



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

HUKAN MINIMOIMINEN KIINTEÄN NATRIUMBOORIHYDRIDIN PAKKAUSPROSESSISSA

Antti Riutta

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2016

Paperi-, tekstiili- ja kemiantekniikan koulutusohjelma
Kemiantekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Paperi-, tekstiili- ja kemiantekniikan koulutusohjelma
Kemiantekniikka

RIUTTA ANTTI:

Hukan minimoiminen kiinteän natriumboorihydridin pakkausprosessissa

Opinnäytetyö 106 sivua, joista liitteitä 38 sivua
Huhtikuu 2016

Tämä opinnäytetyö on tehty Kemira Oyj toimeksiannosta. Työn suorittaminen ja toteutus ovat tapahtuneet Kemira Chemicals Oy Sastamalan kiinteää natriumboorihydridiä valmistavan tehtaan pakkausosastolla.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään laadunhallinnan menetelmiä ja työkaluja, sekä niiden soveltamista kemianteollisuuden tuotantoprosesseihin. Käytettyjä menetelmiä ovat muun muassa tilastollinen prosessinohjaus, Six Sigma ja Lean.

Työn suorittamisen aikana on käytetty projektinhallinnan työkaluja ja itse pakkausprosessiin kohdistuneet projektit muodostivat oman projektisalkun. Lisäksi tämän opinnäytetyön päättymisen jälkeen jatkuville projekteille on luotu toteutussuunnitelmat.

Pakkausprosessin projektisalkussa olevat projektit käsittelevät automaatiototeutusten kehitystarpeita, uuden kuljetinratkaisun konseptivaihetta, käyttö- ja turvallisuusohjeiden päivittämistä, Six Sigman käyttöä prosessin hukan pienentämisessä ja kunnossapidon optimointia.

Työskentely on suoritettu soveltuvin osin voimassa olevien standardien mukaisesti. Käytössä on ollut ISO 9000- ja ISO 10000 -sarjan standardit.

Opinnäytetyössä on käsitelty myös pakkausosaston muiden prosessien keskinäistä integraatiota, kunnossapidon optimointia ja tuotannon läpimenoaika. Tässä osassa on käytetty avuksi vika-analyysiä, 3D-mallinnusta ja osallistuvaa havainnointia.

Työssä esiintyy luottamuksellisia ja salassa pidettäviä asioita, jotka on poistettu julkisesta raportista.

Asiasanat: pakkausprosessi, Kemira, natriumboorihydridi, laadunhallinta

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Paper, Textile and Chemical Engineering
Chemical Engineering

RIUTTA ANTTI:

Minimizing Defects in The Packaging Process of Solid Sodium Borohydride

Bachelor's thesis 106 pages, appendices 38 pages

April 2016

This Bachelor's thesis deals with quality management methods and tools as well as applying them on the field of chemical industry packaging processes. The methods used are for example statistical process control, Six Sigma and Lean.

This work was commissioned by Kemira Oyj. Execution and implementation was carried out in the packaging department of solid sodium borohydride on Kemira Chemicals Oy plant located in Pirkanmaa region in Southern Finland.

During the work project management tools were used to control project handling and resources. Projects directly concerning packaging process were added in a project portfolio. In addition projects which are continuing after this thesis got their own implementation plans.

The project portfolio of packaging process deals with subjects like improvement of automation systems, concept phase of new conveyor solution, usage and safety instructions, minimizing defects on packaging process by Six Sigma and optimizing maintenance.

Thesis was conducted using existing standards if applicable. For example ISO 9000- and ISO 10000- series standards were used.

In addition the thesis deals with the integration of processes, optimizing maintenance and production lead time on packaging department using participating observation, fault analysis techniques and 3D modeling.

The thesis contains confidential matters which have been removed from the public report.

Key words: packaging process, Kemira, sodium borohydride, quality management

SISÄLLYS

| | | |
|---|---|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 6 |
| 2 | KEMIRA | 7 |
| | 2.1 Perustietoa yhtiöstä | 7 |
| | 2.2 Yhtiön historia | 9 |
| | 2.3 Kemira Chemicals Oy..... | 10 |
| 3 | LAADUNHALLINTA JA SEN TYÖKALUT | 12 |
| | 3.1 Prosessin laadunhallinta..... | 12 |
| | 3.2 Tilastollisen prosessinohjauksen historia..... | 13 |
| | 3.3 Six Sigma – kehitysmenetelmä..... | 15 |
| | 3.3.1 Yleistä Six Sigmasta | 15 |
| | 3.3.2 DMAIC -prosessi | 15 |
| | 3.3.3 Pareton periaate | 17 |
| | 3.3.4 Lean..... | 18 |
| | 3.4 Riskianalyysimenetelmät | 20 |
| | 3.4.1 Vikapuuanalyysi (FTA) | 20 |
| | 3.4.2 Vika- ja vaikutusanalyysi (FMEA) | 21 |
| 4 | PROJEKTINHALLINTA | 23 |
| | 4.1 Projekti..... | 23 |
| | 4.2 Yritysorganisaatiomuodot..... | 23 |
| | 4.3 Projektisalkun perustaminen ja hallinnointi | 24 |
| 5 | PAKKAUSPROSESSIN KEHITYKSEN PROJEKTISALKKU | 26 |
| 6 | PROSESSIEN TOIMIVUUS, INTEGRAATIO JA KUNNOSSAPITO | 27 |
| 7 | PARANNUSEHDOTUKSET | 28 |
| 8 | POHDINTA..... | 29 |
| | LÄHTEET..... | 30 |
| | LIITTEET | 32 |

ERITYISSANASTO

| | |
|--------------|---|
| Auditointi | Määrämuotoinen ja objektiivinen arviointi sen havaitsemiseksi, onko auditoinnin kohteelle asetetut vaatimukset täytetty |
| Hassia | Pakkausprosessissa käytettävä Hassia-Redatron letkupussi-pakkauskone |
| Hopperi | Suppilon muotoinen syöttösiilo eli hoppersyöttölaite |
| Nautamikseri | Hosokawa merkinen Vrieco-Nauta® -mallin kartion muotoinen ruuvisekoittimella varustettu siilo |
| SBH | sodium borohydride eli natriumboorihydridi |
| SPC | Statistical Process Control eli tilastollinen prosessinohjaus |

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia ja analysoida Kemira Chemicals Oy Sas-tamalassa sijaitsevan tehtaan TIV-2 tuotepakkaamon hukkaa ja sen ilmenemiseen pakkaus ja jalostustoiminnassa vaikuttavia tekijöitä. Työ tehdään Kemira Oyj toimeksian-nosta. Pakkausosastolla pakataan tehtaalla tuotettu kiinteä pulverimainen tai osastolla rakeeksi jalostettu natriumboorihydridi.

Tavoitteena on kehittää pakkausosaston varsinaista koneellista automatisoitua pakkausprosessia käyttämällä laadunhallinnan työkaluja ja menetelmiä. Menetelmiksi soveltu-vat Six Sigma työkaluineen ja tekniikoineen, tilastollinen prosessinohjaus ja Lean.

Pakkausprosessia koskevat projektit tulevat muodostamaan projektisalkun. Projekteissa pyritään käyttämään hyväksi voimassaolevia standardeja ja niiden ohjeistusta, sekä tie-topohjaa. Standardien soveltaminen tehdään soveltuvin osin työn luonteesta johtuen.

Samalla huomioidaan pakkausosaston muiden prosessien integraatio ja kehityspotenti-aali. Arvioinnissa otetaan huomioon tärkeänä pakkausprosessiin vaikuttavana tekijänä tuotteiden jalostustoiminnan läpimenoaika, sekä kunnossapidon optimointi. Tässä yh-teydessä on luontevaa tarkastella myös tuotannonohjausta tukevia ja tehostavia teknisiä ratkaisuja ja niiden toteutuskelpoisuutta.

2 KEMIRA

2.1 Perustietoa yhtiöstä

Kemira Oyj on pörssilistattu kemianalan konserni, joka tarjoaa asiantuntija palveluita, sovellusosaamista, sekä erilaisia kemikaalituotteita vesi-intensiivisille teollisuudenaloille. Konsernin toiminnot on jaettu kolmeen segmenttiin. Segmenttien tarkoitus on eritellä eri toimialat ja käyttää tätä hyödyksi liiketoimien kohdentamisessa. Alueellisesti jokainen segmentti jakautuu maantieteellisesti kolmeen osaan, jotka ovat Eurooppa, Lähi-itä ja Afrikka (EMEA), Amerikka (Americas) ja Aasia ja Tyynenmeren alue (APAC). (Annual Report 2015. 2016).

Segmentit ovat Pulp & Paper, Oil & Mining ja Municipal & Industrial. Pulp & Paper toimii pääasiassa sellu ja paperiteollisuuden toimialoilla toimittaen niiden tarvitsemia sovellusosaamista ja kemikaaleja. Oil & Mining keskittyy öljy ja kaivosteollisuuden vastaaviin ratkaisuihin. Municipal & Industrial vastaa yhdyskunta ja teollisuus asiakkaiden veteen liittyvien kemikaalien ja sovellusten tarjoamisesta. Kyseeseen tulevat esimerkiksi vedenpuhdistus ja -käsittely kummallakin sektorilla.

(Annual Report 2015. 2016).

Yhtiön strategia ja brändi nojaavat vahvasti puhtaaseen veteen ja luonnonvarojen kestävään mahdollisimman vähäiseen käyttöön. Yhtiön tarkoituksena on asiantuntemuksen ja erilaisten kemiantekniikan sovellusten kautta vähentää asiakkaidensa veden, energia ja raaka-aineiden kulutusta. Tämä on erittäin tärkeää varsinkin kehittyvissä maissa. (Brändi. 2016).

Brändin mukainen ulkoasu on pyritty levittämään mahdollisimman laajasti eri puolille organisaatiota. Yhtiön materiaalien kuvituksessa ja mielikuvan luonnissa käytetään vahvasti puhtaita ja ekologisia värejä, kuten sininen vesi ja vihreät metsät.

Tämä on perusteltua, koska yhtiön toimialaa ajatellaan stereotyyppisesti saastuttavana ja luonnonvaroja voimakkaasti kuluttavana. Kemiran strategia ja arvot, sekä toimintamallit ovat tähän stereotypiaan nähden päinvastaisia. Brändäyksessä on käytetty mm. kuvan 1 mukaisia teemoja. Yhtiö on myös Cleantech Finland -verkoston jäsen.



KUVA 1. Esimerkki brändissä käytettävistä elementeistä (Brändi 2016)

Talouden kannalta mitattuna yhtiö on vakavarainen ja sillä on investoinneistaan huolimatta osingonmaksukykyä. Liikevaihdon trendi on kasvava ja kasvu on myös oletettavasti jatkumassa tulevana vuosina yritysostoista ja tuotteiden menekin kasvusta johtuen. Yhtiön tärkeimpiä tunnuslukuja vuosikertomuksen 2015 mukaisesti on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Yhtiön tärkeimpiä tunnuslukuja vuosilta 2014 ja 2015 (Annual Report 2015 2016)

| Selite | 2015 | 2014 |
|--|---------|---------|
| Liikevaihto, Milj. € | 2 373,1 | 2 136,7 |
| Operatiivinen liikevoitto Milj. € | 163,1 | 158,3 |
| Liikevoitto Milj. € | 132,6 | 152,6 |
| Tilikauden voitto Milj. € | 77,2 | 95,8 |
| Investoinnit yritysostot mukaan lukien Milj. € | 305,1 | 145,1 |

Kemiran liiketoimintoihin kuuluu myös tytäryhtiö Kemira Operon Oy, joka vastaa lähinnä kunnallisten toimijoiden vedenpuhdistuslaitosten operoinnin ulkoistuksista. Asiakkaina on myös joitakin yrityksiä, jotka toimintansa vuoksi joutuvat ylläpitämään vedenpuhdistuslaitosta. Näin asiakas saa palvelun mukana osaamisen, kemikaalit ja henkilöstön samassa paketissa. Tämä vapauttaa yhtiön omat resurssit oman ydinliiketoiminnan harjoittamiseen. Yhtiö on panostanut operointipalvelun laatuun ja sille on myönnetty ISO 9001: 2008, ISO 14001: 2004 ja OHSAS 18001: 207 sertifikaatit. (Jätevedenpuhdistamon operointi. 2016)

Yhtiö hankki omistukseensa Akzo Nobel N.V. paperikemikaaliliiketoiminnan vuoden 2015 alkupuolella. Tämä vahvisti yhtiön markkinaosuutta paperikemikaalien osalta huomattavasti. Kaupan myötä myyntikonttorien määrä APAC –alueella kasvoi, mikä on omiaan vahvistamaan yhtiön myyntityötä kehittyvillä markkinoilla. Kasvun keskittyessä kehittyville markkinoille myös pohjoismaissa paperikemikaalien kysynnän odotetaan kasvavan johtuen meneillään olevista ja ilmoitetuista alan investointiprojekteista (Annual Report 2015 2016)

Vuonna 2015 Oil & Mining -segmenttiin kuuluvat CEOR (Chemically enhanced oil recovery) -sovelluksissa käytettävät kemikaalit eivät menneet kaupaksi edellisen vuoden tapaan raakaöljyn hinnan laskun vuoksi, koska tämä vaikutti menetelmän kannattavuuteen. On kuitenkin oletettavaa, että öljyn hinnan kasvaessa myös kyseisen menetelmän käyttö lisääntyy ja näin ollen segmentillä on huomattavaa liikevaihdon kasvupotentiaalia. Tämä on esimerkki uudesta teknologiasta, jonka kemiallisten tuotteiden tarpeisiin yhtiö on pystynyt tuotekehityksessään viimevuosina vastaamaan. (Annual Report 2015 2016)

2.2 Yhtiön historia

Kemiran juuret yltävät vuoteen 1920, jolloin perustettiin Valtion Rikkihappo- ja Superfosfaattitehtaat. Valtion silloiseen päätökseen vaikutti välttämättömyys omaan rikkihapon tuotantoon, jota tarvittiin mm. valtion ruutitehtaalla ja lannoiteteollisuudessa. Rikkohappotehdas sijaitsi Lappeenrannassa ja superfosfaatti tehdas Kotkassa. (Historia 2016)

Yhtiön toiminta alkoi laajentua 1940-luvulla superfosfaatin käytön tasaisen kasvun vuoksi 1930-luvulla. Tämä vuoksi Kokkolaan ja Harjavaltaan avattiin molempia tuotteita valmistavat tehtaat 1945 ja 1947 - 1949. Valtion yhdistettyä toimintojaan yhtiöön Vihtavuorella ja Vaasassa syntyi tytäryhtiö Vihtavuori Oy. Henkilöstön määrä 1940-luvun loppupuolella oli noin 750 henkilöä. (Historia 2016)

1950 – 1970 välisenä aikana tuotantoa laajennettiin ja yhtiössä tapahtui huomattavaa laajentumista ja siitä alkoi muodostua nykyisen kaltainen usean kemiallisen yhdisteen teollinen tuottaja. Tuotevalikoima kasvoi merkittävästi. Vuonna 1972 yhtiön nimi muu-

tettiin fuusion seurauksena Kemira Oy:ksi. Työntekijämäärä oli 1970-luvun lopulla noussut noin 7000 henkilöön. (Historia 2016)

Yhtiön kansainvälistyminen ja ulkomaanviennin aloittaminen sijoittaa 1960-luvulle. Kemira laajentui pääasiassa yritysostoin. 1980-luvulle tultaessa se osti useita ulkomaisia lannoitetuotannon toimijoita. Myös seuraavina vuosikymmeninä toteutettiin lukuisia yrityskauppoja ja perustettiin myös yhteisyrityksiä muiden alan toimijoiden kanssa. Kemira on näin juurruttanut toimintansa vuosien varrella kaikille mantereille. (Historia 2016)

Suuri muutos yhtiön rakenteessa tapahtui vuonna 1994, kun tulosryhmät siirrettiin tytäryhtiöiksi. Näistä yhtenä Kemira Chemicals Oy. Samaisena vuonna emoyhtiö noteerattiin Helsingin arvopaperipörssissä. Kemiran strategia ja brändi suunnattiin vesiosamiseen ja sen kehittämiseen strategian muutoksessa vuonna 2008. Nykyinen Kemira Oyj viettää 100-vuotisjuhliansa vuonna 2020. (Historia 2016)

2.3 Kemira Chemicals Oy

Tämä opinnäytetyö toteutettiin Kemira Chemicals Oy Sastamalan toimipaikalla. Kemira Chemicals Oy on osakeyhtiömuotoinen tytäryhtiö, jonka pääasiallisena tarkoituksena on valmistaa peruskemikaaleja. Sillä on toimintaa kolmella eri toimipaikalla Suomessa. Toimipaikat sijaitsevat Pirkanmaalla Sastamalassa ja Etelä-Suomessa sijaitsevat Joutsenon ja Kuusankosken toimipaikat.

Sastamalan toimipaikan ilmakuva 2 nähdään tehtaiden ja tukitoimintojen sijoittelu yleisluontoisesti. Toimipaikan ohitse virtaavaa Kokemäenjokea hyödynnetään esimerkiksi puhdistettavan prosessiveden lähteenä ja prosesseissa tarvittavan jäähdytysveden ottoon.



KUVA 2. Kemira Chemicals Oy Sastamalan toimipaikka (Kuva: Arto Halttunen 2012)

Yhtiön toimipaikalla Sastamalassa valmistetaan natriumklooraattia, natriumboorihydriidiä (kiinteä ja liuos), trimetyyliboraattia, märkälujahartsia, natriumbisulfiittia ja polyalumiinikloridia. Joutsenossa ja Kuusankoskella valmistetaan natriumklooraattia, natriumhydroksidia ja alkyyliketeenidimeeriliimaa.

3 LAADUNHALLINTA JA SEN TYÖKALUT

3.1 Prosessin laadunhallinta

Prosessilla tarkoitetaan prosessiteknikassa yksikköprosesseista koostuvaa kokonaisuutta, jolla pyritään saavuttamaan haluttu tavoite eri vaiheiden kautta, kuten valmistamaan tietynlainen tuote. Kemianteollisuuden valmistusprosesseissa voi olla useita yksikköprosesseja ja kokonaisuudet voivat sisältää erittäin suuren määrän muuttujia, jotka vaikuttavat lopputuloksena saatavaan tuotteeseen. Prosessin laadunhallinnalla pyritään vaikuttamaan lopputuloksen esim. tuotteen laatuun prosessimuuttujia analysoiden ja muuttaen niitä paremman suorituskyvyn saavuttamiseksi.

Standardin ISO 10006 mukaan prosessilla tarkoitetaan sarjaa toisiinsa liittyviä tai vuorovaikutteisia toimintoja, jotka muuttavat panokset tuotoksiksi. Näin ollen prosessi on terminä erittäin tilannesidonnainen, mutta sen pohjimmainen tarkoitus on aina sama. (SFS-ISO 10006. 2004)

Standardi ”ISO 9001:2015 Laadunhallintajärjestelmät, Vaatimukset” määrittää laadunhallintajärjestelmän vaatimukset. Inspectan mukaan ISO 9001 on maailman tunnetuin standardi ja käytetyin johtamismalli. Laaturjärjestelmä voidaan sertifioida ISO 9001 mukaisesti, koska se on ISO 9000 -sarjan standardeista vaatimukset sisältävä, eikä ohjeistava. (Inspecta 2016)

Nykyisessä globaalisti toimivassa markkinataloudessa ja yhteiskunnassa on erittäin yleistä, että yritykset niin pienet kuin isotkin haluavat todistaa laatimansa toimintajärjestelmän laadun. Tämä vaikuttaa esimerkiksi ulkomaankauppaan. Tämän vuoksi haetaan laatujärjestelmän sertifiointia sitä tarjoavilta yrityksiltä. Yritysten, jotka tarjoavat sertifiointipalveluja tulee olla FINAS-akkreditointipalvelun hyväksymiä. Finas toimii Suomen kansallisena akkreditointielimenä. Finas kuuluu organisaationa Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) alaisuuteen. (FINAS 2016)

Teknologiakompetenssilla tarkoitetaan teknologian lukutaitoa. Prosessien parissa työskentelevien henkilöiden käyttämiskompetenssin taso on erittäin tärkeä tekijä laadunhallinnassa, koska käyttäjä voi vaikuttaa erittäin moniin muuttujiin lukuun ottamatta auto-

matisoituja toimintoja. Automatisoitujen toimintojen suunnittelusta ja käytöstä prosessissa vastaavat henkilöt ovat avainasemassa automaation käytön osalta. Käyttämiskompetenssilla tarkoitetaan taitoa käyttää teknologiaa valittuun tarkoitukseen.

(Ylinen 2015, 16, Laytonin 1993, 61 mukaan)

Teknologisen tietoisuuden kompetenssilla tarkoitetaan taitoa määritellä ongelma ja sen ratkaisuvaihtoehdot sekä kuvailla teknologisen toiminnan arviointiperusteita. Ongelmanratkaisu on tärkeä osa prosessien toimivuutta ja laadunhallintajärjestelmää. Ongelmanratkaisutaitojen tärkeys korostuu niin työnjohdon, kuin prosessityöntekijöidenkin osalta. Tarvittaessa on myös osattava tunnistaa tarve ulkoiseen konsultaatioon, kun esimerkiksi havaitaan oman kompetenssin riittämättömyys varman ongelmanratkaisumallin löytämiseen. (Ylinen 2015, 16, Laytonin 1993, 61 mukaan)

Prosessin laadunhallinnassa tärkeimpänä elementtinä voidaan pitää todelliseen ja verifioitavissa olevaan tietoon perustuvaa laatu prosessia. Ideat ja hypoteesit prosessin tilasta ovat kehitystyössä erittäin tärkeitä, mutta on muistettava, että prosessin hallittavuuden tulee perustua mitattavaan tietoon, jossa muuttujien määrä on resurssien ja käsitteilytavan kanssa sopusoinnussa. Näin voidaan varmentaa laadunhallintaprosessin laatu.

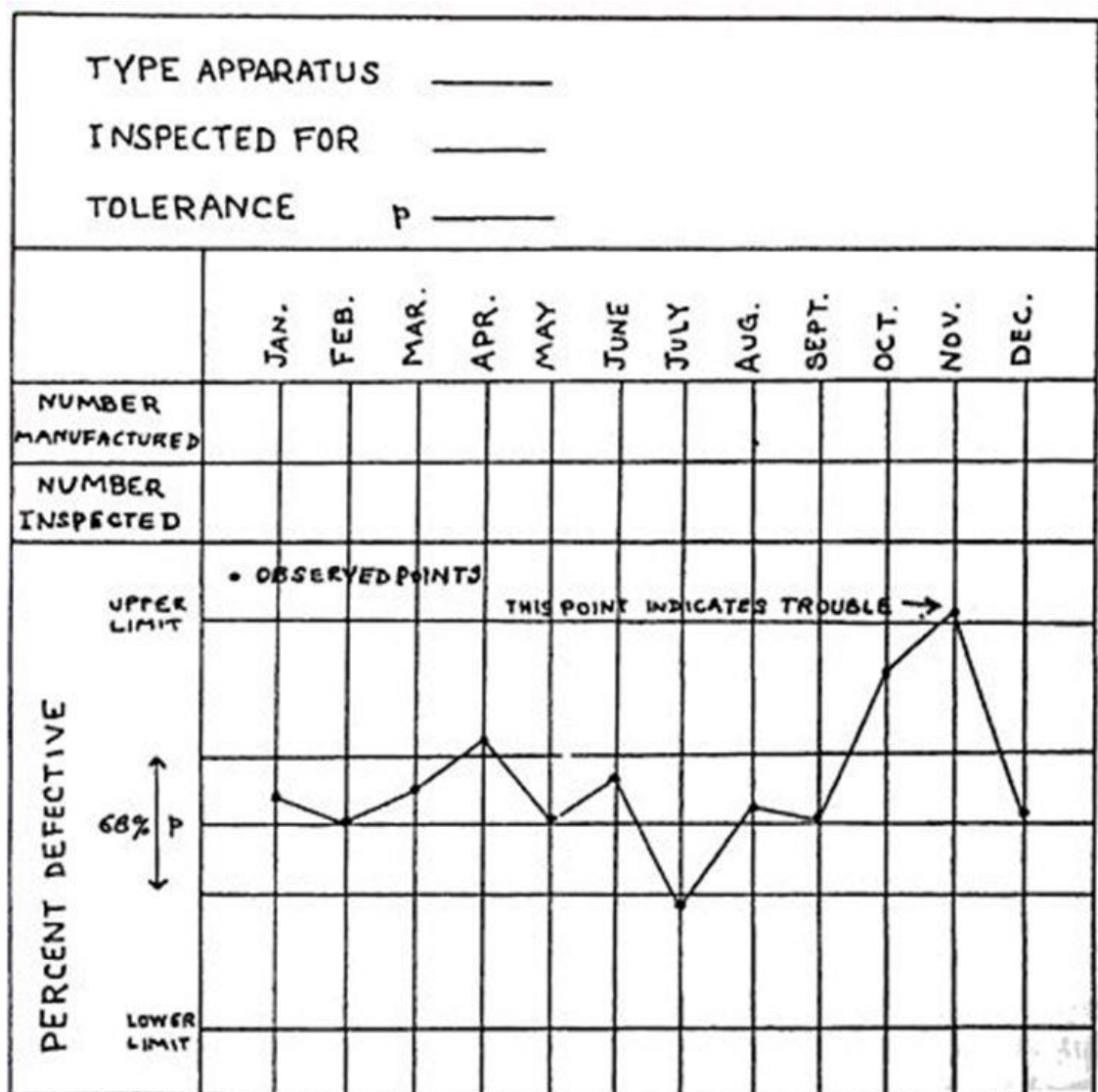
3.2 Tilastollisen prosessinohjauksen historia

Tilastollisen prosessinohjauksen (SPC) isänä pidetään Walter A. Shewhartia (1891–1967). Hänen työuransa alkuvaiheen merkittävimpana vaiheena voidaan pitää työskentelyä Western Electric Co. palveluksessa tarkastusinsinöörinä ja myöhempää siirtymistä Bell Telephone Laboratoriesin palvelukseen. Hän pystyi uransa aikana yhdistämään tilastotieteen, insinööritieteet ja taloustieteen keskenään toimivaksi kokonaisuudeksi. Näin syntyi sen aikainen (1930-luku) moderni prosessin laadunvalvonta. (Smith. 2009; Walter A. Shewhart. 2016)

Tärkeimpänä Shewhartin teoksena pidetään vuonna 1931 julkaistua laadun taloudellista hallintaa tuotteen valmistuksessa käsittelevää teosta ”Economic Control of Quality of Manufactured Product”. Hänen menestyksen yhtenä elementtinä pidetään hänen tapaan-
sa etsiä uusia ajatuksia, toimintatapoja ja tietoa tarjoavia henkilöitä, joilta saamaansa

tietoa hän menestyksekkäästi jäsensi. Hän toimi myös lyhyitä aikoja opettajana eri yliopisto instituutioissa. (Smith. 2009; Walter A. Shewhart. 2016)

Tilastollisen prosessinohjauksen perustana ovat valvontakortit. Shewhart piirsi kuvion 1 mukaisen ensimmäisen valvontakortin vuonna 1924. Sen perustana on selvittää onko prosessi stabiili ja hallinnassa. Valvontakortissa esitetään prosessin valvontarajat, joiden sisäpuolella prosessin ajatellaan olevan hallinnassa. Eliminoitavat ongelmat voidaan havaita ja selvittää valvontarajat ylittävien tuotteiden kohdalla eli kuvion 1 pisteessä, joka on merkitty tekstillä ”This point indicates trouble”. (Jones)



KUVIO 1. Walter A. Shewhartin esimiehelleen palauttama historian ensimmäinen valvontakortti vuodelta 1924 (Jones)

3.3 Six Sigma – kehitysmenetelmä

3.3.1 Yleistä Six Sigmasta

Six Sigmalla tarkoitetaan laadunhallinta filosofiaa, jossa käytetään erilaisia työkaluja ja tekniikoita prosessin kehittämiseen ja parantamiseen. Sitä voidaan käyttää tuotteita valmistavissa ja palveluita tarjoavissa yrityksissä. Yrityksen, joka soveltaa Six Sigmata ja sen periaatteita, voi siis olla puhtaasti myös palveluyritys.

Six Sigma on määritelty ja siinä käytettävät menetelmät on esitetty kansainvälisen standardisoimisjärjestö ISO standardeissa ”ISO 13053-1 Prosessin kehittämisen kvantitatiiviset menetelmät. Six Sigma. Osa 1: DMAIC -menetelmä” ja ”ISO 13053-2 Prosessin kehittämisen kvantitatiiviset menetelmät. Six Sigma. Osa 2: Työkalut ja tekniikat”. Kyseiset standardit on julkaistu ensimmäisen kerran vuonna 2011 ja suomeksi vuonna 2014. Six Sigma on myös Motorolan omistama rekisteröity tavaramerkki, vaikka sitä käytetäänkin erittäin yleisesti. (ISO 13053-1:fi; ISO 13053-2:fi)

Six Sigman DMAIC -menetelmää käytetään yleensä olemassa olevan prosessin tai tuotteen laadun kehittämiseen. Six Sigman käyttöä ja siihen liittyviä menetelmiä on myöhemmin kehitetty myös tuotteiden ja prosessien kehitysvaiheeseen. Tästä esimerkkinä on DFSS eli ”Design For Six Sigma”, jota käytetään suunnittelussa ennen kuin varsinaisia syitä tai tarpeita DMAIC -menetelmän käytölle on syntynyt. Käsitteenä Six Sigmata käytetään siis erittäin moninaisten menetelmien ja kirjainyhdistelmistä koostuvien vaihekokonaisuuksien yläkäsitteenä. (Creveling 2006, 4–6)

3.3.2 DMAIC -prosessi

DMAIC -prosessilla tarkoitetaan prosessinkehittämisessä, projektinjohtamisessa tai ongelmanratkaisussa käytettäviä askeleita, jotka ovat selkeästi erotettavissa olevia kokonaisuuksia. Myös eri vaiheissa käytettävät työkalut ja tekniikat vaihtelevat. Termi DMAIC muodostuu englanninkielien sanoista määrittely, mittaus, analysointi, parantaminen ja ohjaus kuvion 2 mukaisesti.

Vaikka DMAIC on Six Sigman ydinprosessi, eivät ne kuitenkaan ole varsinaisia synonyymeja, vaan Six Sigma on isompi kokonaisuus, eikä sitä tule nähdä pelkkänä DMAIC -prosessin sisältävänä projektina. (Adams, Gupta & Wilson 2003, 29)



KUVIO 2. DMAIC -prosessin yleisterminologia (What is dmaic?)

DMAIC -prosessissa ensimmäisenä suoritettavan määrittelyjakson aikana määritetään havaitut epäkohdat, joihin projekti kohdistuu. Projektille tuotetaan tämän jakson aikana projektin asettamisasiakirja, jossa otetaan kantaa epäkohtien laajuuteen ja saavutettavissa olevien hyötyjen vaikutuksesta liikevoittoon. Laajuuden ja tavoitteiden osalta tulee huomioida operatiiviset resurssit ja projektin rahoitus. (ISO 13053-1:fi)

Mittausjakson aikana kerätään tietoa prosessin perustason määrittämiseksi tiedonkeruusuunnitelman mukaisesti. Ongelmaan vaikuttavien muuttujien kautta saatu tieto muunnetaan erilaisia työkaluja käyttäen tuloksiksi, joiden jälkeen voidaan edetä analyysivaiheeseen. Käytettäviä menetelmiä ovat esimerkiksi tiedonkeruusuunnitelman laatiminen, ohjaukortit ja histogrammit. (ISO 13053-1:fi)

Analysointijakson aikana analysoidaan mittausjakson aikana kerättyä tietoa. Sen pääasiallinen tarkoitus on havainnoida syyt, joista lähtötason ja tavoitteiden kohtaamattomuus johtuu. Parannusmenetelmät tulee myös asettaa Tärkeysjärjestykseen. Analysointijak-

sossa voidaan käyttää esimerkiksi syy-seurauskuvaajia, 5 x miksi? -analyysiä ja koesuunnittelua. (ISO 13053-1:fi)

Parantamisjakson aikana tavoitteena on prosessin kestävä ja pysyväisluontoinen parantaminen. Tämä pitää sisällään virheenestoa, koesuunnittelua kohinamuuttujien vaimentamiseksi ja optimointimenetelmien käyttöä. Myös parantamisen estävät esteet tulee tässä vaiheessa projektia poistaa, jotta itse parantaminen voidaan suorittaa. Mikäli päädytään tilanteeseen, jossa valittavan toteutusmenetelmän valinta ei ole yksiselitteistä tulisi ISO 13053-1 suosituksen mukaisesti käyttää ratkaisunvalintamatriisia. (ISO 13053-1:fi)

Ohjausjakso on DMAIC -prosessin viimeinen osa, jonka aikana pyritään vahvistamaan toteutettujen ratkaisujen vaikutuksen keräämällä ja analysoimalla tuoretta tietoa. Prosessin jatkuva parantaminen vaatii tässä kohtaa laadittavat jatkosuunnitelmat projektin kohteena olleelle alueelle. Muilla osa-alueille hyödynnettäväksi kelpaava tieto tulee dokumentoida ja välittää jatkokäyttöön. Projektin loputtua prosessin auditointi tulisi suorittaa noin puolen vuoden päästä varsinaisen projektin loppumisen jälkeen. (ISO 13053-1:fi)

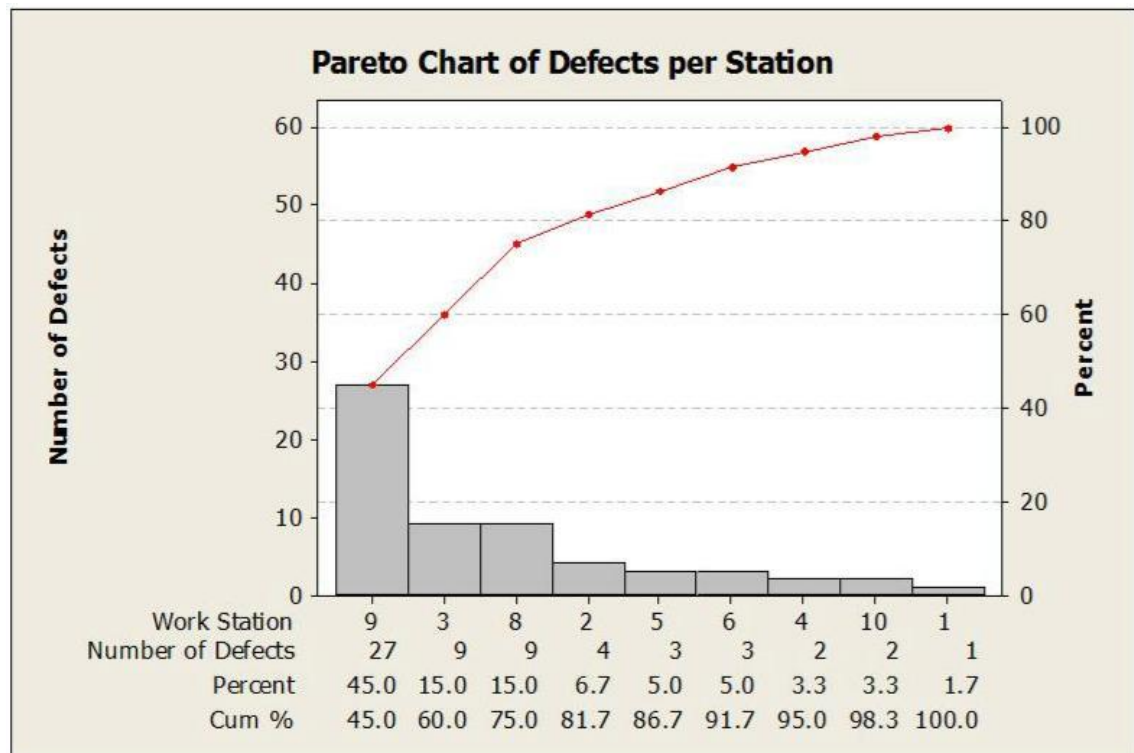
3.3.3 Pareton periaate

Pareton periaatteella tarkoitetaan taloustutkija Vilfredo Pareton (1848–1923) kehittämää periaatetta, jossa 80 % jonkin ilmiön toisiinsa loogisesti liittyvistä seurauksista johtuvat 20 % niihin liittyvistä syistä. Pareto tunnetaan taloustieteen, sosiologian ja filosofian tutkimuksesta. Hänen mukaansa on nimetty pareto -diagrammi, joka perustuu pareton periaatteen graafiseen kuvaamiseen. Pareto -diagrammia käytetään yleisesti työkaluna prosessin analysoinnissa. (Chapman. 2016)

Pareto -diagrammi on tehokas työkalu priorisointiin, koska sen avulla voidaan rajata muutoksen kannalta olennaisimmat ja efektiivisimmät kohteet, joita parantamalla saadaan aikaan tehokkain muutos prosessia parannettaessa.

Diagrammissa kategorioiden arvot esitetään isoimmasta pienintä kohti pylväskaaviona ja kumulatiivista kertymää osoittava viivadiagrammi määrittää, koska 80 % raja saavutetaan. (Pande, Neuman & Cavanagh 2002, 236–239)

Esimerkki pareto -diagrammin käytöstä työasemien virheperusteisesta jaottelusta on esitetty kuviossa 3.



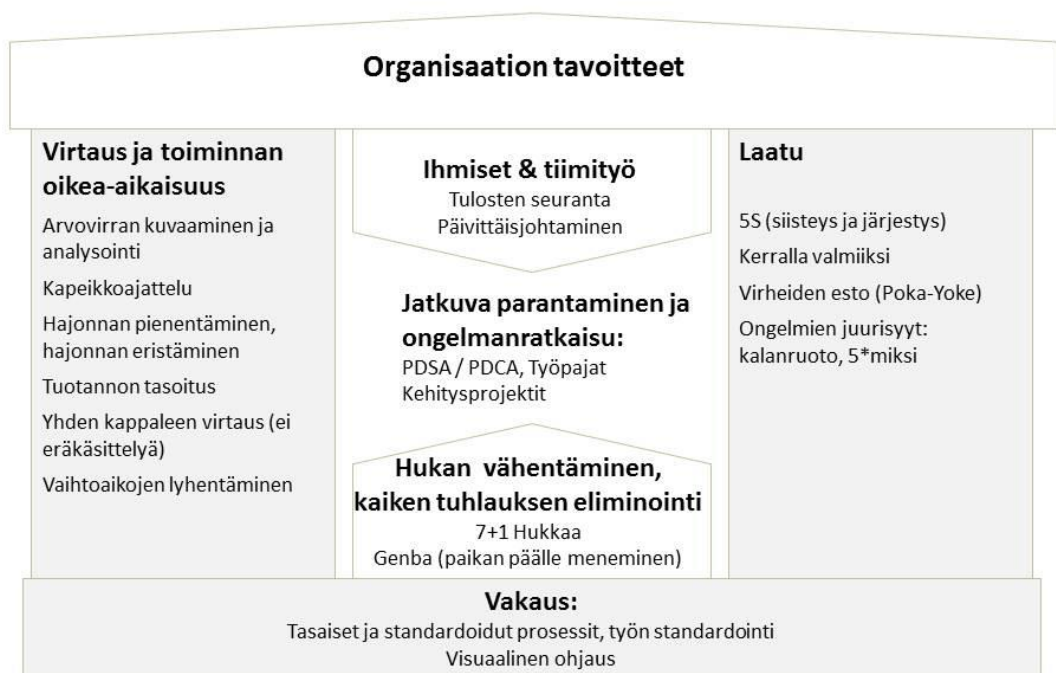
KUVIO 3. Esimerkki eri työasemien jaottelusta niillä tapahtuvien virheiden perusteella pareto -diagrammia käyttäen (Clark)

3.3.4 Lean

Lean on ennen kaikkea ajattelutapa ja kulttuuri, jonka toimien perustana tulee olla arvon tuottaminen asiakkaalle. Lean pohjautuu Toyotalla kehitettyyn toimintafilosofiaan. Soveltaminen on levinnyt laajalle eri toimialojen välillä. Keskiössä on jatkuva parantaminen, jossa hukkaa tulee eliminoida ja prosessin virtausta (läpimenoaika) parannetaan jatkuvalla toiminnalla. Kyseessä ei ole projekti tai työkalu, vaan ajattelutapa. (Lean ajattelu)

Toyota Production systeemistä (TPS) periytyneet hukan lajit ovat ylituotanto, varastot, odottaminen ja etsiminen, siirtymiset, siirrot ja käsittelyt, korjaustyö ja turha työ. Toiminnot jakautuvat arvoa tuottaviin, tukitoimintoihin ja hukkaan. Arvoa tuottava toiminta on materiaalin tai tiedon muokkaamista asiakkaan tarpeen mukaisesti. Tukitoiminnot ovat välttämättömiä arvon tuottamiseksi, mutta eivät itse tuota sitä. Hukka ei tuota arvoa, eikä ole missään määrin välttämätöntä. (Lean ajattelu)

Kuviossa 4 esitetään yleisesti Lean-ajatteluun kuuluvia toimintatapoja, periaatteita ja työkaluja.



KUVIO 4. Lean-ajattelun työkaluja ja periaatteita (Lean ajattelu)

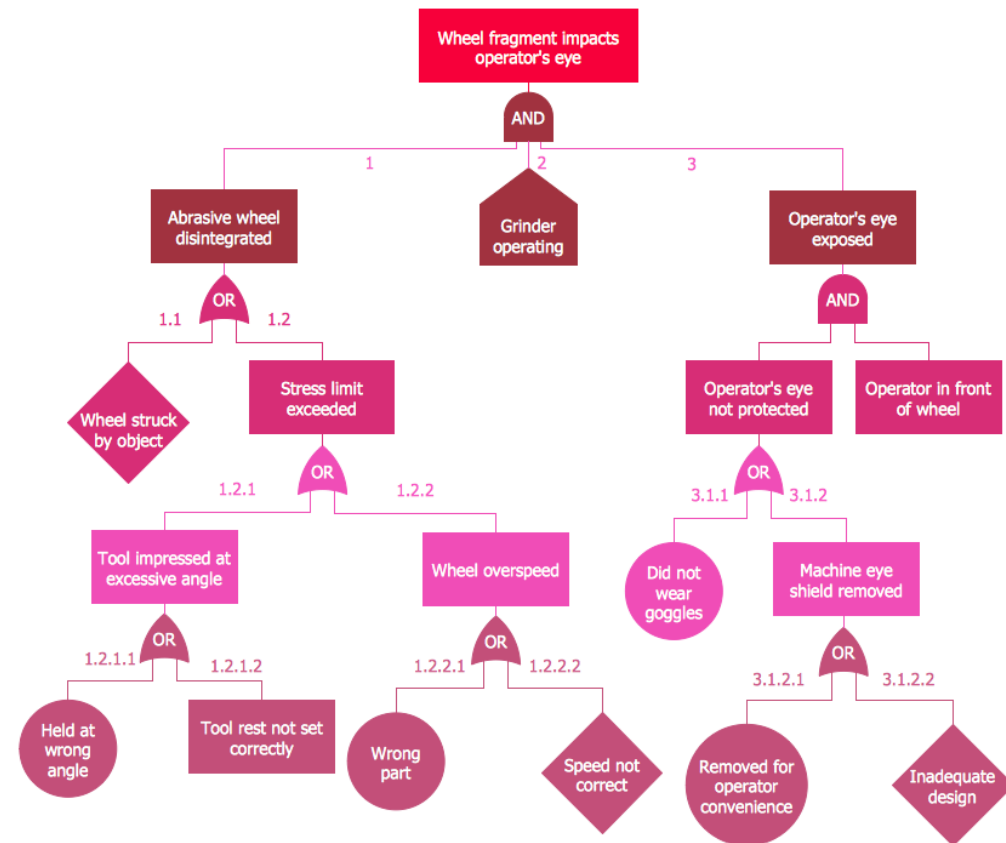
3.4 Riskianalyysimenetelmät

3.4.1 Vikapuuanalyysi (FTA)

Vikapuuanalyysi (engl. Fault Tree Analysis) eli FTA on perinteinen ja paljon käytetty vika-analyysimenetelmä, jolla voidaan loogisesti analysoida ja tutkia jonkin asian luotettavuutta ja turvallisuutta. Itse vikaa ilmaistaan termillä huipputapahtuma ja se sijoitetaan kaavion yläosaan. Analyysissä käytetään operaattoreita, kuten ”ja”, ”tai” ja näiden erilaisia kieltovariaatioita. Huipputapahtuman alapuolelle operaattoreiden avulla asetetaan syitä ja seurauksia eli huipputapahtumaan johtavia tekijöitä. Vikapuuanalyysiä voidaan käyttää muun muassa ongelmanratkaisussa, riskienhallinnassa ja onnettomuustutkintaa suorittaessa. (Frag 2008, 49–52)

Vikapuuanalyysi on kuvattu tarkemmin kansainvälisen sähköalan standardointiorganisaation IEC standardissa ”IEC 61025:2006 Fault Tree Analysis”. Standardi määrittelee menetelmän ja kuvaa mahdollisia tapahtumia, jossa sitä voidaan käyttää, sekä määrittää yleiset käytösäännöt ja graafisissa esityksissä käytettävän symboliikan. (IEC 61025 ed2.0 (2006-12). 2016).

Havainnollistava esimerkki vikapuuanalyysin käytöstä on esitetty kuviossa 5.



KUVIO 5. Vikapuuanalyysin käyttöesimerkki (Fault Tree Analysis Diagrams)

3.4.2 Vika- ja vaikutusanalyysi (FMEA)

Vika- ja vaikutusanalyysi (engl. Failure Mode and Effects Analysis) pyrkii vikojen ja niiden vaikutusten analysointiin ja sitä voidaan käyttää työkaluna esimerkiksi Six Sigman parantamisjaksolla. Sillä pyritään parantamaan tutkittavan prosessin tai tuotteen toimintavarmuutta selvittämällä vikaantumismekanismit. (Wessels 2010, 11)

Vika- ja vaikutusanalyysiä pidetään tärkeimpänä työkaluna järjestelmien virheiden analysoinnissa ja ymmärtämisessä. Siinä yhdistyvät vikamekanismit ja vioittumisen syyt, sekä näiden vaikutuksen paikallisesti osaan ja osan kautta järjestelmän muille tasoille. Työkalun käytöstä on useita erilaisia malleja. Organisaatioilla kuten yhdysvaltain asevoimat, Boeing ja standardointiorganisaatiot on omat FMEA formaatit. Kuviossa 6 on esitetty esimerkki FMEA käytöstä järjestelmän osan vika-analyysissä. (Wessels 2010, 11–12)

| ELITE CONSULTING SYSTEM/PART DESIGN FMEA | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|------------------------------------|----------|----|--|---------------------------|---|------------------------|-----|--|
| System/Part No. & Name | | Engine Mounting Bracket | | | | Suppliers/Plants Affected | | ABC Eng./Main assembly | | |
| Design responsibility | | Chassis Dept | | | | Model Year/Product | | 2002 - Project XYZ | | |
| Other areas Involved | | Engine Dept. | | | | Engineering Rel. Date | | Dec-01 | | |
| Part or System Function | Potential Failure Mode | Potential Effects of Failure | Severity | | Potential Causes of Failure | Occurrence | Detection Method | Detection | RPN | Recommended Action |
| To Support Engine | Fails to Support Engine | Engine Falls out of Car | 10 | YC | Fatigue. Over stressed due to stress raiser, or insufficient section depth, or Incorrectly specified material or process | 3 | FE Analysis (D=3) Rig Test (D=2) Vehicle Endurance (D=1) | 3 | 90 | Redesign to ensure lower stresses. Introduce fail-Safe Feature |
| To Assist in Vibration Isolation | Amplifies Vibration | Customer feels increased vibration | 5 | | Natural Frequency being excited | 4 | FE Analysis (D=3) Bracket Rig Test (D=2) Vehicle Modal Test (D=1) | 3 | 60 | Use CAE to check stiffness and natural frequencies of brkt and system. Modify design to alter frequency if necessary |

KUVIO 6. Esimerkki FMEA -analyysin toteuttamisesta ja ulkoasusta (Design FMEA (DFMEA))

4 PROJEKTINHALLINTA

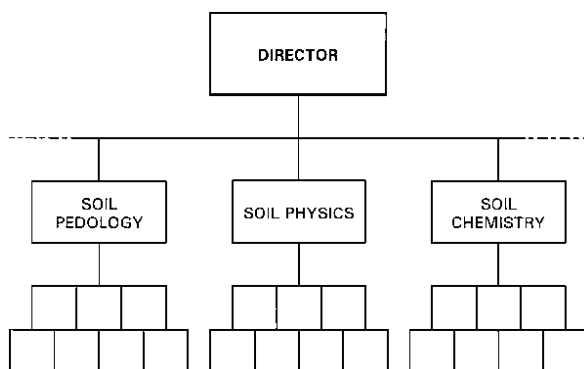
4.1 Projekti

ISO 10006 -standardin mukaan projektilla tarkoitetaan ainutkertaista prosessia, joka koostuu sarjasta koordinoituja ja ohjattuja toimintoja. Näin ollen projektille on tunnusomaista että se on ainutkertainen kokonaisuus, jota ei ole tarkoitus toistaa. Toiminnoksi kuvataan projektin prosessissa oleva pienin tunnistettavissa oleva työn yksikkö. (SFS-ISO 10006. 2004)

Martinsuon ym. (2003, 44–45) mukaan projektinjohtamiskirjallisuus käsittää projektin stereotyyppisesti laajamittaisena toimitusprojektina, jonka yritys suorittaa tilaavalle asiakkaalleen. Projekteja voidaan tästä huolimatta käyttää menestyksekkäästi yrityksen strategiaa tukevassa tuotekehitystoiminnassa. Projekteja voidaan tästä syystä käyttää tuotekehityksen lisäksi luontevasti myös prosessinkehitykseen.

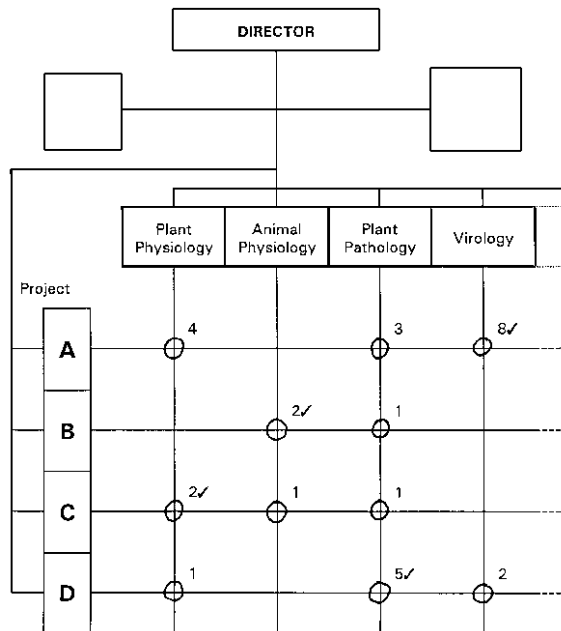
4.2 Yritysorganisaatiomuodot

Yrityksissä on käytössä eri tavalla rakennettuja organisaatioita. Yrityksen organisaatiorakenne vaihtelee esimerkiksi yrityksen koon ja organisaation toimintatarpeen mukaisesti. Kuviossa 7 on kuvattu perinteinen linjaorganisaatio, joka on ylhäältä johdettu kokonaisuus, jossa jokainen osasto toimii omien esimiestensä alaisuudessa, sekä osastojen välinen resurssien jakaminen on vähäistä. (Martinsuo ym. 2003, 41–44)



KUVIO 7. Linjaorganisaation rakenne (Session 2. Structure of an organization)

Kuviossa 8 kuvattava matriisiorganisaatio eroaa linja-organisaatiosta. Kuvatussa matriisiorganisaatio esimerkissä voidaan havaita projektien A-D jakavan linjaorganisaation resursseja. Tässä mallissa vastuunjako linjaorganisaation ja projektien prosessien välillä voi muodostua ongelmalliseksi. Vastuunjakoon tuleekin tällaisissa organisaatioissa kiinnittää erityistä huomiota. (Martinsuo ym., 41-44)



KUVIO 8. Matriisiorganisaation rakenne (Session 2. Structure of an organization)

4.3 Projektisalkun perustaminen ja hallinnointi

Projektisalkulla tarkoitetaan projekteista koostuvaa kokonaisuutta, jota hallinnoidaan erilaisin työkaluin ja menetelmin. Projektisalkun perustamiseen vaikuttavat olennaisesti sille asetettavat kriteerit ja tavoitteet, jotka salkkuun valikoituvien projektien tulee täyttää. Projektien tulee lähtökohtaisesti tukea yrityksen liikkeenjohdollista strategiaa ja olla sen mukaisia. (Martinsuo, Aalto & Artto 2003, 80–83)

Projektisalkun rajaus tehdään halutun työnjaon perusteella. Osa työstä eriytetään projekteiksi, kun taas osa voidaan suorittaa esimerkiksi osana linjaorganisaation normaalia työnkuvaa. Asetetut tavoitteet riippuvat siitä mihin ko. projektisalkkua käytetään ja mikä on sen tarkoitus.

Projektisalkun projektien arviointiin käytettävät tekniikka- ja työkaluryhmät on esitetty taulukossa 2. (Martinsuo ym. 2003, 83–88)

TAULUKKO 2. Projektisalkun projektien arvioinnin tekniikka- ja työkaluryhmät (Martinsuo ym. 2003, 91)

| Projektien arvioinnin tekniikka- ja työkaluryhmät | |
|---|---|
| ➤ | Numeeriset menetelmät |
| ➤ | Luokittelu- ja scoring-menetelmät |
| ➤ | Kysymyslistoihin pohjautuvat menetelmät |
| ➤ | Subjektiiiviset ja intuitiiviset menetelmät |

5 PAKKAUSPROSESSIN KEHITYKSEN PROJEKTISALKKU

(LUOTTAMUKSELLINEN)

6 PROSESSIEN TOIMIVUUS, INTEGRAATIO JA KUNNOSSAPITO

(LUOTTAMUKSELLINEN)

7 PARANNUSEHDOTUKSET

(LUOTTAMUKSELLINEN)

8 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli pakkausprosessin hukan vähentäminen. Pakkausprosessia käsittelevät kokonaisuudet koottiin projektisalkuksi, jonka pohjalta suoritettiin arviointeja ja resurssien allokointi. Projektisalkku ja kokonaisuuksien selkeä jaottelu soveltui tarkoituksenmukaiseen käyttöön hyvin. Hukkaa aiheuttavia tekijöitä pystyttiin löytämään analyysin pohjalta. Tämän jälkeen alustettiin tarvittavat projektit syiden poistamiseksi.

Myös pakkausosaston muihin prosesseihin kohdistettiin arviointia. Tässä oli keskeisintä kartoittaa ja analysoida prosessien läpimenoaikoihin, sekä kunnossapitoon vaikuttavia tekijöitä. Kehitysehdotuksia tuotteiden jalostuksen ja siirron sujuvoittamiseksi löydettiin kohtuullisesti. Työskentely painottui kokonaistoimivuuteen ja prosessien keskeiseen integraatioon.

Projektissa havaitut kehitystarpeet on koostettu oman osallistuvan havainnoinnin, empiirisen tutkimuksen, koejärjestelyjen, työntekijöiden parannusehdotusten ja työntekijöiden haastatteleminen pohjalta. Työntekijöiden antamia parannusehdotuksia pakkausosastoa koskien käsiteltiin 17 kappaletta. Näistä annettiin selvitys toteutuskelpoisuudesta, sekä suosituksia. Tarvittaessa teoreettista pohjaa laajennettiin jatkoselvitysten tueksi.

Opinnäytetyöprosessin aikainen ammatillinen kehittyminen vaikutti sen aikaiseen resurssien kohdentamiseen ja työsuunnittelua päivitettiin tarvittaessa uuden analyysitiedon tai katselmuksien jälkeen. Jatkovaa parantamista ja toimintatapojen kriittistä arviointia suoritettiin aktiivisesti siis myös itse opinnäytetyöprojektia koskien.

Jatkuvan parantamisen kulttuuri on tärkeä osa jokapäiväistä toimintaa, eikä sitä tule nähdä yksittäisinä projekteina, joilla on alku ja loppu. Opinnäytetyöprosessin jälkeen jatkuvien projektien osalta tämä näkökulma on otettu huomioon suosituksia laadittaessa.

LÄHTEET

Aalto, T. Artto, K. & Martinsuo, M. 2003. Projektisalkun johtaminen. Tuotekehitysprojektien valinta ja strateginen ohjaus. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Adams, C. Gupta, R. & Wilson, C. 2003. Six sigma deployment. Butterworth-Heinemann.

Cavanagh, R. Neuman, R. & Pande, P. 2002. The six sigma way team wieldbook. An Implementation guide for process improvement teams. R. R. Donnelley & Sons Company.

Creveling, C. 2006. Six sigma for technical processes. An overview for r&d executives, technical leaders and engineering managers. Pearson education.

Design FMEA (DFMEA). Elite consulting Ltd. Luettu 13.4.2016
http://www.elite-consulting.com/design_fmea.htm

Erikoisseulat. Grönmark. Luettu 14.4.2016
<http://gronmark.fi/fi/tuotteet/erikoisseulat>

Farag, M. 2008. Materials and process selection for engineering. Boca Raton: CRC Press.

Fault Tree Analysis Diagrams. CS Odess Corp. Luettu 13.4.2016
<http://www.conceptdraw.com/samples/engineering-FTA>

File:Convoyeur-chaines.png. Superyoyo. Luettu 12.2.2016
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Convoyeur-chaines.png>

FINAS-akkreditointipalvelu. 2016. FINAS. Luettu 28.2.2016
<http://www.finas.fi/frameset.aspx?url=finas.aspx%3fcategoryID=2>

Historia. 2016. Kemira Oyj. Luettu 17.2.2016
<http://www.kemira.com/fi/konserni/historia/sivut/default.aspx>

IEC 61025 ed2.0 (2006-12). 2016. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. SFS Verkkokauppa. Luettu 13.3.2016
<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/IEC/IEC/ID9989/6/316956.html.stx>

ISO 13053-1:fi. Prosessin kehittämisen kvantitatiiviset menetelmät. Six Sigma. Osa 2: Työkalut ja tekniikat. Suuntaviivat projektien laadunhallinalle. 27.01.2014. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. SFS Verkkokauppa.
<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/ISO/ID5/1/243577.html.stx>

ISO 13053-2:fi. Prosessin kehittämisen kvantitatiiviset menetelmät. Six Sigma. Osa 1: DMAIC-menetelmä. Suuntaviivat projektien laadunhallinalle. 27.01.2014. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. SFS Verkkokauppa.
<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/ISO/ID5/1/243575.html.stx>

Jätevedenpuhdistamon operointi. 2016. Kemira. Luettu 5.3.2016
<http://www.kemira.com/fi/toimialat-sovellukset/sivut/jatevedenpuhdistamon-operointi.aspx>

Kemira Oyj. 2016. Annual Report 2015.

Laatujärjestelmän sertifiointi (ISO 9001). 2016. Inspecta. Luettu 21.2.2016
<http://www.inspecta.com/fi/Palvelut/Sertifiointi/Jarjestelmasertifiointi/Laatujarjestelma-n-sertifiointi-ISO-9001/>

Layton, D. 1993. Technologys` s challenge to science education. Buchingham: Open University Press.

Lean-ajattelu. Logistiikan Maaailma. 2016. Luettu 13.3.2016
<http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Lean-ajattelu>

Müller, E. Schenk, M. & Wirth, S. 2010. Factory planning manual. Situation-driven production facility planning. Springer-Verlag.

pareto's principle. 2016. Chapman A. Luettu 26.3.2016
<http://www.businessballs.com/pareto-principle-80-20-rule.htm>

Remembering Walter A. Shewhart's Contribution to the Quality World. 2009. Smith J. Luettu 24.3.2016
<http://www.qualitymag.com/articles/85973-remembering-walter-a-shewhart-s-contribution-to-the-quality-world>

SFS-ISO 10006. Laadunhallintajärjestelmät. Suuntaviivat projektien laadunhallinnalle. 04.06.2004. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. SFS Verkkokauppa.
<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/ISO/ID2/1/14974.html.stx>

Session 2. Structure of an organization. FAO. Luettu 13.4.2016
<http://www.fao.org/docrep/w7503e/w7503e04.htm>

Statistical thinking to improve quality. Clark G. Luettu 13.4.2016
http://www4.asq.org/blogs/statistics/statistical_thinking_tools/pareto_chart/

Walter A. Shewhart. 2016. American society for quality. Luettu 21.2.2016
http://asq.org/about-asq/who-we-are/bio_shewhart.html

Walter Shewhart (1891 - 1967). Jones G. Luettu 26.3.2016
<http://www.managers-net.com/Biography/Shewhart.html>

Wessels, W. 2010. Practical reliability engineering and analysis for system design and life-cycle sustainment. Boca Raton: CRC Press.

What is dmaic?. U.S News University Connection Luettu 13.4.2016
<http://www.sixsigmadaily.com/what-is-dmaic/>

Ylinen, K. 2015. Matematiikan opetuksen tavoitteiden täyttyminen alakoulun teknologiakilpailussa. Tampereen teknillinen yliopisto. Teknillis-luonnontieteellinen koulutus-ohjelma. Diplomityö.

LIITTEET

(LUOTTAMUKSELLINEN 16kpl)