus)	
Työnumero		
Asiakas		
Kuvaus virheestä		

Käytä on/ei ole-analyysiä apuna virheen määrittelyssä niiltä osin kuin se on tarpeellista.

	On	Ei ole
Kuka	Keitä virhe haittaa?	Keitä virhe ei ole haitannut?
	Kuka havaitsi virheen?	Ketkä eivät havainneet virhettä?
Mitä	Minkä tyyppinen virhe on?	Mikä voisi olla virhe muttei ole?
	Mitä prosessissa tapahtuu?	
	Onko virheestä fyysisiä todisteita?	
Miksi	Miksi virhe on tullut?	Miksi virhettä ei ole tullut
	Onko prosessi vakaa?	
Missä	Missä virhe havaittiin?	Missä virhettä ei havaittu, mutta se voitaisiin havaita?
	Missä virhe ilmenee?	
Milloin/kuinka usein	Milloin virhe huomattiin ensimmäisen kerran?	Milloin virheen olisi voinut huomata muttei huomattu?
	Kuinka usein virhe esiintyy? (satunnainen, jatkuva, jaksottainen)	Kuinka usein virhe voisi esiintyä muttei esiinny?

D3 Välittömät toimenpiteet (määritellään tarvitaanko välittömiä toimia sekä niiden toteutus esim. karanteenit, lisäohjeet, uudelleenmittaukset, kotiinkutsumiset alihankinnasta)	
Tarvitaanko välittömiä toimenpiteitä?	
Välittömien toimenpiteiden määrittely ja toteutettavat toimet	
D4 Juurisyn määrittely ja todennus (määritetään virheen juurisyy ja todennetaan se. Lisäksi pohditaan kuinka juurisyytä päästään eroon)	
5 x miksi 1 x kuinka - työkalun käyttö. Etsitään virheen juurisyy 5 x miksi työkalun avulla ja ratkaisu juurisyyyn poistamiseen määrittelemällä kuinka juurisyy voidaan välttää.	
Virhe:	
Miksi?	
Miksi?	
Miksi?	
Miksi?	
Miksi?	
Miksi?	
Kuinka?	

D5 Korjaavien toimenpiteiden määrittäminen (listataan kaikki toimenpiteet, joilla virhe korjaantuu pysyvästi. Valitaan listasta paras toimenpide tai toimenpiteet, joilla juurisyy poistuu)

--

D6 Korjaavien toimenpiteiden toteutus (toteutetaan valitut toimenpiteet, määritetään vastuuhenkilöt ja aikataulut toteutukselle ja seurataan toteutumista)

--

D7 Ennaltaehkäisy (käydään läpi, miten prosessia voitaisiin muuttaa, jottei virhe synny jatkossa. Tunnistetaan samankaltaiset prosessit/tuotteet, joissa samaa virhettä voi syntyä)

Ennaltaehkäisevät toimet:

Tunnistetaan samankaltaiset prosessit/tuotteet, joissa virhe voi esiintyä		
Tuote/prosessi	Kenen vastuu	Milloin voi esiintyä

Tarkastetaan dokumentit ja järjestelmät (käydään läpi seuraavat dokumentit ja järjestelmät, tehdään tarvittavat muutokset)			
Dokumentti	Tarkistetaan	Vastuu	Tehty pvm.
Laatukäsikirja			
Työohje			
Apulaitteen/jigin käyttöohje			
Työvaiheet (Lemonsoft)			
Prosessikuvaus			
(kirjaa muut mahdolliset dokumentit tähän)			
D8 Yhteenveto (lyhyt yhteenveto virheen ratkaisusta, ryhmä vapautetaan normaaleihin työtehtäviin)			
Ratkesiko ongelma? Jälkiseuranta?			
Raportti suljettu pvm.			

LIITE 2: 8D-LOMAKE ASIAKKAAN REKLAMAATIOISTA HAVAITTUIHIN POIKKEAMIIN



7.4.2021

8D Lomake ulkoisiin poikkeamiin			
Poikkeamanumero		Poikkeama pvm.	
Raportti avattu pvm.			
D1 Ryhmän kokoaminen (kokoa ryhmä, jolla tarpeeksi tietämystä prosessista/tuotteesta ja jolla on päätösvaltaa toteuttaa vaadittavat korjaukset)			
Nimi (Ryhmän vetäjän nimi ensimmäisenä)	Organisaatio	Tehtävä/osasto	
D2 Virheen määrittely (määritellään missä virhe on tapahtunut, mikä virhe on, kuinka laajasta virheestä on kyse ja mihin tuotteeseen kohdistuu)			
Nimikenumero	Virheen visualisointi (kuva/piirustus)		
Asiakas			
Asiakkaan kuvaus virheestä			

Käytä on/ei ole-analyysiä apuna virheen määrittelyssä niiltä osin kuin se on tarpeellista.

	On	Ei ole
Kuka	Keitä virhe haittaa?	Keitä virhe ei ole haitannut?
	Kuka havaitsi virheen?	Ketkä eivät havainneet virhettä?
Mitä	Minkä tyyppinen virhe on?	Mikä voisi olla virhe muttei ole?
	Mitä prosessissa tapahtuu?	
	Onko virheestä fyysisiä todisteita?	
Miksi	Miksi virhe on tullut?	Miksi virhettä ei ole tullut
	Onko prosessi vakaa?	
Missä	Missä virhe havaittiin?	Missä virhettä ei havaittu, mutta se voitaisiin havaita?
	Missä virhe ilmenee?	
Milloin/kuinka usein	Milloin virhe huomattiin ensimmäisen kerran?	Milloin virheen olisi voinut huomata muttei huomattu?
	Kuinka usein virhe esiintyy? (satunnainen, jatkuva, jaksottainen)	Kuinka usein virhe voisi esiintyä muttei esiinny?

D3 Välittömät toimenpiteet (määritellään tarvitaanko välittömiä toimia sekä niiden toteutus esim. karanteenit, lisäohjeet, uudelleenmittaukset, kotiinkutsumiset alihankinnasta)	
Tarvitaanko välittömiä toimenpiteitä?	
Välittömien toimenpiteiden määrittely ja toteutettavat toimet	
D4 Juurisyy määrittely ja todennus (määritetään virheen juurisyy ja todennetaan se. Lisäksi pohditaan kuinka juurisyyistä päästään eroon)	
Kuinka virhe on tehty? Miksi se pääsi asiakkaalle?	
5 x miksi 1 x kuinka - työkalun käyttö. Etsitään virheen juurisyy 5 x miksi työkalun avulla ja ratkaisu juurisyyyn poistamiseen määrittelemällä kuinka juurisyy voidaan välttää.	
Virhe:	
Miksi?	
Miksi?	
Miksi?	
Miksi?	
Miksi?	
Kuinka?	

D5 Korjaavien toimenpiteiden määrittäminen (listataan kaikki toimenpiteet, joilla virhe korjaantuu pysyvästi. Valitaan listasta paras toimenpide tai toimenpiteet, joilla juurisyy poistuu)

D6 Korjaavien toimenpiteiden toteutus (toteutetaan valitut toimenpiteet, määritetään vastuuhenkilöt ja aikataulut toteutukselle ja seurataan toteutumista)

D7 Ennaltaehkäisy (käydään läpi, miten prosessia voitaisiin muuttaa, jottei virhe synny jatkossa. Tunnistetaan samankaltaiset prosessit/tuotteet, joissa samaa virhettä voi syntyä)

Ennaltaehkäisevät toimet:

Tunnistetaan samankaltaiset prosessit/tuotteet, joissa virhe voi esiintyä

Tuote/prosessi	Kenen vastuu	Milloin voi esiintyä

Tarkastetaan dokumentit ja järjestelmät (käydään läpi seuraavat dokumentit ja järjestelmät, tehdään tarvittavat muutokset)			
Dokumentti	Tarkistetaan	Vastuu	Tehty pvm.
Laatukäsikirja			
Työohje			
Apulaitteen/jigin käyttöohje			
Työvaiheet (Lemonsoft)			
Prosessikuvaus			
(kirjaa muut mahdolliset dokumentit tähän)			
D8 Yhteenveto (lyhyt yhteenveto virheen ratkaisusta, ryhmä vapautetaan normaaleihin työtehtäviin)			
Ratkesiko ongelma? Jälkiseuranta?			
Raportti suljettu pvm.			

LIITE 3: 8D-LOMAKKEEN OHJEET



7.5.2021

8D-Lomakkeen käyttö

D1 Ryhmän kokoaminen

- Kun laatutiimi toteaa että erityissyy/poikkeaman käsittely vaatii 8D-lomakkeen käyttöä, määrittelee laatutiimi 8D-ryhmän. Ryhmällä tulee olla asiantuntijuus ongelman selvittämiseen sekä valtuudet toteuttaa korjaavat toimet.
- Ryhmälle on määritettävä vetäjä, joka vastaa lomakkeen täytöstä ja koordinoi ryhmän toimintaa.

D2 Virheen määrittely

- Kuvataan virhe mahdollisimman tarkasti, jotta juurisyy tunnistaminen onnistuu. Käytetään apuna mahdollisia kuvia tai työntekijän/asiakkaan kuvausta virheestä. Lisäksi voidaan käyttää lomakkeessa olevaa On/Ei ole -työkalua niiltä osin kuin se on tarpeellista.

D3 Välittömät toimenpiteet

- Määritellään vaatiiko virhe välittömiä toimenpiteitä lisävirheiden/vahinkojen estämiseksi ennenkuin pysyvät korjaustoimet on määritetty ja toteutettu.
- Mikäli välittömiä toimenpiteitä vaaditaan, ryhmä määrittelee toimet, joilla virhe saadaan rajattua ja prosessi jatkuisi. Lisäksi määritellään näistä vastaavat henkilöt.
- Esimerkiksi: karanteenit, kotiinkutsut alihankinnasta, lisätarkastukset, uudelleenmittaukset.
- Prosessissa ja varastossa olevien tuotteiden tarkastus.
- Kyseessä vain väliaikaiset toimet, ei pysyvät ratkaisut.

D4 Juurisyy määrittely ja todennus

- Määritetään juurisyy(t), käytetään apuna 5 x miksi 1 x kuinka työkalua.
- Kun juurisyy on määritelty, ryhmä pohtii kuinka juurisyy saadaan poistettua tai sen vaikutusta vähennettyä.

D5 Korjaavien toimenpiteiden määrittely

- Ryhmä käy läpi kaikki ne toimenpiteet, joilla pysyvä korjaus saadaan aikaan ja juurisyy poistettua
- Toimenpiteet listataan, jonka jälkeen niistä valitaan toimenpide tai toimenpiteet, joilla juurisyy poistuu.
- Toimenpiteet, jotka valitaan korjaaviksi toimenpiteiksi, kirjataan ylös toimenpidetaulukoon

D6 Korjaavien toimenpiteiden toteutus

- Määritetään korjaaville toimenpiteille vastuuhenkilöt ja aikataulu.
- Vastuuhenkilöt toteuttavat korjaavat toimenpiteet.
- Varmistetaan, että toimenpiteillä virhe korjaantuu. Huomioidaan mahdolliset sivuvaikutukset
- Mikäli tulokset eivät ole haluttuja tai virhe ei poistu, palataan juurisyyn ja korjaavien toimenpiteiden määrittelyyn.

D7 Ennaltaehkäisy

- Määritetään millä toimilla vastaavat virheet voidaan ehkäistä tulevaisuudessa.
- Tutkitaan vastaavat prosessit/tuotteet, voiko kyseinen virhe tulla esiin jossain missä sitä ei ole vielä havaittu.
- Mikäli samankaltaisia prosesseja/tuotteita on ja virheen riski näissä tunnistetaan, määrätään vastuuhenkilöt suorittamaan korjaavat toimet kyseisissä prosesseissa/tuotteissa.
- Tarkastetaan listatut järjestelmät, tehdään muutokset, mikäli tilanne vaatii. Määritetään tarkastuksille ja muutoksille vastuuhenkilöt.

D8 Yhteenveto

- Lyhyt yhteenveto virheen ratkaisusta, mitä opittiin, missä voidaan kehittyä 8D-prosessin näkökulmasta.
- Vapautetaan ryhmä takaisin normaaleihin työtehtäviin, sisäisesti tunnustus tehdystä työstä.
- Tiimin vetäjä kirjaa raportin sulkemispäivämäärän ja dokumentoi raportin talteen.



7.5.2021

Dokumentointi

Yrityksen järjestelmään luodaan yhteiselle verkkolevyllle 8D-kansio, josta löytyvät lomakepohjat, ohjeet sekä avoimet että käsitellyt lomakkeet. Avoimille ja käsitellyille lomakkeille on hyvä tehdä omat alakansiot. Täten kaikki prosessiin kuuluvat pääsevät tarkastelemaan esimerkiksi avoimena olevaa prosessia. Lomakkeiden nimeäminen tapahtuu siten, että sisäisissä poikkeamissa nimestä käy ilmi nimike- sekä mahdollinen työnnumero. Ulkoisissa poikkeamissa nimeäminen siten että nimestä käy ilmi nimike- sekä asiakkaan reklamaationumero. Ryhmän vetäjä vastaa lomakkeen dokumentoinnista. Mikäli prosessissa käsitelty sisäinen poikkeama liittyy laatutaulusta löytyvään erityisyyhyyn, on laatutauluun hyvä luoda linkitys kyseiseen 8D-lomakkeeseen. Täten laatutaulun erityisyytaulukon kautta on helppo päästä käsiksi kyseiseen 8D-lomakkeeseen. Tästä linkityksestä vastaa ryhmän vetäjä ja laatutaulusta vastaavat henkilöt yhteistyössä. Yritysten välisissä yhteisissä 8D-prosesseissa kannattaa harkita pilvipalvelimien käyttö tallennukseen, jotta kaikilla on yhteinen pääsy ajantasaiseen tilanteeseen.

Käytä on/ei ole-analyysiä apuna virheen määrittelyssä niiltä osin kuin se on tarpeellista.

	On	Ei ole
Kuka	Keitä virhe haittaa? Ponssen hitsaajia	Keitä virhe ei ole haitannut? Raten hitsaajia Raten/Ponssen varastotyöntekijöitä
	Kuka havaitsi virheen? Ponssen hitsaaja	Ketkä eivät havainneet virhettä? Kukaan muu prosessissa
	Minkä tyyppinen virhe on? Tuote ei ole kuvanmukainen	Mikä voisi olla virhe muttei ole?
Mitä	Mitä prosessissa tapahtuu? Robotilla leikataan palkin päät muotoonsa hitsauksen jälkeen	
	Onko virheestä fyysisiä todisteita? On	
	Miksi virhe on tullut? Robottileikkaus epäonnistunut	Miksi virhettä ei ole tullut
Miksi	Onko prosessi vakaa? Ei täysin	
	Missä virhe havaittiin? Ponssen kokoonpanohitsaamossa	Missä virhettä ei havaittu, mutta se voitaisiin havaita?
Missä	Missä virhe ilmenee? Osat eivät sovi paikoilleen vastakappaleisiin	Ei voida havaita muualla
	Milloin virhe huomattiin ensimmäisen kerran?	Milloin virheen olisi voinut huomata muttei huomattu?
Milloin/kuinka usein	Kuinka usein virhe esiintyy? (satunnainen, jatkuva, jaksottainen) Satunnainen	Kuinka usein virhe voisi esiintyä muttei esiinny? Jokaisessa palkissa

D3 Välittömät toimenpiteet (määritellään tarvitaanko välittömiä toimia sekä niiden toteutus esim. karanteenit, lisäohjeet, uudelleenmittaukset, kotiinkutsumiset alihankinnasta)	
Tarvitaanko välittömiä toimenpiteitä?	Kyllä
Välittömien toimenpiteiden määrittely ja toteutettavat toimet	
Seuraavat saman nimikkeen palkit 3D-skannataan, vastuu Erka ja Roope Kiinnittimen tarkastus, vastuu menetelmätiimi	
D4 Juurisyy määrittely ja todennus (määritetään virheen juurisyy ja todennetaan se. Lisäksi pohditaan kuinka juurisyytä päästään eroon)	
Kuinka virhe on tehty? Miksi se pääsi asiakkaalle?	
Robotilla leikkausvirhe, pääsi asiakkaalle koska leikkaukselle ei ole erityistä tarkastusta.	
5 x miksi 1 x kuinka - työkalun käyttö. Etsitään virheen juurisyy 5 x miksi työkalun avulla ja ratkaisu juurisyy poistamiseen määrittelemällä kuinka juurisyy voidaan välttää.	
Virhe: Palkin leikkausmuoto heittää Miksi? Leikkaus siirtynyt DIM-pisteisiin nähden Miksi? Aihio ei ole ollut paikoillaan robotilla Miksi? Paikoitustapit ovat löystyneet Miksi? Paikoitustappeja ei ole kiristetty/tarkastettu Miksi? Ei ole ohjetta eikä ole havaittu tarvetta aiemmin tappien kiristyksille Kuinka? Säännölliset tarkastukset paikoitustapeille	
Toimintasuunnitelma jatkotoimista.	

D5 Korjaavien toimenpiteiden määrittäminen (listataan kaikki toimenpiteet, joilla virhe korjaantuu pysyvästi. Valitaan listasta paras toimenpide tai toimenpiteet, joilla juurisyy poistuu)

Operaattoreiden ohjeistus paikoitustappien kirimisestä sekä menetelmätiimin säännölliset tarkastukset. Määritetään tarkastusväliksi 2 viikkoa.

D6 Korjaavien toimenpiteiden toteutus (toteutetaan valitut toimenpiteet, määritetään vastuhenkilöt ja aikataulut toteutukselle ja seurataan toteutumista)

Ohjeistus operaattoreille mahdollisimman pian, ensimmäinen tarkastus 26.4.2021. Tämän jälkeen kahden viikon välein. Vastuu: menetelmätiimi.

Skannataan seuraava erä P68646 palkkeja valmistuksen jälkeen. Vastuu: Erka ja Roope.

D7 Ennaltaehkäisy (käydään läpi, miten prosessia voitaisiin muuttaa, jottei virhe synny jatkossa. Tunnistetaan samanlaiset prosessit/tuotteet, joissa samaa virhettä voi syntyä)

Ennaltaehkäisevät toimet: Koska kaikki palkit tehdään samalla robotilla, estää tähän nimikkeeseen tehtävät korjaukset myös muiden palkkien kohdalla saman virheen toistumisen.

Tunnistetaan samankaltaiset prosessit/tuotteet, joissa virhe voi esiintyä

Tuote/prosessi	Kenen vastuu	Milloin voi esiintyä

Toimenpidetaulukko						
Toimenpiteet			Tunnistus & varmistus			
Toimenpide nro.	Virhe	Estävä/korjaava toimenpide	Miten varmistetaan	Vastuu	Suunniteltu pvm.	Toteutunut pvm.
1	Palkin leikkausmuoto heittää	Operaattoreiden ohjeistus paikoitustappien kirimisestä sekä menetelmätiimin säännölliset tarkastukset.	3D-skannataan seuraavasta erästä palkkeja, tuloksilla todennetaan korjaus	Erkka/Roope		3.5.2021