



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Niko Kettunen

Tuotantolinjan suorituskyvyn parantaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalous

Insinöörityö

4.2.2021

Tekijä Otsikko	Niko Kettunen Tuotantolinjan suorituskyvyn parantaminen
Sivumäärä Aika	50 sivua 4.2.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Tuotantotalous
Ammatillinen pääaine	Teollisuuden prosessit
Ohjaajat	Kehityspäällikkö Hannu Sistonen Lehtori Harri Hiljanen
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli selvittää suomalaiselle panimoalan yritykselle, kuinka paljon yhden tuotantolinjan vaihe aiheuttaa hävikkiä sekä tehottomuutta prosessissa.</p> <p>Tavoitteena oli saada entistä parempi kuva laitteen nykytilasta sekä tunnistaa sen aiheuttama hävikki, kirjata hävikin määrä sekä laatia toimenpiteitä hävikin laskemiseksi vastavien tuotantolinjojen tasolle.</p> <p>Työssä hyödynnettiin prosessioperaattorien asiantuntemusta haastattelujen avulla, havainnointia sekä tuotannonohjausjärjestelmän laskemia KPI-lukuja. Näiden avulla nostettiin havaintoja ylös ja löydettiin tehottomuuksia, joihin kohdistettiin tarkempia seurantajaksoja. Teoriaa hyödynnettiin prosessin seurantaan useimmista kirjallisista sekä elektronisista lähteistä.</p> <p>Analysoimalla kohteen nykytilaa yrityksen sisäisiä dokumentteja sekä kirjaamalla haastattelujen antia pystyttiin nostamaan esille tietyt ongelma-kohtia, joiden seuranta jää yrityksen vastuulla. Insinööriyön lopputuloksena saatiin tarkka nykytila työvaiheesta sekä sen ympärillä vaikuttavista vaiheista. Kehitysehdotuksina nousivat esille etenkin hävikin seurannan lisääminen, osaamisen hyödyntäminen sekä kontrollipisteen valvonnan loppuun asti implementointi. Lopputulosten avulla kohdeyritys pystyy tehostamaan toimintojaan ja saamaan säästöjä koko tuotantolinjan prosessissa sekä hyödyntämään havaintoja vastavien tuotantolinjojen prosessin laadunparantamisprojekteissa.</p>	
Avainsanat	Prosessiteollisuus, Lean, laadunparantaminen.

Author Title	Niko Kettunen Improving Performance of a Production Line
Number of Pages Date	50 pages 4. February 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial engineering and management
Professional Major	Industrial processes
Instructors	Harri Hiljanen, Senior Lecturer Hannu Sistonen, Development manager
<p>The purpose of this thesis was to explore for a Finnish brewing company how much their filling process produces losses and inefficiencies.</p> <p>The aim was to get a better understanding of the current state of the process and to identify the losses caused by the process, record the actual amount of losses and compile actions to reduce losses to the level of the corresponding filling lines.</p> <p>The thesis utilized the expertise of process operators through interviews, observation and KPI figures provided by the ERP system. These methods were used to fully understand the process and identify inefficiencies that were then studied in more detail. Theory was researched from multiple written and electronic sources that were utilized for observing the process.</p> <p>By analysing the current state of the process, the company's internal documents and by recording the findings of the interviews, it was possible to highlight certain areas of inefficiencies the improvement of which remains to be implemented by the company. The outcome of this thesis is the knowledge of the current state of this step of the process and the surrounding processes affecting it. The improvement recommendations included increased monitoring of losses, utilizing the knowledge of operators and fully implementing control point supervision. With these improvements the company is likely to be able to increase the efficiency of its process and gain savings in the entire production line process as well as utilize these findings in process quality projects in similar filling process lines.</p>	
Keywords	Process industry, Lean, Quality improvement

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Projektin tutkimusmenetelmät	2
3	Sinebrychoff	3
3.1	Carlsberg	4
3.2	Arvot	5
4	Prosessi, Lean ja prosessin laadunparantaminen	6
4.1	Prosessi	6
4.1.1	Prosessinkuvaus	6
4.1.2	Prosessin suunnittelu	7
4.2	JIT ja imuohjaus	8
4.3	Lean, hukka ja sen muodot	9
4.4	Laatu prosessinkehityksen tukena	12
4.4.1	Yleisimmät laatukustannuksien muodot	17
4.4.2	Laadun työkaluja	18
4.4.3	Laadunhallinnan tekniikoita	23
5	Tuotantolinja A:n nykytila	28
5.1	Tuotantolinja A:n prosessi	28
5.2	V-käyrä	30
5.3	Työn rajaus	32
5.4	SIPOC-täyttökone	32
5.5	Tuotantolinja A:n täyttökoneprosessi	34
5.6	Tuotantolinja A:n pakkausmateriaalit	36
6	Tuotantolinja A:n täyttökoneella syntyvä hukka ja hävikki	36
6.1	Preformihävikki	37
6.2	Tuotantolinja A:n täyttökoneen hävikki	38

6.3	Seuranta	39
6.4	Tarkistajakameran toiminta	40
6.5	Tuotantolinja A:n ympärillä olevat prosessit	41
6.6	Pullojen vinokorkkisuushäiriöt	41
6.7	Osaamisen hyödyntäminen raportoinnissa	42
7	Toimenpiteiden jalkautus	43
7.1	Parannusehdotuksia	43
7.2	Puhalluksenhävikki	43
7.3	Tarkistajakameran käyttö sekä optimointi	44
7.4	Osaamisen hyödyntäminen	44
7.5	Prosessin toimintavarmuus täyttökoneen ympäriltä	45
8	Yhteenveto ja pohdinta	45
	Lähteet	47

Lyhenteet

PET	Polyetyleenitereftalaatti.
KPI	Key Performance Indicator – Suorituskyvyn mittari
JIT	Just-In-Time – Juuri oikeaan aikaan
TQM	Total Quality Management – Kokonaisvaltainen laadunhallinta
FMEA	Failure mode and effects analysis.
PDCA	Plan, Do, Check, Act – Suunnittele, tee, tarkasta, korjaa.
PDPC	Process decision programme chart – Prosessien valintakaavio
QFD	Quality function deployment – Asiakaslähtöinen tuotekehitys.
DOE	Design of experiments – Kokeellinen suunnittelu.
SPC	Statistical process control – Tilastollinen prosessinohjaus.
BPR	Business process re-engineering – Liiketoimintaprosessien uudelleen-suunnittelu
VSM	Value stream mapping – Arvovirtakuvaus
MES	Manufacturing Execution System – Tuotannon valmistusjärjestelmä
SIPOC	Supplier, Input, Process, Output, Customer – Toimittaja, Syöte, Prosessi, Tuotos, Asiakas.
OEE	Overall effective efficiency – Laitteen kokonaistehokkuus.

1 Johdanto

Tuotantoteollisuudessa on pitkään pyritty tehostamaan toimintoja, vähentämään hävikkiä sekä olemaan vastuullinen tuottaja alallaan. Näihin toimintoihin on panostettu viime aikoina entistä enemmän lisäämällä organisaatioihin vastuullisuustiimejä, joiden tehtävänä on nostaa esille yrityksen kestävä kehityksen strategiaa sekä onnistumiset tehokkaan tuotannon ylläpitämiseksi. Uudet innovaatiot prosessinlaadun sekä vastuullisuuden parantamiseksi tuottavat tehokkaampaa tuotantoa, kuten ylimääräistä työn vähenemistä tai hävikin pienenemistä. Tehokkuus ja vastuullisuus ovat avain menestyä nykypäivän markkinoilla. (Sinebrychoff, 2020.)

Tavoite

Opinnäytetyö on tehty tilaajalle Sinebrychoff Supply Company Oy:lle. Työn kohteena on tuotantolinja A, missä pulloetaan juomia. Tavoitteeksi asetettiin löytää tuotantolinja A:n tehottomuuksia sekä tunnistaa materiaalihävikkejä asettaen ne samalle tasolle vastaavaan tuotantolinja B:n prosessiin. Tuotannon linjat ovat prosesseiltaan hyvin samankaltaisia prosesseiltaan. Tämän ansiosta vertailu ja benchmarkkaus näiden linjojen välillä antaa hyvät lähtökohdat tavoitetasoille, mitä yritetään saavuttaa.

Sinebrychoffilla seurataan hyvin litroissa syntyvää hävikkiä, mutta tarkempaa materiaaleista johtuvaa hävikkiä ei seurata. Seuranta olisi kuitenkin tärkeätä sillä jokainen virhe materiaalissa vie hylkyyn käytännössä myyntikelpoisen tuotteen. Tietyillä tuotteilla myös litrahävikit korostuvat myyntipakkausten mukaan, jolloin prosessinhäiriöt alkavat näkyään herkästi myös litrahävikkeissä. Sinebrychoff on myös sitoutunut vähentämään muovijätteen määrää osana KOHTI NOLLAA kestävä kehityksen ohjelmassaan, josta on enemmän yritysesittelyssä.

Työ on jatkumoa aiemmin yrityksessä tehdyille insinööritöille, jotka ovat käsitelleet pakkausmateriaalihävikkejä. Aiemmin tehdyt työt keskittyivät enemmän yleisesti linjoilla syntyvään hävikkiin. Venäläinen Antti tutki prosessin PET-muovipullo (polyetyleenitereftalaatti) hävikkiä ja Silja Rytkösen aiheena oli koko tuotannossa syntyvä

materiaalihävikki. Tämän työn aihe rajattiin tarkoituksella hyvin spesifiin vaiheeseen prosessia ja siitä syntyvään hävikkiin.

Työn rakenne

Insinööriyössä käsitellään tietyn tuotantolinjan prosessia sekä sen toimintaa. Työssä hyödynnetään yleisimpiä prosessiteollisuuden oppeja kuten Lean menetelmiä sekä prosessin laadunparantamisen oppeja. Työ on laadittu teoriaosion, prosessin toiminnan ja operaattorien työn seurannan sekä operaattoreiden, kunnossapidon sekä prosessinkehityksen haastattelujen pohjalta.

Työ rakentuu kuudesta osasta. Alkuun valitaan aiheen tueksi tutkimusmenetelmät sekä kerrotaan taustat kohde yrityksestä. Teoriaosuus on seuraavana, missä on haettu relevanttietoa tavoitteen saavuttamiseksi. Loppuosa koostuu käytännön työstä prosessin äärellä: prosessin nykytilananalyysiä, prosessinkuvausta sekä loppuun yhteenveto, jossa kerrataan tiivistetysti työnkulku sekä sitä, mitä ongelmia tunnistettiin ja niitä korjattavia toimenpiteitä.

Insinööriyön seuranta sekä mittaukset ajoittuivat vuoden 2020 kesästä venyen vuoden loppuun. Työn aikatauluja hankaloitti juomateollisuuden venynyt sesonki sekä työtapojen muutokset.

2 Projektin tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmillä luodaan pohja tutkimuksen aineiston kasaamiseen sekä analyysiin. Tutkimusmenetelmät valitaan tutkimusongelman perusteella. Jokainen tutkimus on yksilöllinen, niihin parhaiten soveltuvat työkalut vaihtelevat. (Saukkonen P. 2006).

Tässä työssä on hyödynnetty sekä laadullista että määrällistä tutkimustapaa. Laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus sopii etenkin kehittämistyöhön, kun tavoitteena on saada tulokseksi kehitysehdotuksia. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa aineisto kerätään tutkimuskohteen ympäriltä esimerkiksi haastatteleamalla henkilökuntaa, havainnoimalla tai kirjallisista lähteistä. Kvalitatiivinen tutkimus puolestaan perustuu numeeriseen datan

analysointiin, josta hyötynä saadaan tarkkoja tietoja muun muassa prosessin tehokkuudesta sekä trendeistä. (Ojasalo, 2009.)

Tässä opinnäytetyössä tuotantolinjan nykytilasta kerättiin tietoa havainnoimalla prosessia sekä vapaasti haastatteleamalla prosessioperaattoreita, työnjohtajia, linjapäälliköitä sekä prosessin kehittäjiä. Operaattorit valikoituivat aina satunnaisesti vuorossa työskentelevien kesken. Näin saatiin mahdollisimman monia kokemuksia sekä näkökulmia työntekijän taustoista riippumatta. Haastattelut suurimmaksi osin tapahtuivat spontaanisti keskustellen aiheeseen liittyvistä asioista. Noin kerran kuukaudessa järjestettiin ohjauskeskustelut kehityspäällikön kanssa, jotka olivat osittain myös haastattelutilanteita. Tietoa kerättiin myös analysoimalla yrityksen sisäisiä dokumentteja ja havainnoimalla tuotantolinjaa paikan päällä päivittäin sekä suorittamalla tehostettuja seurantajaksoja, joissa kirjattiin säännöllisesti tapahtumat, jotta saadaan parempi käsitys prosessintehokkuudesta. Havainnointi suoritettiin oman työn ohessa, jolloin prosessinhäiriöihin sekä prosessioperaattoreiden reagointi voitiin huomioida tuoreeltaan. Hyödynnettyjä dokumentteja olivat muun muassa työnjohdon sekä prosessioperaattorien vuoronvaihtoraportit, vuoronvaihtotaulut, hävikinseuranta-raportti sekä toiminnanohjausjärjestelmän kautta operatiivisen toiminnan KPI-luvut (Key Performance Indicator). Opinnäytetyöhön liittyvää kirjallisuutta on myös kerätty, josta kerrotaan enemmän teoriaosuudessa. Näillä tutkimusmenetelmillä pyritään selvittämään tuotantolinjan nykytila sekä suorituskyky.

3 Sinebrychoff

Työn tilaaja Sinebrychoff on Suomen johtava panimo 45%:n markkinaosuudellaan. Yritys on Suomen kolmanneksi vanhin ja se on perustettu vuonna 1819. Samalla se on myös Pohjoismaiden vanhin panimo. Yritys perustettiin Helsingin Hietalahteen, josta se siirtyi vuonna 1992 uusiin tiloihinsa Keravalle, missä yritys on toiminut tähän päivään asti. Tuotannon lisäksi Keravalla sijaitsee myös Sinebrychoffin pääkonttori hallintorakennukseen sekä logistiikkakeskus. Sinebrychoff on vuodesta 1999 lähtien ollut osa kansainvälistä Carlsberg-konsernia. Yritys valmistaa oluita, siidereitä, virvoitus- ja energiajuomia. Sinebrychoff työllistää yhteensä noin 700 henkilöä. Suurin osa heistä työskentelevät Keravan tehtaalla sekä pääkonttorissa. (Sinebrychoff, 2020).

Sinebrychoffin merkittävimpiä ja tunnetuimpia tuotteita ovat Karhu, Koff ja Battery. Yhteensä tuotteita tällä hetkellä on 127, mikä sisältää kaikki brändit ja niiden makuvariaatiot. Sinebrychoff alkoi tuottamaan ja jakelemaan Coca-Cola Companyn tuotteita vuonna 1999, mikä sisälsi valmistuksen, myynnin sekä jakelun pääosin Suomessa (Sinebrychoff, 2020.)

Yrityksen kokonaisliikevaihto oli noin 395 miljoonaa euroa, sekä tulos noin 34 miljoonaa euroa vuonna 2019. Tulos koostuu molempien Oy Sinebrychoff AB:n sekä Sinebrychoff Supply Companyn Oy:n tuloksesta. Samana vuonna Sinebrychoff tuotti noin 350 miljoonaa litraa juomaa Suomeen ja ulkomaille. (Sinebrychoff, 2020.)

3.1 Carlsberg

Carlsberg on vuonna 1847 perustettu maailman neljänneksi suurin panimoalan konserni. Konserni työllistää yhteensä noin 41 000 henkilöä. Carlsbergin pääkonttori sijaitsee Tanskassa, Kööpenhaminassa. Yhtiön tunnetuin tuote on nimensäkin mukainen Carlsberg. Yhtiö valmistaa myös useita muitakin tunnettuja olutbrändejä sekä muita paikallisia olutmerkkejä kuten ranskalainen Kronenbourg/1663 ja venäläinen Baltika. (Carlsberg group 2020.)

Carlsbergin omistaa Carlsberg-säätiö 70 %:n osuudella. Vuonna 2019 yrityksen liikevaihto oli noin 65,9 miljardia Tanskan kruunua (noin 8,8 miljardia euroa). Samana vuonna yrityksen liikevoitto oli noin 10,5 miljardia Tanskan kruunua (noin 1,4 miljardia euroa). (Carlsberg group 2020.)

Carlsbergilla on liiketoimintaa maailmanlaajuisesti ja konsernin omistuksessa on monia merkittäviä panimoita. Carlsberg jakaa kolmeen liiketoiminta alueensa kolmeen: läntiseen Eurooppaan, itäiseen Eurooppaan sekä Aasiaan. Konsernin liikevaihdosta suurin osa syntyy läntisessä Euroopassa, mikä tuottaa 55 % liikevaihdosta. Itäinen Eurooppa tuottaa 17 % ja Aasia 28 % liikevaihdosta vuonna 2019. Carlsberg tuotti saman vuonna yhteensä 135 miljoonaa hehtolitraa juomaa markkinoille. (Carlsberg group 2020.)

3.2 Arvot

Sinebrychoff on sitoutunut Carlsbergin aloittamaan Yhdessä kohti NOLLAA -ohjelman mukaisesti neljään päätavoitteeseen. Kaikki konsernin alaisuudessa olevat yritykset pyrkivät saavuttamaan tavoitteet vuoteen 2030 mennessä. Näitä ovat kuvan 1 mukaisesti hiilijalanjäljen, vedenkulutuksen, vastuuttoman juomisen sekä työtaturmien pienentäminen. Ohjelma on lanseerattu, jotta kaikilla konsernin yrityksillä olisi vastuullisuus tavoitteena ottamalla huomioon nykypäivän haasteet, kuten ilmastonmuutos, vesipula ja kansanterveydelliset ongelmat. Vuoteen 2030 mennessä tavoitteena on lopettaa panimoiden hiilidioksidipäästöt kokonaan ja vähentää tuotteiden hiilijalanjälkeä 30 %, veden kulutusta 50 % ja turvata kumppaneiden kanssa yhteisiä vesivaroja vesipulan riskialueilla. Lukuja vertaillaan vuoden 2017 vastaaviin lukuihin. Myös vastuullisen juomisen kulttuuria pyritään lisäämään ja työtaturmat pyritään poistamaan panimoilta. (Sinebrychoff 2020.)



Kuva 1. Kohti Nollaa tavoitteet

Sinebrychoff on vuodesta 2009 raportoinut kestävän kehityksen työstään ja vuodesta 2017 seurannut Carlsbergin kestävän kehityksen tavoitteita. Vuosien aikana tavoitteita kohti on edetty sekä niitä saavutettu jo yhdeksän vuotta etujassa. Esimerkiksi 100 % Sinebrychoffin käyttämä energia on uusiutuvista lähteistä 2021 alkaen, vedenkäyttö per tuotettua litraa on laskenut 6 %, alkoholittomiin tuotteisiin on investoitu sekä työtaturmat ovat vähentyneet 80 % vuodesta 2015. (Sinebrychoff 2020.)

4 Prosessi, Lean ja prosessin laadunparantaminen

4.1 Prosessi

Yksinkertaistettuna prosessi koostuu resursseista, toiminnasta ja tuotoksesta, joihin liittyy suorituskyky. Nämä tapahtuvat yleensä peräkkäisinä sarjoina, joiden päätteeksi saadaan haluttu tuotos. Kuvassa 2 on esimerkkinä prosessi, jossa syötteessä liikkuu dataa tai fyysistä materiaalia, joista luodaan yrityksen prosessissa haluttu tuote tai palvelu asiakkaalle.

Yrityksen prosessien tarkka seuranta sekä kehittäminen on suotavaa, sillä prosessin tehostumukset kertaantuvat, koska ne ovat luonteeltaan toistuvia. Yrityksen on kannattavaa tunnistaa, mitkä prosessit ovat toimintojen kannalta ydinprosesseja ja mitkä sen sijaan tukiprosesseja. Ydinprosesseja ovat prosessit, joista syntyy suoraa arvoa yritykselle tai sen on suoraan yhteydessä loppuasiakkaaseen. Tukiprosessit sen sijaan ovat tyypillisesti sisäisiä prosesseja, jotka tehostavat ydinprosessien toimintaa. (Laamanen, 2005).



Kuva 2. Prosessi

4.1.1 Prosessinkuvaus

Prosessien kuvaamisella pyritään tunnistamaan yrityksen tehtävien tai informaatiovirtojen liikettä sekä tunnistamaan vaiheiden välisiä riippuvuuksia. Kuvaaminen aloitetaan ensin tunnistamalla ja jaottelemalla yrityksen olemassa olevat prosessit sekä luodaan niistä prosessikartta (Blomqvist, 2010). Prosessikaavioon merkataan prosessinvaiheet, joita ovat esimerkiksi tapahtumat sekä toimenpiteet. Jokainen vaihe nimetään sille ominaisen toiminnan mukaisesti. Vaiheiden ovat kytköksissä toisiinsa virroilla, jotka

kuvaavat asioiden etenemistä kohti tavoitetta. Prosessin vaiheiden tunnistamisen jälkeen selvitetään prosessinomistaja eli vastuuhenkilö, minkä jälkeen voidaan aloittaa prosessin kuvaus. Kuvaamisen aloittaessa pitää rajata, millä tasolla prosessi pitää kuvata. Esimerkiksi työntekijä tarvitsee yksityiskohtaisemman prosessikuvauksen kuin johdon toimihenkilö. Organisaatiotasolle riittääkin usein hyvin karkean tason prosessinkuvaus. Tarkkuuteen vaikuttaa eniten, kuinka yksityiskohtaisesti kunkin vaiheen työtehtävät halutaan kirjata. (Virtanen, 2005.)

Kuvaustasot ovat prosessikartta, toimintamalli, prosessin kulku ja työn kulku. Usein prosessin kuvaukseksi riittää alkuun prosessin kulun dokumentointi. Prosessin kulku ja työn kulku voidaan myöhemmin yhdistää samaksi kokonaisuudeksi. Prosessin kuvaus koostuu usein prosessin perustiedoista, sanallisesta kuvauksesta ja kaavioista. Prosessin avaaminen graafiseen sekä ja sanalliseen muotoon antaa hyvän kokonaisuuden prosessista. (Virtanen, 2005.)

4.1.2 Prosessin suunnittelu

Prosessin suunnittelun pohjana voidaan hyödyntää esimerkiksi valmiita työnkulkukaavioita. Prosessin lähtökohtana on usein suoritettu toiminta, joka tapahtuu aina samanaikaisesti sekä samassa paikassa. Hyvällä prosessin suunnittelulla mahdollistetaan prosessin sisäisten tehtävien työmäärä, sillä suurella määrällä pieniä töitä prosessin läpimenoaika kasvaa, vastaavasti liian suuri kokonaisuuksien hallinta vaikeutuu. Hyvällä suunnittelulla myös voidaan välttää virheiden siirtyminen prosessin vaiheesta seuraavaan lisäämällä toimintoja, joilla mahdollistetaan virheen havaitseminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa prosessia, kun tuotteeseen sitoutuneet kustannukset ovat vielä pienet. (Mattila, 2012).

Prosessin suunnitteluun yksi osa-alueista on myös prosessissa työskentelevien ihmisten ja osastojen synergioiden löytäminen. Prosessin omistajan tehtävänä on kuvata ja ylläpitää omaa vastuuprosessiaan. Prosessit voivat sijaita tuotannossa, logistiikassa tai vaikka myynnissä, mutta suunnittelun sekä kehittämisen lähtökohdat pysyvät samoina. Prosessin jokaisen vaiheen tärkeys sekä koko tarkistetaan. Samalla karsitaan päällekkäisiä prosesseja, jotka ovat mahdollisesti muunnettavissa saman tehtävän alle. Jos

prosessi sisältää erikoistuneita tehtäviä, niin niiden kohdalla tarkistetaan myös tarpeellisuus sekä mahdollisuudet muokata osaksi yleistä prosessia. Prosessin luonteesta riippuen osa vaiheista voidaan suunnitella toteutumaan rinnakkain. Näin saadaan prosessin läpimenoaika pienemmäksi, sillä suoritteet tapahtuvat samanaikaisesti. Prosessin suunnittelussa on hyvä pitää mielessä tulevaisuuden kehityskohteet, sillä muutoksia tulee väistämättä eteen. Joustava prosessi mukautuu paremmin tuleviin haasteisiin muovautumalla kuhunkin liiketoiminnan tai strategiaan muutoksiin. Joustava prosessi on myös kilpailuetu, jos pystytään vastaamaan asiakkaiden ja markkinoiden vaatimuksiin nopeammin kuin kilpailija. Näin ollen hyvin suunniteltu sekä toimivat prosessit luovat konkreettista etua yritykselle. (Mattila, 2012.)

4.2 JIT ja imuohjaus

JIT eli Just-In-Time tarkoittaa asioiden toimittamista ja vastaanottamista vain ja ainoastaan tarvittava määrä täsmälleen siihen aikaan, kuin sille on tarve. Läpimenoajan kasvaessa pidemmäksi alkaa se näkymään sitoutuneessa pääomassa sekä tuotantoprosessin häiriöissä. Tällöin keskeneräinen tuote, johon on sitoutunut jo kustannuksia ei tuota yritykselle mitään, koska se ei pääse asiakkaalle asti. Jos yrityksellä on paljon sitoutunutta pääomaa tuotantoprosesseissaan ja varastoissaan uusille investoinneille ei löydy resursseja. Suuret varastot sekä keskeneräinen tuotanto aiheuttavat täten myös kassavirtaongelmia. (Haverila, 2009.)

Jatkuvavirtauksella tarkoitetaan arvoa tuottavia toimintoja prosessissa eli jokainen yksittäinen prosessinvaihe lisää tuotteeseen arvoa. Tuotteen liike prosessissa on myös jatkuvaa, eikä se jää odottamaan esimerkiksi välivarastoon. Jatkuvavirtauksen malli on helpoiten käytettävissä prosesseissa, joiden toiminta perustuu toistuviin vaiheisiin. Menetelmää voidaan kuitenkin myös hyödyntää mihin tahansa prosessiin, joissa voidaan tunnistaa eri vaiheet. Eliminoimalla vaiheiden välinen hukka saadaan optimoitua virtauksen tehokkuus. (Haverila, 2009.)

Tuotannon työntöohjauksella tarkoitetaan yrityksen tuotannosuunnittelijoiden tekemää valmistussuunnitelmaa. Tuotantosuunnitelma antaa signaalin tuotannolle, mitä valmistetaan ja miten eri valmistustehtävät kuormittuvat tuotantoerässä. Eli käytännössä

suunnitelma ohjaa tuotannon etenemistä. Työntöohjaus vaikeutuu, mitä monimutkaisempi valmistusketju tuotannossa on. Vaikeudet korostuvat usein, jos tuote virtaa useamman osaston läpi, jolloin osastojen sisäiset ongelmat voivat aiheuttaa ristiriitaa alkuperäisen suunnitelman kanssa. Kun valmistusta ei voidakaan toteuttaa suunnitelman mukaisesti, voi se johtaa keskeneräisen tuotannon sekä prosessin sisäisten välivarastojen kasvuun. (Haverila, 2009.)

Tuotannon imuohjaus perustuu vastaavasti signaaliin, mikä tulee tarpeesta. Puolivalmis- teita sekä tuotteita valmistetaan vain tarpeeseen eikä yhtään varastoon tai ennakkoon.

Kokoonpanoon otetaan osia valmistettavaksi ainoastaan välttämättömän tarpeen verran. Valmistusketjussa tämä tarkoittaa tarveimpulssin etenemistä lopusta alkuun päin. Eli käytännössä työntöohjaus perustuu ennusteeseen ja suunnitelmaan, kun taas imuohjaus perustuu asiakkaan tarpeeseen ja edellisen vaiheen materiaalivirtaan. Näin imuohjaukseen perustuvan tuotannon varastotarpeet ovat huomattavasti pienemmät kuin työntöohjattavassa tuotannossa. (Haverila, 2009.)

4.3 Lean, hukka ja sen muodot

Lean on virtaustehokkuutta tehostava työkalu. Hukan vähentäminen on vahvasti yksi leanin tavoitteista. Lean-menetelmillä ei kuitenkaan vain pyritä poistamaan hukkaa vaan saavuttaa ideaali tehokkuus toimintoihin. Tämä ilmenee esimerkiksi siinä, ettei hukkaa vain poisteta sen tunnistettaessa, vaan jatkuva parantamisen periaatteiden mukaan sitä pyritään ennalta ehkäisemään. (Modig, 2013.)

Virtaustehokkuutta voidaan parantaa neljällä erilaisella tavalla:

- Vähennetään informaation, materiaalien tai ihmisten jonojen muodostumista.
- Tehostetaan työtä ja toimintoja.
- Kasvatetaan resursseja.
- Poistetaan hukka ja minimoidaan prosessin vaihtelu.

Yksi Leanin pääperiaatteista on kaiken turhan minimointi toiminnoissa. Parantaakseen tuotannon prosessien virtaustehokkuutta tuotteiden varastointi pitää minimoida esimerkiksi prosessinsuunnittelulla tai tarkalla tuotannosuunnittelulla. Välivarastoja pyritään kokonaan välttämään, ja ihannetilanteessa materiaalivirta alkaa raaka-aineista liikkuen pysähtymättä suoraan asiakkaalle. (Modig, 2013.)

Leanin lähtökohdat

Lean on lähtöisin Toyotan autotehtaalta Japanista 1950-luvulta. Alussa leania kehitettiin ja vietiin eteenpäin etenkin autoteollisuudessa, mutta nykyään se on yleisesti käytössä kaikilla toimialoilla. Menetelmiä sovelletaan nykyään myös tuotannon ulkopuolella kuten myynnissä ja markkinoinnissa. (Lean Lion 2017.)

Toyota Production System viittaa kolmeen hukkaan, joita pidetään leanin peruseriaatteina. Muda eli työ tehdään turhaan, jolloin se ei luo arvoa. Mura kuvaa työn epävakautta. Sitä on esimerkiksi työ, jossa vain yksi henkilö tekee tuottavaa työtä ja muut odottavat vaiheen valmistumista, minkä jälkeen vasta pääsevät aloittamaan oman työvaiheen. Kolmas hukka tunnetaan Murina, mikä tarkoittaa henkilön tai koneen ylikuormitusta. Toyota Production Systemin isänä tunnettu Taiichi Ohno jaotteli hukan seitsemään eri kategoriaan, joihin on myöhemmin tuotu kahdeksas hukka lisää. (Piirainen, 2014.)

Seitsemäksi hukaksi Ohno on nimennyt ylituotannon, odottamisen, työntekijöiden turhat liikkeet, materiaalien tai töiden turhan liikkeen, tuotteiden tarpeettoman käsittelyn, tarpeettoman varastoinnin sekä vikojenhukan. Ohnon mukaan ylituotanto on vakavin kaikista hukan muodoista, koska se vaikuttaa suoraan muiden seitsemän hukan syntyyn. Ylituotanto tarkoittaa, kun tehdään tuotteita liikaa, liian aikaisin tai varastoon seisomaan. Elinarviketeollisuudessa tämä on hyvin tehotonta, sillä jo tuotteiden säilyvyys tulee vastaan. Sen sijaan etenkin tällä toimialalla on hyvä seurata ”Just in time”-periaatetta eli tuottaa tasan vaadittu määrä, juuri oikeaan aikaan ja virheettömänä. (Ohno, 1988.) Elinarviketeollisuudessa hankaluuksia aiheuttaa kuitenkin sesonkien syklisyys. Esimerkiksi sään vaikutus juomien menekkiin on vaikeaa ennustaa ja edellisen menekin tulkinta haasteellista.

Odottaminen mielletään seuraavaksi eniten hukkaa aiheuttavaksi. Sen vaikutukset näkyvät suoraan tuotannon tuotevirrassa. Tästä johtuen odottaminen luonnollisesti pidentää huomattavasti tuotannon, esimerkkinä tuotanto missä tuote liikkuu osastojen välillä. Jos prosessin alku ei pysty valmistamaan haluttua puolivalmistetta tai osia seuraavalle osastolle, syntyy odotusta, jota ei voi hyödyntää, sillä odottava osasto on valmistautunut kyseisen tuotteen prosessointiin (Ohno, 1988.)

Koneiden ja ihmisten turhat liikkeet ovat seuraava Ohnon hukka. Tämä hukka perustuu siihen, kun työkalut sekä muut tarvittavat materiaalit ovat paikoillaan eikä synny turhaa liikettä ja työtä voidaan suorittaa tehokkaammin. Työkalujen sekä materiaalien pitää sijaita työpisteen välittömässä läheisyydessä, sillä kaikki ylimääräinen kävely tai kurotukset lasketaan turhaksi liikkeeksi, joka ei luo arvoa. (Ohno, 1988.)

Kolmas Ohnon hukista on työn tai materiaalin turha kuljettaminen. Tälle hukalle on ominaista, ettei sitä käytännössä voida kokonaisuudessa eliminoida, mutta sen minimointiin on pyrittävä. Tehostamalla materiaalivirtoja suunnittelemalla pakolliset kuljetukset mahdollisimman lyhyiksi sekä hyödyntämällä automaatiota saadaan hukan määrä väheneään. Automaatiolla mahdollistetaan myös tavaroiden sijoittaminen saman tien oikealle paikalleen joko seuraavaan vaiheeseen tai varastoon. Näin ei tule välivarastoa, missä tavara odottaa esimerkiksi trukkia. Turhan kuljettamisen lisää esimerkiksi trukkiliiikennettä, jolloin vahinkojen riski kasvaa huomattavasti. (Ohno, 1988.)

Tuotteen tarpeetonta käsittelyä voidaan ennaltaehkäistä hyvällä suunnittelulla. Tästä käytännön esimerkkinä voisi olla turhan suuren laitteiston hankkiminen prosessia varten. Tarvetta suuremmat laitteet vievät tuotantotilaa muulta toiminnalta sekä voi vaikeuttaa tuotantotilojen kehittämistä. (Ohno, 1988.) Laitteen pitää kattaa tuotantokapasiteetin tarpeet, sillä kuten yllä on mainittu, elintarviketeollisuudessa kapasiteetin tarpeen ylittävällä laitteella ei saavuteta hyötyä, koska sen tuottamilla tuotteilla on usein lyhyet säilyvyysajat.

Turhaa varastointia pitää pyrkiä välttämään. Ylisuurista varastoista ei synny kuin hukkaa. Tämä voi näkyä viestinnän heikkenemisenä, läpimenoajan kasvamisella sekä riskinä tuotteen vanhenemisena esimerkiksi päiväyksen osalta. Varastot jakaantuvat

pääsääntöisesti kolmeen kategoriaan: Raaka-aine-, keskeneräisten tuotteiden-, sekä valmistuotevarastoihin.

Ideaalitilanteessa varastoja ei ole olemassa, vaan raaka-aine tulee tuotannontarpeesta ja tuotannontarve tulee asiakastilauksesta. Tällöin tavara sitoo pääomaa mahdollisimman vähän aikaa ja riski sille, että tuote muuttuisi myyntikelvottomaksi, vähenee. Tehostamalla JIT:iä saadaan varastotasot minimiin. (Ohno, 1988.)

Viimeisenä Ohnon nimeää vikojen hukkan. Vikojen aiheuttama hukka huomataan usein tuotannossa välittömästi menetettynä aikana ja tuotehykluvuissa. Muita haittoja ovat korjauskustannukset, takaisinvedot ja pahimmillaan mainehaittaa. Näistä kaikista syntyy lisäkustannuksia. Esimerkiksi elintarviketeollisuudessa pakkauksen parasta ennen päiväyksessä on virhe. Kaikki kustannukset jo itseensä sitonut sekä muuten spesifikaatiot täyttävä laadukas tuote on myyntikelvoton. Tämän takia pitää mahdollisesti vetää tuotteita myynnistä sekä ottaa vastaan palautuksia jälleenmyyjiltä. (Ohno, 1988.)

Uutena hukkana on tunnistettu ja nostettu esille työntekijöiden luovuuden sekä osaamisen sivuuttaminen. Työntekijä, joka on työskennellyt useamman vuoden työpisteessä, tunnistaa oman prosessinsa huomattavasti tarkemmin kuin yrityksen johtoryhmä. Työntekijän ammattitaitoa ja tietotaitoa pitää käyttää hyväksi kehitysprojekteissa, ongelmien ennaltaehkäisyssä sekä juurisyytutkinnoissa. Vastakohtaisesti uusia työntekijöitä kannattaa myös hyödyntää. Esimerkiksi tuotannon sisäinen ristiin koulutus on hyvin edullista isossa kuvassa. (Pirainen, 2014.)

4.4 Laatu prosessinkehityksen tukena

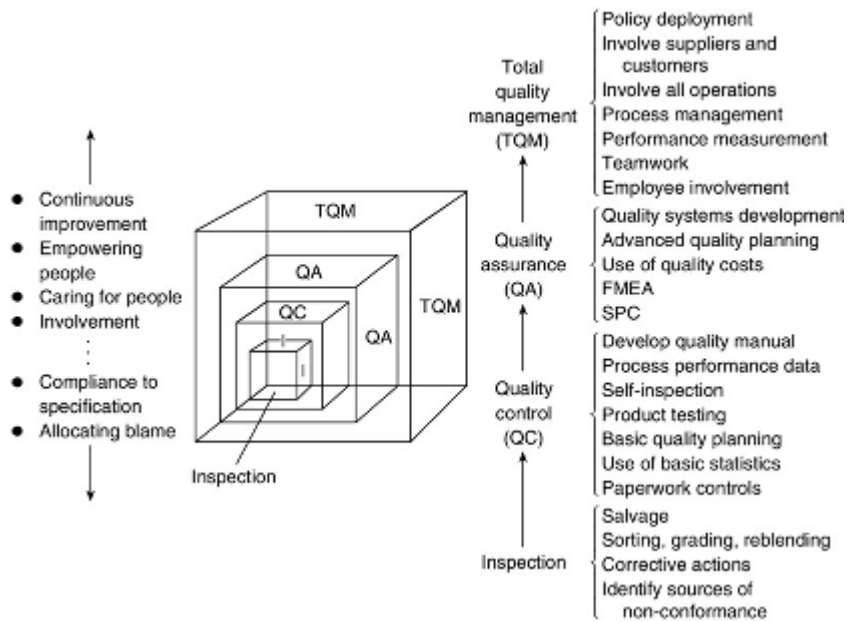
Maailman markkinoille on syntynyt hyvin paljon kilpailua yrityksillä. Samanaikaisesti asiakkaat ovat vaativampia kuin koskaan. Kehittyvillä markkinoilla on saatavissa suuri määrä palveluja sekä tuotteita edullisesti, sillä heidän kilpailuetunsa on ollut pitkään halvat työkustannukset. Tämä on luonut haasteen yrityksille menestyä kilpailuilla markkinoilla ja synnyttänyt uusia toimintamenetelmiä, millä voidaan parantaa omia prosesseja. Monet yritykset ovat alkaneet päivittämään omia toimintoja ja implementoimaan esimerkiksi TQM:a (Total Quality Management), laatuajattelua sekä strategista prosessien

parantamista. Näiden avulla saadaan toimintoja kohdistettua enemmän asiakkaiden tarpeiden mukaisesti parantaen joustavuutta ja laatua. Näin yritetään luoda kilpailuetua muihin kilpailijoihin nähden. (Dale, 2016.)

Laatutoiminta on lähtenyt kehittymään nopeasti varsinkin viime vuosina suuren kilpailun vuoksi. Viimeisen kahden vuosikymmenen aikana yksinkertaiset silmämääräiset laatu-tarkastukset on korvattu tai niihin on lisätty kattavampaa laadunhallintaa. Laadusta ollaan varmempia ja sitä on hiottu paremmaksi. Monet yritykset ovat implementoineet tällaisia jatkuvan kehityksen malleja ja ovat nyt ottaneet suunnakseen TQM:n sekä strategisen prosessien kehityksen. Nykyisen TQM:n saavuttamiseksi voidaan nimetä neljä erilaista vaihetta, joista on päästy nykyiseen TQM:iin. Nämä ovat

- laaduntarkistus
- laadunhallinta
- laadunvarmistus
- TQM.

Näitä vaihteita on havainnollistettu kuvassa 3.



Kuva 3. Laatuajattelun vaiheita

(Dale, 2016.)

Laaduntarkistus

Tuotteiden ja palveluiden manuaalinen tarkistaminen oli pitkään ainoa tapa varmistua laadusta. Tarkistusjärjestelmät olivat yksinkertaisia. Tuotteesta tai palvelusta usein tarkkailtiin tiettyä ominaisuutta havainnoimalla, mittamalla, testaamalla tai arvioimalla, minkä jälkeen tuloksia vertailtiin omiin spesifikaatioihin tai standardeihin. Tarkkailun tekivät joko erikseen palkatut laadunvalvojat tai omat työntekijät, joiden vastuulla oli pitää laaduntarkkailua säännöllisenä. Koska vastuu oli usein työntekijöillä eikä laaduntarkkailun ympärille ollut luotu mitään järjestelmää, tuotteet, jotka eivät yltäneet niille määrättyihin spesifikaatioihin, saatettiin heittää vain pois ilman raportointia. Samoin tarkastus saatiin tehdä vasta valmiille tuotteille, jolloin virheellisistä tuotteista vain ilmoitettiin työntekijöille, eikä tällöin ollut mahdollista löytää syytä, miksi virhe oli mahdollinen prosessissa. (Dale, 2016.)

Laadunhallinta

Laadunhallinnassa on kehitytty perinteisistä tarkistuskäytännöistä laajempaan kokonaisuuteen, missä hyödynnetään kehittyneempiä menetelmiä sekä järjestelmiä, hyväksytyjä laaduntarkkailijoita ja dataa, mitä saadaan uusista työkaluista ja tekniikoista ja mitä on implementoitu. Yritykset alkavat saamaan palautetta prosessin sisältä, ja virheistä raportointi helpottuu. Silti vieläkin suurin vastuu siitä, ettei asiakkaille lähetetä viallisia tuotteita, on valmiin tuotteen tarkastelijoilla. Kuitenkin tämän uuden datan avulla laatua oli helpompi mitata ja hallita, sekä prosessin kontrollointi helpottui, mikä taas vaikutti suoraan prosessin tehokkuuteen positiivisesti. (Dale, 2016.)

Havaitsemalla ongelmat mahdollisimman aikaisin prosessissa säästetään paljon aikaa ja rahaa. Valmiin tuotteen virheitä on vaikea määrittää tiettyyn vaiheeseen prosessia, ja tämä kuluttaa valtavasti resursseja turhiin testeihin, tarkkailuihin ja vianetsintään. Samalla virheellisen tuotteen tekemiseen on jo kulutettu kaikki siihen kuuluvat tuotantokustannukset. Jälkikäteen tarkistaminen antaa mahdollisuuden vain tehdä nopeita korjauksia, jotta saadaan taas tuotetta toimitettua asiakkaille. Tämä ei paranna laatua vaan korostaa sitä, milloin sitä ei ole. Kun prosessia valvotaan ja mitataan aktiivisesti, voidaan datan avulla virhe havaita aikaisessa vaiheessa, milloin samalla voidaan minimoida hukan määrä eikä virheellisiin tuotteisiin ehdi sitoutua kustannuksia ja virheen uusiutumisen riski vähenee. (Dale, 2016.)

Laadunvarmistaminen

Organisaation siirtyessä laadunparantamiseen keskittymällä ongelmien ennalta ehkäisevään toimintaan ja selvittämällä ongelmien lähteet tarkasti mennään kohti seuraavaa vaihetta eli laadunvarmistamista. Tähän vaiheeseen tultaessa on kehitetty myös paljon uusia menetelmiä laatuajattelussa. Esimerkkinä uusia kokonaisvaltaisia laadunjohtamisen järjestelmiä, uusien laadunvalvonta työkalujen käyttöönotto (7 tools of quality control), tilastotietojen hyödyntäminen prosessinhallinnassa, FMEA-analyysi (Failure mode and effects analysis) sekä laadukustannuksien seuranta. Näistä kerrotaan syvemmin osiossaan. (Dale, 2016.)

Siirryttäessä havainnoinnista ennaltaehkäisyyn painotetaan laadun suunnittelua, koulutusta, kriittistä ongelmanratkaisua, tuotteen- ja prosessinkehitystä sekä työntekijöiden huomioimista ja motivointia. Laadunvarmistaminen pohjautuu juuri ennaltaehkäisevään

järjestelmään, mikä parantaa tuotteen laatua sekä tehostaa prosessia. Ennaltaehkäisyssä välttytään juuri reaktiiviselta toiminnalta, missä reagoidaan virheeseen vasta, kun se on jo tapahtunut eikä aktiivisesti valvota prosessia. Ennaltaehkäisevä toimintatapa vaatii suurta ajattelumuutosta johdon sisällä sekä tuotannon eri osastoissa sekä tiimeissä. Vikojen eliminointi sekä ehkäisy vaativat yhteistyötä osastojen välillä, mikä parantaa viestintää ja avaa uusia palautekanavia yritykselle. (Dale, 2016.)

TQM – Total quality management

TQM on neljäs ja viimeinen vaihe laatutoiminnan kehityksessä. Nimensä mukaisesti TQM kattaa kaikki organisaation puolet mukaan lukien asiakkaat, toimittajat, alihankkijat ja niin edelleen sekä tapauskohtaisesti jopa heidän prosessinsa. TQM:ssa on tärkeää integroida sidosryhmiä omiin avainprosesseihin. Se on koko yrityksen kattava lähestyminen laatuun, missä kaikilla on oma panos laadunparantamiseen. Laadunvalvonnan järjestelmien kehitys vieläkin hienostuneemmiksi kokonaisuuksiksi, uudet työkalut ja menetelmät, huomion kiinnitys tuotteesta enemmän ihmiseen, prosessinhallinta, koulutuksen kehittyminen sekä ajattelutapojen muutos hukkien eliminointiin sekä ei-arvo-tuottavien toimintojen eliminointi. Ne ovat mahdollistaneet TQM- vaiheeseen siirtymisen. Myös asiakkaan rooli on muuttumassa TQM:ssa. Asiakkaalla on suurempi arvo kuin pelkästään kuluttaja. Heidänkin heidänkin kanssansa pyritään tekemään syvempää yhteistyötä hyvän laadun tavoittelussa. (Dale, 2016.)

TQM:a voidaan pitää kokonaisuutena ja siihen pystytään nimeämään seitsemän periaatetta, jotka ovat:

1. Asiakasorientoituminen
 - Saavutetaan asiakkaiden vaatimukset ja pyri ylittämään ne.
2. Johtajuus
 - Johtajat kaikilla tasoilla ymmärtävät tarkoituksen ja suunnan mihin ohjaavat ihmiset saavuttaakseen laatutavoitteet.
3. Ihmisten sitouttaminen
 - Pätevät, voimaannuttavat ja sitoutuneet ihmiset organisaatiossa pystyvät luomaan arvoa.
4. Prosessikeskeisyys

- Johdonmukaiset ja ennustettavissa olevat tulokset ovat saavutettavissa tehokkaammin, kun toiminnot ovat ymmärrettyjä sekä niiden hallinta on kokonaisvaltaista. Ymmärretään kokonaisuudet, eikä hoideta asioita yksittäisinä.

5. Parantaminen

- Menestynyt organisaatio tähtää jatkuvaan parantamiseen.
- Päätösten teko datan ja analyysin avulla
- Päätöksenteko informaation ja datan avulla luo todennäköisemmin haluttuja tuloksia

6. Suhteiden hallinta

- Jotta menestys olisi kestäväällä pohjalla, organisaation pitää ylläpitää heidän suhteitaan heidän sidosryhmiinsä. (Dale, 2016.)

4.4.1 Yleisimmät laatukustannuksien muodot

Kuten tämän luvun alussa tämän kappaleen alussa mainittiin, yrityksessä on lukuisia paikkoja, mihin laadunkustannukset koskevat. Seuraavaksi jaotellaan yleisimmät, mitä käytännössä yrityksissä voisi olla:

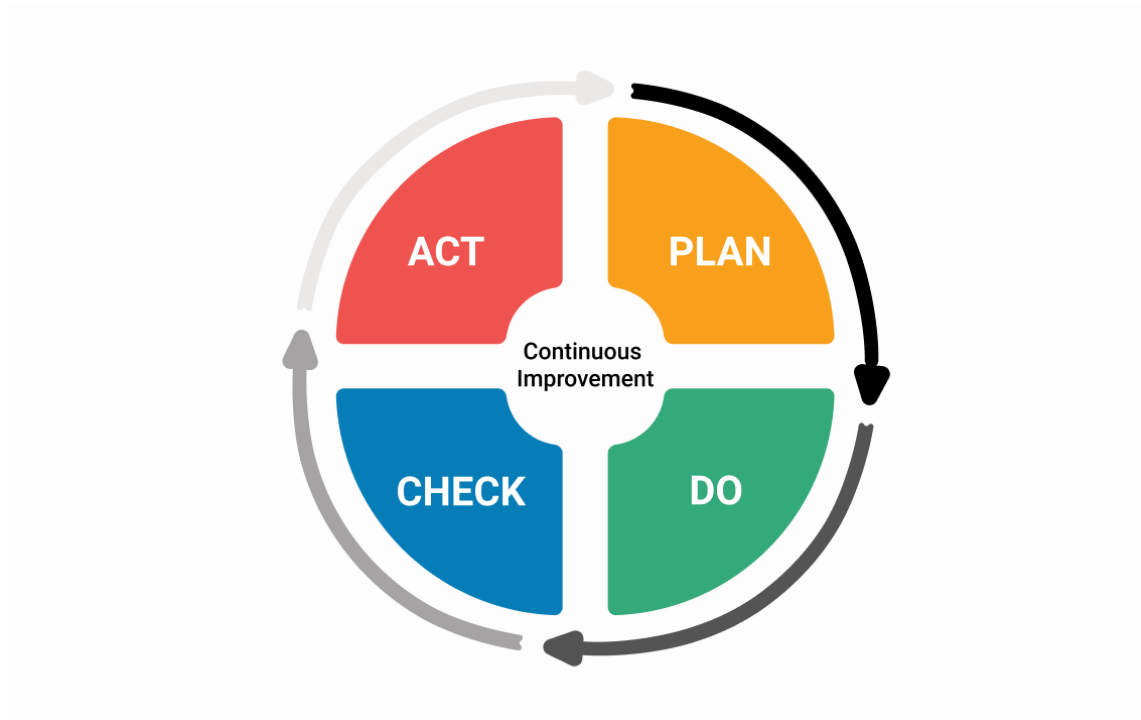
- Piilossa olevat laatukustannukset
 - Piilokustannuksia voivat olla esimerkiksi prosessien ja järjestelmien tehotomuudet sekä toiminnot, jotka tehdään laadun vuoksi, jotka eivät todellisuudessa luo laatua. Prosessien ja järjestelmien tehotomuudet ovat melko yleisiä. Sallitaan ylimääräinen tavara tuotannossa, tehdään tarpeettomia ohjelmien muutoksia prosessissa aiheuttaen katkoksia tuotannossa, varastoidaan liikaa ja tehdään ylituotantoa varmuuden vuoksi.
- Hylky sekä korjaaminen
 - Hylättyjen tuotteiden kustannuksien arvo ei ole yksinkertaista yrityksille. Yrityksen pitää dokumentoida ja kehittää järjestelmä, joka kohdistaa kulut halutulla tavalla, esimerkiksi, onko hylätyn tuotteen arvo jälleenmyyntihinta, raaka-aineiden hinta, raaka-aineiden hinta lisätynä siihen työstetty työ ja aika prosessissa vaiko jotain muuta tarkempaa kaavaa käyttämällä. Samoin hylätyn tuotteen korjaaminen voi tuoda suuria kustannuksia, sillä

sen päätöksen tekee yleensä työntekijä, joka ei välttämättä ole tietoinen tuotteen kustannusrakenteesta, aikakustannuksista tai muista tilaukseen liittyvistä yksityiskohdista. Työntekijä voi ruveta korjaamaan tuotetta, vaikka edullisin ja tehokkain tapa olisi viedä se hylkyyn ja aloittaa uudestaan prosessi.

- Arvioinnin kustannukset
 - Laadunarviointi voi kattaa suuren alueen yrityksen sisällä, mutta usein ne kasaantuvat oman tuotteen tarkistamiseen sekä testaamiseen. Laadunarviointi on yrityskohtaista ja sen tärkeyteen vaikuttaa suuresti, kenen laatuajattelijan oppeja noudatetaan yrityksen sisällä.
- Takuukustannukset
 - Takuukustannuksia syntyy yleensä varoista, joita on jätetty tulevaa tarkoitusta varten, kun tulevan rahan käyttötarkoituksia muutetaan tai varoja lisätään sinne ilman päämäärää tuottaa kuluja. Yrityksien pitää olla tietoisia, miten transaktiot vaikuttavat varallisuuteen. (Dale, 2016.)

4.4.2 Laadun työkaluja

Tunnetuin laadun työkalu on tunnetun länsimaalaisen laatuajattelijan William Edwards Demingin kehittämä Demingin kehä eli toiselta nimeltään PDCA-sykli on kehitetty jatkuvan parantamisen ongelmanratkaisumalliksi. Ympyrä koostuu neljästä peräkkäistä vaiheesta, jotka ovat PLAN-DO-CHECK-ACT-vaiheet. Suomennettuna vaiheet ovat kehitä, suunnittele, toteuta ja tarkista. Ympyrän kierros alkaa suunnitteluvaiheesta, jossa valitaan ja suunnitellaan toteutettava kehitystoimenpide. Toisena vaiheena toteutetaan ensimmäisen vaiheen suunnitelmat käytännössä. Kolmannessa vaiheessa tutkitaan muutosten vaikutuksia ja seurataan saatuja tuloksia. Viimeisessä vaiheena otetaan kehittynyt parempi toimintamalli vakituiseen käyttöön. PDCA-sykli kulkee kehänä (kuva 4), jossa seuraava kierros aloitetaan edellisen loputtua. Uuden kierroksen alussa valitaan seuraava kehityskohde, ja kehää kierrettäessä prosessi kehittyy jatkuvasti pienin askelin. (Dale, 2016.)



Kuva 4. Demingin kehä eli PDCA-sykli

PDCA-sykli perustuu ajatukseen, että olemassa olevaa tietoa soveltamalla ja hyödyntämällä saadaan parannus aikaan. Tekniikan, johtamisen tai menetelmän uusinta tietoa hyväksikäyttämällä voidaan prosessista saada helpompi, tarkempi, taloudellisempi tai paremmin asiakkaan tarpeet täyttävä. (Dale, 2016,)

Jatkuvaan parantamiseen ja muuhun laatutoimintaan on kehitetty laaja kirjo muitakin työkaluja. Työkalut vaihtelevat hyvin yksinkertaisista laajempiin ja monimutkaisempiin. Tunnetuimpia ja käytetyimpiä työkaluja ovat erilaiset listat, kaaviot ja kuvaajat, kuten tarkistuslistat, vuokaaviot, laskukaaviot, histogrammit, viiva-, pylväs-, piirakka- ja Gantt-kaaviot sekä hajontadiagrammeja. Muita laajempia työkaluja ovat esimerkiksi ongelmanratkaisu metodologia, Pareton analyysi (80/20 sääntö), syy-seuraus-diagrammi, 5S ja useita muita. Yksi tunnetuimmista ja laajimmista kokonaisuuksista on 7 valvonnantyökalua laadunhallinnasta. (Dale, 2016.)

ISO9000-järjestelmä

ISO9000 on järjestelmä, joka on tunnettu maailmanlaajuisesti ja joka käytännössä antaa varmuuden ostajille siitä, että heidän ostamansa tuotteensa tai palvelunsa vastaavat vähintään ISO9000-järjestelmän asettamat standardit. ISO9000 on siis kokoelma standardeja, jotka määrittävät tavat, miten yrityksen on toimittava. Näin varmistetaan, että yrityksen prosessit ovat laadukkaita ja laatu tavoitetaan. Samoin laadunhallinta ja sen toiminnot ovat standardeja, eli laadun tukitoimet pitää implementoida organisaatioon, kuten ennaltaehkäisevät toiminnot, laadunvarmistus ja niin edelleen. Yritys voi käyttää ISO9000-standardeja hyödykseen kolmella eri tavalla:

- Ohjataan ja kehitetään omia laatuja järjestelmiä.
- Tuetaan hankintatoimea.
- Standardeina, joiden avulla arvioidaan omia ulkopuolisia kumppaneita.

ISO9000-standardien hyödyt yrityksille ovat seuraavia:

- Parannettu kontrolli, järjestys, toiminnot, dokumentoinnit, kommunikaatio, asiakastyytyväisyys sekä ennustettavuus helpottuu.
- Virheiden määrä laskee.
- Kauppa helpottuu, koska seurataan yhteisiä standardeja.
- Vastuualueet selkeytyvät.
- Asiakaskyselyiden tarpeen vähentyminen.
- Tehottomat toiminnot tunnistetaan helpommin.

Vaikka ISO9000-standardeista on paljon hyötyä yrityksille, järjestelmä ei ole kuitenkaan täydellinen. Seuraavia ongelmia on noussut esille yrityksiltä, jotka ovat implementoineet ISO9000-standardeja:

- Päätökset pitäisikö, tietyt standardit ottaa käyttöön koko organisaatioon vai soveltaa vain tiettyyn yksikköön voi aiheuttaa ristiriitoja.
- Standardit voivat soveltua huonosti omaan liiketoimintaan tai johtamistapoihin.
- Standardit saatetaan tulkita väärin tai ne ovat monitulkinnallisia.
- Käytetyt termit ovat epäselviä.

- Standardit eivät ole joustavia ja rajoittavat luovuutta.
- Standardit eivät ole relevantteja liiketoimintaan ja organisaation asenne huonontuu.
- ISO9000-järjestelmä on hyvin laaja ja vaatii paljon resursseja kuten aikaa, koulutusta ja henkilötyötuntien menetystä.
- Byrokratia kasvaa dokumenttien lisääntyessä ja vastuualueiden jakamisessa.
- Pienien yritysten kustannukset implementointi vaiheessa voivat kasvaa kohtuuttomasti.

Laadunhallintajärjestelmä on tärkeä askel kohti organisaation TQM:n kehitystä. ISO-järjestelmät antavat hyvät ohjeet ja tarkat ominaispiirteet, mitä kannattaa olla organisaation laadunhallintajärjestelmässä. ISO-järjestelmät ovat kuitenkin hyvin laajoja järjestelmiä, jotka eivät jousta paljoa ja vaativat paljon resursseja implementointi vaiheessa. Yritysten pitääkin tarkkaan miettiä, miksi he tarvitsevat laadunhallintajärjestelmää, mitä he haluavat saavuttaa siltä sekä miettiä, mikä järjestelmä soveltuu parhaiten omaan liiketoimintaan. (Dale, 2016.)

7 valvontatyökalua

7 valvonnantyökalua on kehitetty Japanissa epäqualitatiivisen ja suullisen datan keräämiseen sekä analysointiin, erityisesti myynnin ja markkinoinnin sekä suunnittelun ja kehityksen toimintoihin. Useita näistä työkaluista on käytetty ennen muissa toiminnoissa, ja japanilaiset kehittivät niitä soveltumaan paremmin TQM:iin. Nämä työkalut ovat relaatiodiagrammi-, affiniteettidiagrammi-, systemaattinen diagrammi-, matriisidiagrammi, matriisidata-analyysi, PDPC- (Process decision programme chart) sekä nuolidiagrammi-metodit.

Relaatiodiagrammi

Relaatiodiagrammia käytetään tunnistamaan, ymmärtämään ja selkeyttämään monimutkaisia syy-seuraus-suhteita löytääkseen ongelmien lähteet ja niiden ratkaisut. Sitä voidaan myös hyödyntää löytämään avaintoiminnot haluttujen tulosten saavuttamiseen. Tämä mahdollistaa ongelmien laajemman analysoinnin, sillä tarkkaa runkoa ei ole ja ongelmia voi lähestyä monesta eri suunnasta.

Affiniteettidiagrammi

Affiniteettidiagrammi kokoaa yhteen suullisen datan, millä voidaan tunnistaa ongelmia, mitä ei ole vielä havaittu. Ongelmat ovat usein vaikeaselkoisia, monimutkaisia ja kyseenalaisia. Affiniteettidiagrammia voidaan käyttää aivoriihen tapaan nostamaan tarvittavia ajatuksia ja ideoita. Tämä työkalu luokin enemmän luovaa keskustelua kuin loogista prosessia.

Systemaattinen diagrammi

Systemaattista diagrammia käytetään, kun halutaan järjestelmällisesti tarkastella tekeillä olevaa tehtävää tai ongelmaa. Se havainnollistaa tarkasti tavat ja polut, jotka ovat välttämättömiä saavuttaakseen kyseisen tavoitteen tai selkeyttääkseen ongelman juurisyyn. Systemaattinen diagrammi on kätevin työkalu, kun ongelma on tiedossa, mutta suunnitelmaa tai tapaa sen ratkaisemiseksi ei ole vielä kehitetty.

Matriisidiagrammi

Matriisidiagrammia käytetään täsmentääkseen suhteita ja linkkejä tulosten ja syiden tai päämäärän ja metodin välillä. Yleisin käyttötapa on, kun kahta toisistaan riippumatonta osatekijää ja metodologia on tarpeellista verrata toisiinsa saavuttaakseen mahdollisesti uutta tarpeellista dataa niiden suhteista.

Matriisidata-analyysi

Matriisidata-analyysiä käytetään uuden datan järjestelyyn, mitä syntyy matriisidiagrammista.

PDPC- Process decision programme chart

PDPC:tä käytetään, kun valitaan parhaita prosesseja, joilla saavutetaan halutut tulokset. Työkalua käytetään, kun halutaan ennakoida odottamattomia tapahtumia ja kehittää suunnitelmia näiden välttämiseksi. Idea on sama kuin vika-analyysissä, syy-seuraus-

analyysissä sekä vikapuuanalyysissä, mutta PDPC:ia pidetään dynaamisempänä eikä siinä ole tarkkoja sääntöjä.

Nuolidiagrammi

Nuolidiagrammiinkin sisältyy järjestelmällistä ajattelua ongelmien ja tehtävien ratkaisuun. Se sopii suunnitelman ja projektin läpiviemiseen, sillä se toimii johdonmukaisesti ja seuraa siihen kuluvaan aikaan. Sillä pystytään kuvailemaan tehtävien keskinäistä suhdetta ja niiden riippuvuutta. Esimerkiksi projektin kriittistä polkua voidaan kuvailla nuolidiagrammin avulla. (Dale, 2016.)

4.4.3 Laadunhallinnan tekniikoita

Laadunhallinnassa on kuusi ydintekniikkaa Quality function deployment (QFD), Design of experiments (DOE), Failure mode and effects analyysi (FMEA), Statistical process control (SPC), Benchmarking, Business process re-engineering (BPR), Value stream mapping (VSM) sekä six sigma, mikä on rakennettu tukemaan kaikkia edellä mainittuja tekniikoita. (Dale, 2016.)

QFD – Quality function deployment

QFD on järjestelmällinen toimintatapa, jota käytetään laadunparantamiseen prosesseissa sekä tuotesuunnittelussa. Se vähentää ongelmia jatkojalostuksessa sekä toimitusprosesseissa. QFD otetaan yleensä käyttöön, kun halutaan lisätä asiakkaiden tarpeet lähemmäs suunnittelua ja asiakaslähtöisempään toimintaan. Sen implementointi vaatii valmista dataa asiakkaista, suunnittelusta, kustannuksista, resursseista, toimintavarmuudesta sekä toistettavuudesta.

QFD luo toimintasuunnitelman asiakkaiden tarpeiden ja odotusten sisällyttämiseksi osaksi prosessia:

- tuotesuunnittelu
- tuotekehitys

- prosessisuunnittelu
- tuotannosuunnittelu.

QFD-tekniikka etsii vastaukset kysymyksiin

- Mitä mieltä asiakkaat ovat olemassa olevasta tuotteesta?
- Mikä häiritsee heitä?
- Mitä ominaisuuksia uudessa tuotteessa pitäisi olla?
- Mikä on välttämätöntä asiakkaan tarpeiden, odotusten, ajatusten ja ideoiden tyydyttämiseksi?
- Miten ja missä tuotetta käytetään?

Näin saadaan QFD-tekniikan päämäärät täytettyä, eli tunnistetaan asiakkaiden tarpeet, määritetään kilpailulliset mahdollisuudet, määritetään laatu, mikä tyydyttää asiakasta, ja paikannetaan edellytykset jatkokehitystä varten. (Dale, 2016.)

DoE – Design of experiments

DoE on sarja tekniikoita, joihin kuuluu niiden parametrien tunnistaminen ja hallinta, joiden vaikutus tuotesuunnittelun tai valmistusprosessin tehokkuuteen sekä luotettavuuteen on suurin. Analysoimalla tiettyjen parametrien vaikutuksia pystytään optimoimaan prosessit sekä minimoimaan tuotannonvaihtelut. DoE-konsepti vaiheittain on seuraavanlainen:

- Optimoidaan tuotesuunnittelu, prosessisuunnittelu sekä prosessioperaatio.
- Saavutetaan minimaalinen vaihtelevuus sekä paras tehokkuus.
- Saavutetaan tehokkuus, mikä voidaan toistaa jatkuvasti käytännössä.
- Parannetaan suunnittelun tuottavuutta.
- Arvioidaan eri tapojen tilastollisia merkityksiä lopputuotteeseen.
- Vähennetään kustannuksia. (Dale, 2016.)

FMEA – Failure mode and effects analysis

FMEA on kokonaisuus varmuusanalyysistä, riskianalyysistä sekä riskienhallinnasta. Se on analyttinen laadun suunnittelutyökalu, millä tunnistetaan tuotteen, palvelun, prosessin ja kehityksen eri kerrokset sekä mahdolliset ongelmakohdat, mitä ne sisältävät. Se on tehokas tekniikka vähentämään esimerkiksi hukan määrää tuotannossa, asiakasrekламаatioita, virheitä, tehottomuutta, takuukorjauksia tai parantamaan työturvallisuutta.

FMEA kohdistuu pääosin ennaltaehkäisevään toimintaan. FMEA vähentää riskiä tuotannon tai palvelun virheistä sekä auttaa vähentämään lopputuotteen väärinkäyttöä. Nämä edut saavutetaan hyväksymällä ja nimeämällä tuotteen prosessit, tunnistamalla potentiaaliset virheiden aiheuttajat, arvioimalla virheiden vaikutukset ja priorisoimalla riskien aiheuttajat ja niiden korjaamiset. (Dale, 2016.)

SPC – Statistical process control

SPC on nimensä mukaisesti prosessinhallintatekniikka. Sitä käytetään, kun halutaan saavuttaa stabiilit prosessit, prosessien kehittämiseen, prosessien tehokkuuden arviointiin sekä prosessidatan luomista päätöksenteon tueksi. SPC itsessään ei korjaa prosesseja, vaan se kertoo, voivatko yrityksen prosessit hyvin. Se antaa suuntaa, miten prosesseja on mahdollista kehittää. SPC:n avulla voidaan laskea prosessin tehokkuus sekä hajonta ja näiden lukujen perusteella arvioidaan mahdollisten korjaavien toimenpiteiden tarvetta.

SPC on tarpeellinen työkalu, koska sen avulla voidaan tutkia muutosten vaikutusta prosessiin. Esimerkiksi jos prosessin asetuksia, raaka-aineita tai laitteistoa muutetaan, voi sen tehokkuus laskea huomattavasti. Samoin sen avulla voidaan myös tarkkailla prosessin kuntoa. Esimerkiksi jos prosessia käytetään väärin, voidaan lisätä koulutusta, tai jos laitteisto toimii huonosti, voidaan siihen tilata huolto. SPC:iin on olemassa yleinen laskukaava millä lasketaan prosessinkyvykkyyttä. (Dale, 2016.)

Benchmarking

Benchmarking tarkoittaa omien toimintojen tai lukujen vertaamista muihin vastaaviin. Benchmarkkaamalla mahdollistetaan oppimista muiden kokemuksista, mikä auttaa oman toiminnan kehityksessä sekä syvempää tietämystä omista toimintatavoista. Vertaamalla toimintaa muihin voidaan oppia parhaimpia käytäntöjä omasta toimialasta sekä muilta aloilta. Soveltamalla opittua omaan toimintaan voi syntyä paljon etuja kuten tehokkuutta, parempaa laatua, kustannusten laskua jne.

Perinteisesti benchmarkkaus tapahtuu yritysvierailuilla tai keräämällä tarjolla olevaa dataa kilpailijoista. Benchmarkkausta voidaan kuitenkin soveltaa myös yrityksen sisäisesti. Yrityksen omissa yksiköissä voi olla kehitetty toimintatapoja, jotka soveltuvat hyvin laajempaan käyttöön. Samoin omien yksiköiden tulosten vertaileminen on yleistä.

Benchmarkkauksessa tärkeintä on valita tarkkaan, mitä halutaan kehittää ja mihin kehityskohdetta verrataan. Toisen organisaation toimintatapoja ei voida suoraan implementoida omaan toimintaan. Samoin jos verrataan kahta toisistaan täysin eriävää toimintaa, voidaan saada aikaan vain epärelevanttia dataa. Samoin muuten hyvä benchmarkkaus voi luoda epärealistisia paineita ja odotuksia omaan toimintaan. Tärkeintä on analysoida hyvin saatu data, luoda tarkka suunnitelma kehitykselle ja luoda järjestelmä omiin tarkoituksiin, eikä vain suoraan kopioida. (Dale, 2016.)

Business process re-engineering (BPR)

BPR on viime aikoina noussut tekniikaksi, joka mahdollistaa organisaation näkemään operaatioitaan uudella tavalla. Se painottaa strukturoitua prosessisuunnittelua sekä liiketoiminnan perusasioiden uudelleen ajattelua. BPR:n väitetään luovan nopeita tuloksia lyhyessä ajassa, koska ongelmat ratkaistaan nopeilla ratkaisuilla. Vaikka BPR ja TQM vaikuttavat vastakkaisilta aatteilta, ne enemmänkin täydentävät toisiaan. Useita jatkuvan parantamisen ajatuksia käytetään BPR:ssa ja BPR prosessinkehitys keinoja hyödynnetään TQM:ssa. BPR onkin hyvä tekniikka rakentaa olemassa olevan TQM:n kehityksen päälle.

BPR:ssa käytännössä otetaan objektiivinen näkökulma olemassa oleviin ydinprosesseihin ja aloitetaan sen kehitys puhtaalta pöydältä. Tämä voi mahdollistaa radikaalitkin muutokset joko yksittäisiin prosesseihin tai koko organisaatioon prosessin ympärillä. BPR:ssa pyritään vastaamaan yksinkertaisiin kysymyksiin: Mitä prosessi tekee? Mitkä ovat ydinpätevyudet? Mikä luo arvoa? Mitä voisi tehdä toisin? Näihin kysymyksiin vastaukset mietitään esimerkiksi asiakkaan, liiketoiminnan, strategian, radikaalin muutoksen näkökulmasta. (Dale, 2016.)

Value stream mapping (VSM)

VSM tukee BPR kehitystä luomalla sen tueksi prosessikarttoja ja vuokaavioita helpottaakseen faktapohjaista päätöksentekoa. Se kuvaa tarkemmin olemassa olevaa ongelmaa ja antaa suuntaa tuleville päätöksille. VSM kuvaa prosessit laajasti ja sisällyttää monia tuotannonmittareita, joita ovat keskeneräinen tuotanto, asetusaikat, prosessointiaika, virheiden määrä, seisonta-aika sekä muita vastaavia. VSM käytetäänkin paljon hyödyksi muuallakin esimerkiksi Leanissa, six sigmassa ja TQM:ssa.

VSM-tekemiseen on 7 vaihetta:

- Määritetään prosessi sekä tuote tai palvelu.
- Piirretään prosessin kulku.
- Piirretään materiaalin virta.
- Piirretään informaatiovirta.
- Kerätään data prosessista.
- Lisätään aikamuuttuja kuten prosessointi ja seisonta.
- Tarkistetaan ja todennetaan data. (Dale, 2016.)

Six Sigma

Six sigman tavoitteena on luoda arvoa parantamalla laatua, mikä saavutetaan työntekijöiden koulutuksella sekä ongelmanratkaisumenettelyllä. Six sigman avulla saadaan tuotannon virheet ja ongelmat minimoitua saavuttaen parempaa tehokkuutta ja asiakastyytyväisyyttä.

Six sigma on tilastollinen metodi, joka käyttää hyödyksi normaalijakaumaa. Se antaa tuloksen, ylittääkö haluttu tuote tai palvelu erikseen määritettyihin raja-arvoihin sekä ottaa myös hajonnan huomioon, mikä kertoo tuotteen tai palvelun tasaisuudesta. Six sigmassa on eri tasoja, jotka valitaan sen mukaan, kuinka tiukat kriteerit halutaan. Käytännössä se mittaa prosessinkyvykkyyttä. Six sigma sallii 3.4 virhettä per miljoona mahdollisuutta, kun taas kolme sigma sallii 66807 virhettä per miljoona mahdollisuutta.

Six sigman käyttöönotto ei ole helppoa, sillä se vaatii suurta sitoutuneisuutta johdolta. Se vaatii hyvää statistista tietämystä eikä sitä voi kohdella vain uutena pakollisena toimintona. Sillä pelkkänä laskukaavana se on tehoton eikä luo haluttuja tuloksia. Sen synnyttämä data pitää hyödyntää prosessinkehityksessä ja suunnittelussa sekä tukemaan muita työkaluja, joita yritys ottaa käyttöön harjoittaessaan TQM:a. (Dale, 2016.)

5 Tuotantolinja A:n nykytila

Tuotantolinja A on tuotannollisesti pienimmällä volyymillä ajossa oleva linja, minkä johdosta sen tehokkuutta ja KPI-lukuja ei ole analysoitu tarkemmin. Yrityksessä on viime aikoina keskitytty isommalla volyymilla käyviä tölkkilinjoihin C ja D. 2020 syksystä eteenpäin on otettu projektiksi myös tuotantolinjan B tehokkuus. Tuotantolinja B on prosessiltaan hyvin samankaltainen kuin aiheena oleva tuotantolinja A, jossa ainoa ero on ajettavien tuotteiden portfolio.

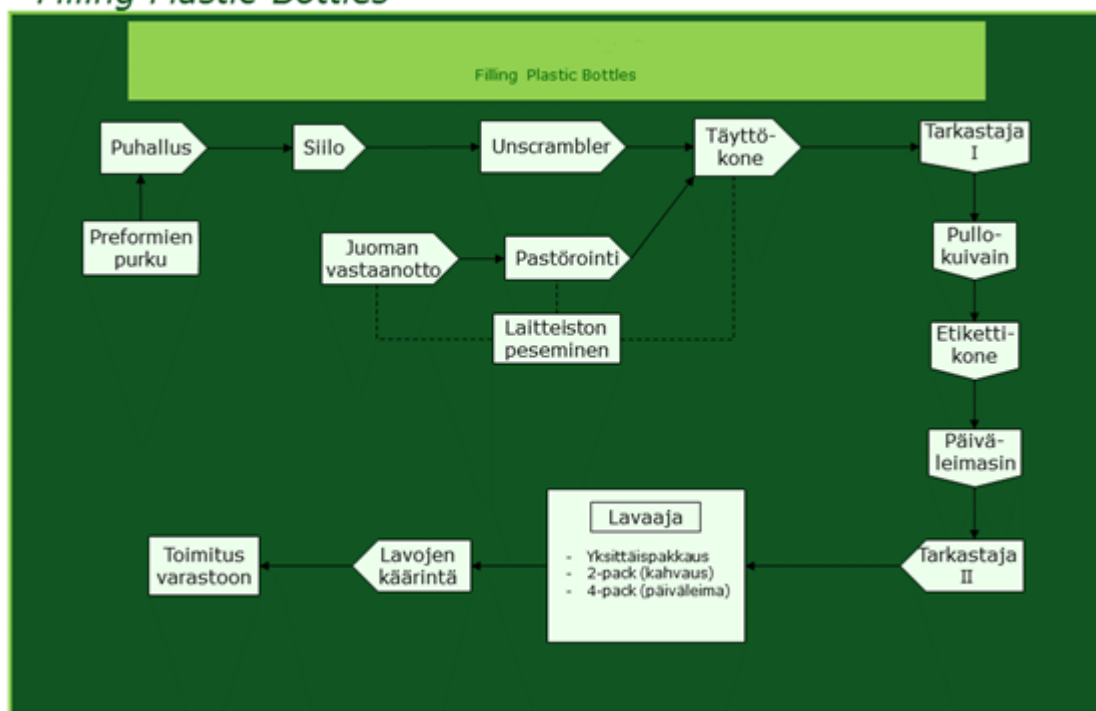
Tuotantolinja A:n tuotantoa seurataan MES (Manufacturing Execution System) tuotannonohjaus-ohjelmistolla. Linjan operaattori kirjaa ohjelmaan yli viiden minuutin häiriöiden syyt. Syihin on luotu syykooditaulukko, joka helpottaa syiden kategorisoinnin. MES:n kirjauksista saadaan luotua raportti, josta voidaan tutkia häiriöiden yleisyys sekä vaihtelu. Näin mahdollistetaan trendin seuranta sekä nopeampi puuttuminen toistuviin häiriöihin.

5.1 Tuotantolinja A:n prosessi

Tuotantolinja A:n prosessi (kuva 5) alkaa puhalluskoneilta. Puhalluskoneiden sisään syöttöön ajetaan trukeilla kaksi preformikonttia vierekkäin, minkä jälkeen automaattilla

toimiva nostin kaataa preformit sisäänsyöttökuljettimelle. Preformilla tarkoitetaan pientä pullon esiaihiota, josta työstetään valmis pullo. Tästä preformit liikkuvat puhalluskoneiden sisään, missä preformeista tulee halutun kokoisia ja mallisia pulloja. Pullot jatkavat matkaa puhalluksen puskurisiloihin, mistä ne lopulta jatkavat matkaansa tuotantoon.

Filling Plastic Bottles



Kuva 5. Tuotantolinja A:n prosessi

Puhalluskoneilta valmis pullo menee täyttöön. Täytössä ensimmäinen vaihe on Unscrambler-kone, joka kääntää pullot oikein päin ilmakuljettimelle. Ilmakuljetinta pitkin pullot menevät täyttökoneeseen, missä pullot huuhdellaan sekä vedellä että hiilidioksidilla. Huuhtelun jälkeen pulloihin tulee tuotantosuunnitelman mukainen juoma sekä korkki. Täytön jälkeen tulee ensimmäinen tarkistuspiste. Tarkistuksen suorittaa tarkistuskamera, mikä tarkistaa ja hylkää spesifikaatioiden ulkopuoliset pullot.

Tarkistuksen jälkeen täydet pullot kulkeutuvat etiketöintivaiheeseen pullokuivaimen kautta. Etikettkone leikkaa etiketin oikean mittaiseksi ja asettaa etiketin halutulle korkeudelle. Etiketöinnin jälkeen pulloon tulee päiväleima sekä prosessin toinen tarkastus.

Kakkostarkastaja on myös vastaavanlainen kamera, joka hylkää yllä mainittujen syiden lisäksi pullot, joista etiketti on jäänyt pois. Tästä pullot siirtyvät joko pakkaajalle käärittään tai lavaajalle. Jos ajetaan monipakkausajoa, 4-pack- tai 6-pack-pullot menevät soluttelijan kautta, joka jakaa pullot pakkauskoon mukaisesti ja pakkaaja kääri shrink-kalvot pullojen päälle. Muovikääreiden päälle tulee myös oma päiväleimansa, minkä jälkeen pullot siirtyvät lavaajalle. Jos pullot ovat yksittäismyynnissä, ne ohittavat tämän reitin ja menevät suoraan lavaajalle, jossa on oma soluttelijansa, joka jakaa pullot kennojen mukaan. Tarttujat hakevat pullot linjalta ja laskevat ne lavalle kennojen päälle kerroksiin. Lavaaja pystyy kasaamaan pulloja kahdelle lavalle samanaikaisesti niin sanotuille ykkös- ja kakkospuolelle. Kakkospuolella lavaajalla on lisäominaisuus, jolla mahdollistetaan pahvikahvojen laitto 2-pack-tuotteille.

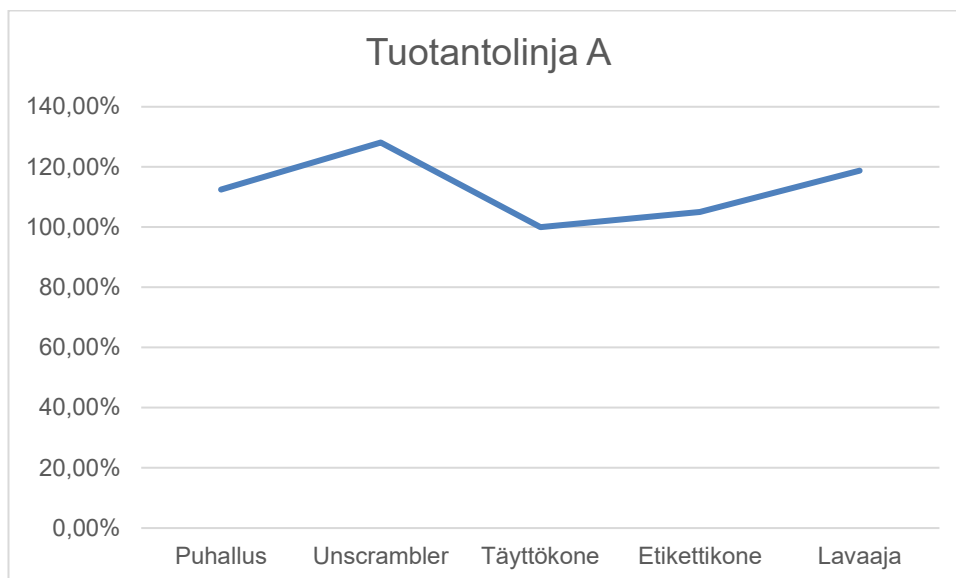
5.2 V-käyrä

Prosessissa preformista valmiiseen tuotteeseen tuote liikkuu 5 tai 6 laitteen läpi, jotka toimivat keskenään eri vauhtia. Pullonkaulojen hallitsemiseksi laitteiden nopeudet on suhteutettu V-käyrällä, jotta optimaalinen prosessitehokkuus saadaan toteutettua. Laitteiden nopeudet on kirjattu taulukkoon 1.

Taulukko 1. Tuotantolinja A:n laitenopeudet

Laite	Nopeus	yksikkö
Puhallus	36000	B/h
Unscrambler	41000	B/h
Täyttökone	32000	B/h
Etikettikone	33600	B/h
Pakkaaja	21600	B/h
Lavaaja	34000	B/h

Tässä selkeä poikkeama on pakkaajan nopeus, mutta koska linja kykenee ajamaan pakettiajtoa sekä yksittäisajtoa samaan aikaan, tämä vajaa nopeus kompensoidaan tuotannon suunnittelussa niin, että pakettiajtoa ajetaan aina rinnakkain toisen tuotteen kanssa.



Kuva 6. Tuotantolinja A:n v-käyrä

Kuvassa 6 on kuvattu tuotantolinja A:n V-käyrä. Käyrä näyttää laitteiden nominaalinopeuksien suhteen täyttökoneen nopeuteen. V-käyrän perusajatuksena on, että ennen ja jälkeen konesarjan hitainta laitetta olevat laitteet ovat nopeampia kuin hitain laite. Tarkoituksena on löytää konesarjan laitteiden optimaaliset ajonopeudet jokaiselle tuotteelle, jotta saadaan paras mahdollinen tulos. Kuvan 6 kuvaajasta huomataan, että täyttökone on prosessin hitain laite ja V-käyrä ollaankin pyritty suunnittelemaan sen ympärille.

V-käyrän toteuttamiseen prosessissa käytetään hyödyksi puskureita. Laitteiden välillä olevien puskureiden tarkoitus on pitää linjan pääkone pyörimässä tässä tapauksessa täyttökone, vaikka muilla laitteilla olisi häiriöitä. Mitä isompi puskuri on, sitä enemmän on aikaa poistaa häiriö. Puskuria ylläpidetään prosessin erivaiheiden välisillä kuljettimilla ja massapöydillä. Pullot eivät siis liiku jonossa suorintareittiä, vaan kuljettimet on suunniteltu V-käyrän mukaan laitevalmistajien kesken mutkittelemaan ja kasaantumaan massapöydille.

Nykytilassa V-käyrä toteutuu normaaliajossa hyvin. Ongelmia tulee, kun ajetaan poikkeavia tuotteita. Normaaliajona pidetään kennoille ajettavia yksittäismyyntiin meneviä pulloja, joiden mukaan V-käyrä alun pitäen suunniteltiin. Näiden lisäksi on kuitenkin tullut lisää tuotteita valmistukseen, joiden ominaisuudet ovat poikkeavia. Näitä ovat muun

muassa 2-pack, joihin tulee ylimääräinen vaihe prosessiin lavaajalle pahvikahvan lisäämisen muodossa sekä 4- ja 6-pack-tuotteet, jotka kulkevat ylimääräisen vaiheen pakkaajan kautta. Näiden tuotteiden tuotannossa häiriötilanteissa riski prosessin pysähtymiselle korostuu. Kuten yllä on mainittu, näiden poikkeustuotteiden tuotanto on suunniteltu ajettavan rinnakkain yksittäispakkausten kanssa. Näin pullonkaula ei siirry täyttökoneelta pakkaajalle 4- ja 6-pack-ajossa tai lavaajalle 2-pack-ajossa.

5.3 Työn rajaus

Omaksi aiheeksi rajautui prosessista täyttökoneen aiheuttama hävikki, joka sijaitsee unscramblerin sekä etiketikoneen välissä. Kuten koko tuotantolinja A:n prosessissa, täyttökoneen materiaalihävikkien seuranta on hyvin lavealla tasolla. Tarkastajakameran hylky merkitään vuoron päätteeksi vuororaporttiin, mutta näistä ei ole tarkempaa seuranta ylemmällä tasolla organisaatiossa. Data täytyy hakea raporteista yksi kerrallaan avaamalla kunkin vuoron raportti ja tarkistelemalla luvut. Jälkeenpäin on myös hankala yhdistää, mistä hävikki koostuu, sillä tuotannossa on voinut esiintyä yksittäisiä häiriötä, jotka on tuotannon aikana saatu korjattua. Myös hävikinlaatua ei seurata vaan pelkätään loppulukemaa. Tämä hankaloittaa juurisyyn tutkimista, sillä jos hävikit ovat korkealla täyttökoneella, sen aiheuttaja on vaikea kohdistaa tiettyyn vaiheeseen täyttökoneen sisäistä prosessia. Esimerkiksi venttiilihäiriöt ja korkituskoneen häiriöt ovat kaikki saman hävikkisyyn alla.

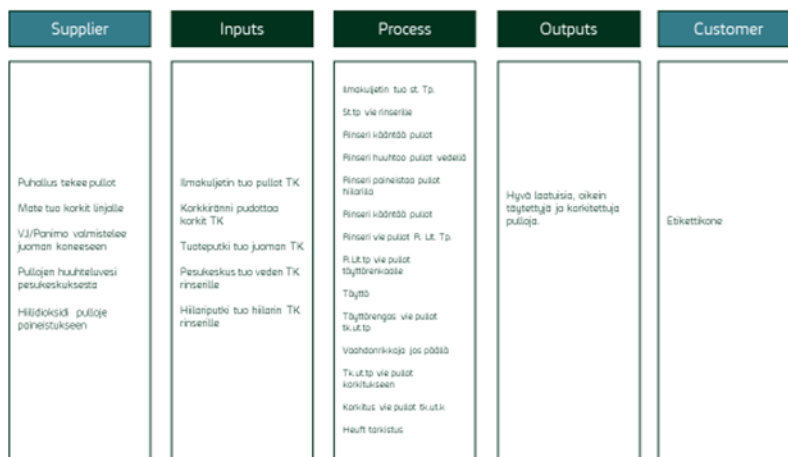
5.4 SIPOC-täyttökone

SIPOC on six sigmassa usein käytetty työkalu. SIPOC tulee sanoista Supplier, Input, Process, Output ja Customer. SIPOC-diagrammi tehdään ennen työn aloitusta, jotta saadaan parempi käsitys prosessista ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Kuvassa 7 on tehty tuotantolinja A:n SIPOC-taulukko.

Define Phase Project Scope



1.7.2020



Page 3



Kuva 7. Tuotantolinja A:n SIPOC.

Täyttökoneen toimittajat (S) eli kuka tuottaa raaka-aineet.

- tyhjä pullo puhalluksesta
- vesi pesukeskuksesta
- hiilidioksidi hiilidioksidikeskuksesta
- juoma mehuttamosta/panimosta
- korkit materiaalikuski tuo varastosta.

Täyttökoneen syötteet (I) eli mistä täyttökone vastaanottaa raaka-aineet

- Ilmakuljetin tuo tyhjät pullot jonossa täyttökoneelle.
- Pesuvesiputket tuovat veden huuhtelurenkaalle.
- Hiilidioksidiputki tuo hiilidioksidin huuhtelurenkaalle.
- Tuoteputki tuo halutun juoman täyttörengas.

- Korkkistopperi pudottaa haluttuun tahtiin oikein päin olevia korkkeja korkituskoneelle.

Täyttökoneen prosessi (P)

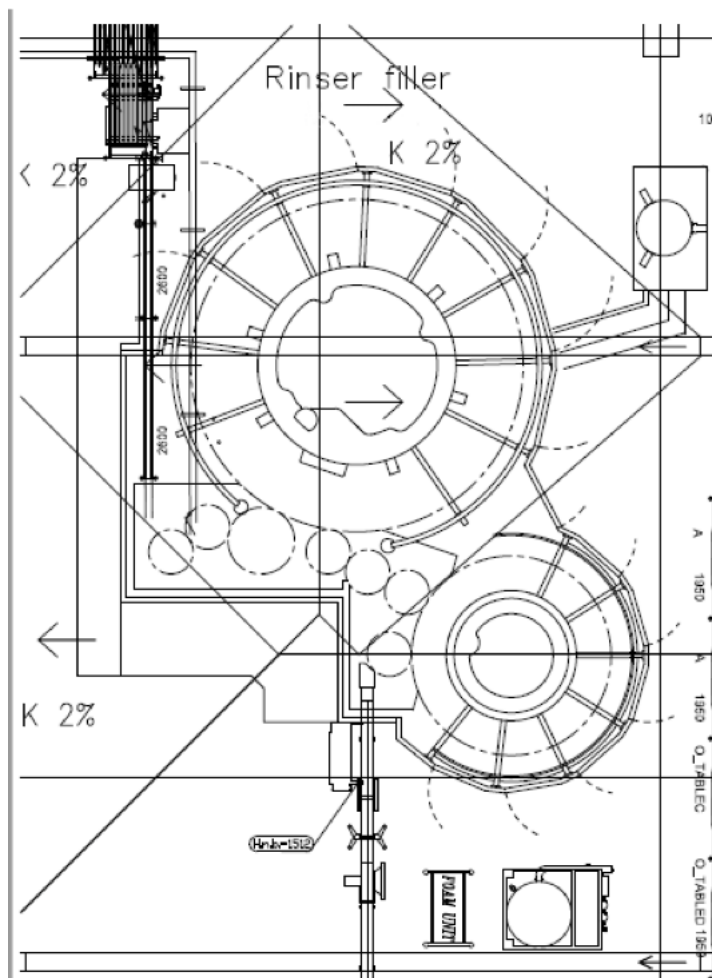
- Tämä on kuvattu ”Tuotantolinja A:n nykytila” -otsikossa.

Täyttökoneen suorite (O) eli mitä täyttökone tuottaa. Tavoite on tuottaa hyvälaatuisia oikein täytettyjä ja korkitettuja pullotettuja juomia.

Täyttökoneen asiakas (C) eli minne tuotanto menee. Tuotanto etenee täyttökoneelta etikettikoneelle etiketöitäväksi.

5.5 Tuotantolinja A:n täyttökoneprosessi

Prosessi (kuva 8) alkaa kun ilmakuljettimelta tulee pullo täyttökoneen sisääntuloon. Samaan aikaan tuoteputkesta tulee juoma täyttörengalle, pesukeskuksesta pullonhuuhdeltu vedet ja hiilidioksidit ja korkkirännistä korkit korkituskoneelle.



Kuva 8. Tuotantolinja A:n täyttökone

Tyhjä pullo siirtyy ilmakuljettimelta sisääntulon tähtipyörälle, joka vie pullon huuhtelulaitteeseen eli "rinserrille". Pullot kääntyvät rinserrissä ylösalaisin, jolloin ne huuhdellaan vedellä sekä esipaineistetaan hiilidioksidilla. Tämän jälkeen pullot siirtyvät tähtipyörän kautta täyttörengaalle. Täyttörengaassa pulloihin annostellaan oikea määrä juomaa, josta pullot siirtyvät vaahdonrikkojan kautta korkitukseen. Vaahdonrikkojaa käytetään vain herkästi kuohuvissa juomissa, jotta vältetään vajaista pulloista, joita syntyisi ylikuohumisen vuoksi. Näitä tuotteita ei kuitenkaan ole kuin muutama portfolioissa. Korkitus-koneessa pulloihin tulee korkki, ja korkitus-kone vääntää korkit oikealle kireydelle. Lopuksi pulloihin tulee viimeinen paineilmapuhallus, jotta kaulan vesipisarot eivät aiheuta tarpeetonta hävikkiä tarkastajalla. Tarkastajakamera 1 tarkistaa pullot ja poistaa spesifikaatioiden ulkopuoliset tuotteet.

5.6 Tuotantolinja A:n pakkausmateriaalit

Muovipullot ja korkit

Tuotantolinja A:ssa käytettävät kierrätysmuovipullot (KMP) ovat PET-muovia, jonka valmistamisessa perinteisesti käytetään öljyä ja muita fossiilisia polttoaineita. Tällä hetkellä käytössä olevat juomapakkaukset ovat 100-prosenttisesti kierrätettäviä. Tavoitteena on vaiheittain siirtyä 100 prosenttiin kierrätetyistä materiaaleista valmistetuista pulloista täysin muovittomiin vaihtoehtoihin kuten kasvipohjaiseen kierrätettävään PlantBottle™-pakkauksiin, joista 30 % materiaalista on kasvipohjaisista lähteistä. Osana muovin käytön vähentämistä vuonna 2017 pullon kaulaosaa lyhennettiin neljä millimetriä sekä korkkeja madallettiin ja kevennettiin hieman. Näillä pienillä muutoksilla Coca-cola saavutti virvoitusjuomien valmistuksessa 490 tonnin säästö muovin kulutuksessa. Virvoitusjuomapullojen korkkeihin on myös tulossa muutoksia. 2024 astuu voimaan EU-direktiivi, joka vaatii korkkien pysyvän pakkauksessa kiinni.

Muita pakkausmateriaaleja, joita prosessissa mahdollisesti päätyy hävikkiin, ovat etiketit sekä pakkauskalvot. Nämä rajattiin kuitenkin pois projektista. Näistäkin löytyy tietoa aikaisemmista Sinebrychoffille tehdyistä insinööritöistä.

6 Tuotantolinja A:n täyttökoneella syntyvä hukka ja hävikki

Kuten alussa todettiin, projekti rajoitettiin nimenomaan täyttökoneen hävikin seurantaan. Prosessissa on kuitenkin vaiheita, jota suoraan vaikuttavat täyttökoneen toimintaan, joten vaikka täyttökone oli pääkohteena, myös havaintoja prosessin muista vaiheista otettiin huomioon.

Tuotantolinja A:n tavoitteena on täyttää pulloja tuotantosuunnitelman mukaiseen määrään ja aikatauluun. Yllä mainittu nopeus vaihtelee, mutta suunniteltu nopeus on 34000 pulloa tunnissa. Linja on mitoitettu toimimaan neljällä henkilöllä. Linjan juomahävikki on

asetettu noin 1 % luokkaan ja OEE (Overall effective efficiency) tehokkuusluku noin 37. OEE-luvun laskukaava on yksinkertaisesti teoreettinen käytössä oleva tuotantoaika jaettuna todellisella tuotantoajalla. Häiriöt sekä muut pysähdykset luonnollisesti laskevat tehokkuutta. Myös tuotevaihdot sekä vaihtoihin menevä aika vaikuttaa negatiivisesti tehokkuuslukuun. Tuotantolinja A:n matala tehokkuustavoite selittyy osaltaan suuri tuoteportfolio, mikä aiheuttaa pieniä ajoeriä ja useita tuotevaihtoja linjapesuineen viikon aikana. Materiaalihävikin määrää ei seurata samalla tavalla kuin juomahävikkiä, mutta arvioilta se asettuu tuotantolinja A:ssa myös noin 1 %:n luokkaan, kun vastaava luku tuotantolinja B:llä on noin 0,5 %.

6.1 Preformihävikki

Seurannan alussa linjan toiminnan kartoituksen yhteydessä huomattiin, ettei puhalluskoneiden hävikkiä seurata juuri ollenkaan. Vaikka alue ei suoraan osu rajauksen sisään, epäkohta oli sen verran selkeä, että aihe nostettiin esille. Preformit tulevat preformikonteissa, josta ne trukilla vievät preformikippuriin. Kipperin kippauskontin sisällön säiliöön, josta preformit kulkeutuvat kuljettimia pitkin puhalluskoneeseen, missä preformit lämmitetään, venytetään, puhalletaan ja jäähdytetään lopulliseen muotoonsa.

Preformeja lentää lattialle etenkin kippausvaiheessa, sillä prosessi ei ole tällä hetkellä hallittavissa. Preformeja pääsee tippumaan preformisäiliön ohi lattialle, josta ne lapioidaan hävitykseen. Preformeja ei ole mahdollista uudelleenkäyttää lattialta elintarviketurvallisuusriskin vuoksi. Syitä, miksi preformeja lentää lattialle, selvitettiin puhalluskonekäyttäjien kanssa sekä benchmarkkaamalla toisen puhalluskoneen vastaavan laitteen kanssa. Preformikonteille ei olla selvitetty optimaalisinta jättöpistettä, jolloin preformeja lentäisi mahdollisimman vähän lattialle. Koska kontteja käsitellään trukilla, jokainen käyttäjä vaihtelevasti sijoittaa vain kontin kipperiin. Toiseksi haasteeksi nousi preformikippurin toiminta. Kipperin kaataessaan preformeja säiliöön lähtee kesken kaadon takaisin päin. Tämä aiheuttaa preformien lentämisen lattialle sekä ylimääräistä työvaihetta käyttäjälle. Preformeja pääsee lentämään lattialle myös myöhemmässä vaiheessa kuljettimilta, joiden määrää ei myöskään seurata.

Kippausprosessin hävikkiä seurattiin kuukauden ajan molempien tuotantolinjojen osalta. Seuranta suoritettiin kirjaamalla aina, kun hävityskontti vaihdettiin. Täysi kontti tuotantolinja B:n preformeja painoi 205 kg ja tuotantolinja A:n vastaava kontti oli 220 kg. Kuukauden aikana tuotantolinja B:n kontti tyhjennettiin viisi kertaa ja tuotantolinja A:n kaksi kertaa. Konttien vaihtojen frekvenssiin vaikuttaa olennaisesti tuotantomäärät. Tuotetut määrät kirjataan aina vuorokohtaisesti vuororaporttiin. Seurannan aikana tuotantolinja B:llä tuotettiin noin 18,7 miljoonaa pulloa ja tuotantolinja A:lla tuotettiin 2,9 miljoonaa pulloa. Tästä saadaan laskemalla, että pelkästään kippiprosessin hävikkiin tuotantolinja B:llä menee 4,5 kg per miljoonaa tuotettua pulloa kohden ja tuotantolinja A:lla vastaava suhdeluku on 7,6 kg per miljoonaa tuotettua pulloa kohden. Tämä tarkoittaa vuositasolla noin 10,8 tuhatta kiloa preformihävikkiä.

6.2 Tuotantolinja A:n täyttökoneen hävikki

Tuotantolinja A:n täyttökoneen hävikki syntyy täytön jälkeen ensimmäisen tarkastuspisteen kohdalla, missä tarkastajakamera 1 tarkistaa, onko tuotettu pullo halutuissa spesifikaatioissa. Täyttökoneen sisällä syntyvä hävikki kuten sisääntulon ilmakuljettimelta putoavien pullojen sekä korkituslaitteen häiriöiden vuoksi tippuvien tyhjiä korkkien määrä oli seurannassa niin pientä, ettei niitä otettu huomioon. Näitä hävikkejä ei myöskään seurata linjaoperaattorien toimesta.



Kuva 9. Tuotantolinja A:n esimerkkipulloja

Tarkistajakamera tarkistaa, onko pullo oikein täytetty sekä oikein korkitettu. Yllä olevassa kuvassa 9 on esimerkkejä täyttökoneen tuottamista pulloista. Vasemmalta oikealle pullot ovat:

1. spesifikaatioissa olevasta pullo.
2. täyttövirheellinen pullo
3. vinokorkillinen pullo
4. vajaatäyttöinen pullo
5. korkiton pullo.

Seuraavaksi käydään läpi, millaisia pulloja tarkistaja hylkää.

Kohdassa 2. on tapahtunut täyttövirhe. Korkki on tullut oikein pulloon, mutta juoma on jäänyt tulematta.

Kohdat 3. ja 4. hylkäyksen syy on sama eli korkitusvirhe. Korkki on asettunut huonosti pullon suulle ja korkituskone on kiertänyt korkin vinoon. Kohta 4 on myös vajaatäyttöä, mikä osittain johtuu siitä, että pullon sisällä oleva paine pääsee ulos vuotavasta korkista, jolloin myös juomaa pääsee valumaan ulos pullosta.

Viimeisessä kohdassa 5. hylyn syynä on myös korkitusvirhe. Tässä tilanteessa korkki on jäänyt kokonaan pois.

6.3 Seuranta

Seuranta suoritettiin oman työn ohessa sekä tehostetusti yhden viikon ajan. Seurannan työkaluina käytettiin linjakävelyjä, joiden aikana havainnoitiin tuotantoa ja haastateltiin operaattoreita sekä vuorokohtaisia vuororaportteja, joihin kirjattiin kunkin tarkistuspuoleen hylkymäärät. Koska tuotantolinja A:n tuoteportfoliosta löytyy kaksi tuotetta, joiden tuotantovolyyymi on selkeästi suurinta, valittiin ne tehostettuun tarkasteluun. Tämä tehtiin siksi, koska pitkän ajan aikana pystytään paremmin havainnoimaan prosessintilaa sekä eliminoimaan pätkäajoista tai tuotevaihtoista johtuvia häiriötä sekä hukkaa. Kun prosessi saadaan toimimaan tehokkaasti suurimmalla volyymituotteellaan, siitä syntyvä hyöty on suurempaa tehokkuusmittareissa.

6.4 Tarkistajakameran toiminta

Seurannan alussa huomattiin, että hylkyyn päätyy myös suuri määrä spesifikaatioiden sisällä olevia pulloja. Tätä tutkiessa kävi ilmi, että tarkistaja on liian tarkka ja saattaa hylätä pulloja liian herkästi. Esimerkiksi yksi vesipisara pullon kaulalla saattaa viedä pullon hylkyyn. Tähän on ensiavuksi asennettu paineilmapuhallus täyttökoneen ulostuloon. Samalla selvisi, ettei kyseistä tarkastajaa ole käytössä lainkaan tuotantolinja B:llä ja tuotantolinja A:lla se on säädetty vain tietylle tuotteelle, vaikka tarkistaja on asennettu molemmille linjoille keväällä 2019. Tarkistajakameran hylkytarkuutta voidaan säätää, mutta huonojen pullojen pääsy tarkistuksen läpi aiheuttaa häiriötä lavaajan tarttujissa. Lavaajan pysähtyessä huonot pullot saadaan kerättyä pois linjalta, eivätkä ne päädy varastoon tai asiakkaalle asti.

Tarkistajakameran tarkkuutta säädettiin ja sen valvontaikkunaa eli kohtaa, missä vaiheessa tarkastaja tarkistaa pullon päivitettiin. Tämän jälkeen otettiin seuranta, oliko säädöllä vaikutusta. Seurannan lopputulokset näkyvät taulukossa 2.

Taulukko 2. Tarkastajan säädön seuranta

Ennen säätöä	Tuote		
	Hylky	Ajettua pulloa	hävikki%
A	20690	3528150	0,586426
B	11772	3268911	0,36012
C	181	40868	0,442889
D	426	121030	0,351979
	33069	6958959	0,4752
Säädön jälkeen	Tuote		
	Hylky	Ajettua pulloa	hävikki%
A	11275	3482530	0,323759
B	5855	2076504	0,281964
C	91	41008	0,221908
D	180	40725	0,441989
	17401	5640767	0,308486

Ajomäärät sekä hylkyluvut on otettu vuororaporteista 20 viikon ajalta. Kuten taulukosta 2 havaitaan, säädön jälkeen laskennallisesti hävikkiprosentti laski noin 0,17 %. Vaikka säästö vaikuttaa pieneltä tämän seurannan aikana ajettiin noin 12,6 miljoonaa pulloa, mikä tarkoittaa noin 21 420 myyntikelpoisen tuotteen säästöä turhalta hävikiltä.

6.5 Tuotantolinja A:n ympärillä olevat prosessit

Seurannan aikana tuotantolinja A:n täyttökone oli hyvin toimintavarma. Täyttökone itsessään pysäytti linjan hyvin harvoin, mikä onkin tällaisessa prosessissa ideaali tilanne. Kun juoma pääsee pulloon tasaisena virtana linja ei turhaan pysähtelee ja hävikin määrä pysyy minimissään. Tuotantolinja A:n prosessissa tulee seuraavana etikettikone sekä lavaaja. Varsinkin etikettikoneella oli välillä suuriakin ongelmia säätöjen kanssa sekä tuotekoh- taisia ongelmia tietyissä ajoissa. Lavaajalla ongelmia aiheutti useampi osatekijä sekä varsinkin ykköspuolen toiminta.

Pidemmissä pysähdyksissä ja häiriöpoistossa ei suoraan ole haittaa täyttökoneelle. Jos linja pysähtyy reiluksi kymmeneksi minuutiksi, täyttökone hylkää noin 10 pulloa laadullisista syistä. Nämä pullot ovat niitä, jotka on täytetty, mutta eivät vielä saaneet korkkia kiinni, jolloin juoman hiilidioksidi pääsee karkaamaan. Pidemmissä noin 30 min häiriöissä juoma pääsee hieman lämpenemään täytörenkaalla, jolloin jotkin tuotteet kuohuvat täyttöprosessissa voimakkaasti. Tällöin juoma kuohahtaa yli pullosta ja tuote menee hylkyyn vajaatäyttöisenä. Näitä pulloja menee hylkyyn kerralla noin 10-50. Etikettikoneen ongelmat olivat luonteeltaan katkonaisia, sillä se vaatii hyvin monta eri säätöä. Selkeä väärä säätö oli monesti hankala paikallistaa, ja monesti ratkaisu oli monen kokeilun summa. Tämä aiheuttaa jatkuvaa stop-and-go-liikettä, mikä aiheuttaa ylimääräistä kuor- mitusta prosessin laitteistolle.

6.6 Pullojen vinokorkkisuushäiriöt

Jossain pullo ajoissa korostui vinokorkkisten määrä. Pitkissä ajoissa operaattori joutui tyhjentämään täyden hylkykipperin useampaan kertaan, jolloin hylkyyn meneviä pulloja alettiin tutkimaan tarkemmin, koska itse prosessissa ei ilmennyt hylkyä aiheuttavia

ongelmia. Prosessin tutkintaan otettiin avuksi videokamera korkitusvaiheeseen, missä pullo siirtyy korkituskoneen tähtipyörälle ja korkitetaan. Tässä huomattiin ylimääräistä liikettä pullossa, jolloin korkki saattoi asettua huonosti pullonkaulaan eikä kiertynyt oikein. Korkituskoneessa on kaksi kiinteää tukikaidetta, jotka tukevat pulloa kierroksen aikana. Huomattiin, että ylimääräinen liike johtuu alakaitteesta, johon tiettyjen pullojen pohja osa hankasi voimakkaasti.

Seurannan aikana oli kuitenkin paljon myös oikein korkitettuja tuotteita hylystä. Pulloja tutkittiin prosessikehityksen, operaattoreiden sekä työnjohdon kanssa. Havaittiin, että pullonkaulaosa ei ole joka suunnasta symmetrinen. Kuvassa 4 huomataan, että vasen puoli on loivempi kuin oikeapuoli. Puhalluksen operaattorit otettiin mukaan tutkintaan, jolloin selvisi, että puhalluskoneen jäähdytykset toimivat vajavaisesti, jolloin lämmin pullo pääsee pois puhalluskoneesta, jolloin sen muoto saattaa vielä elää hieman.

6.7 Osaamisen hyödyntäminen raportoinnissa

Tuotantolinja A:n prosessissa seurataan melko huonosti hävikkejä. Vuorokohtaisesti kirjataan tarkistuspisteiden tarkistajakameroiden 1 ja 2 hävikit vuororaporttiin sekä tuotannon Excel-raporttiin kirjataan hävikkisyys, jos litrahävikki nousee yli perusprosessi hävikin. Seurannan aikana paikkoja, joissa syntyy kirjaamatonta hävikkiä, olivat puhalluskoneet, unscrambler sekä lavauksesta johtuvat. Näistä syntyvän hävikit tutkinta olisi hyvä jatko seuraavalle projektille.

Hävikin seuranta tuotannossa selvitetään haastatteleamalla linjaoperaattoreita. Operaattoreilla oli hyvä tietämys linjan synnyttämästä hävikistä ja syistä niihin. Kuitenkin tämä tietämys jää usein hyödyntämättä, ellei työnjohto käy aktiivisesti keskustelemassa operaattoreiden kanssa tuotannon aikana. Tuotannossa kuitenkin jo nyt raportoidaan tuotekohtaisesti tarkistuspisteiden hävikit sekä ajomäärä, jossa on hävikkisyyskohta. Tähän syyt kohtaan ei kuitenkaan voi kirjoittaa tarkemmin ongelmia ja parannusehdotuksia, sillä se hyväksyy vain muutaman sanan selitykset. Samoin nykyisellään tarkastajakamerat ilmoittavat hylkysyyt, esimerkiksi korkitusvirhe, täyttövirhe ja laadunvalvonta. Vuororaporttiin kuitenkin kirjataan vain kokonaishylky määrät.

7 Toimenpiteiden jalkautus

7.1 Parannusehdotuksia

Sinebrychoffin tuotantovolyymi on noin 350 miljoonaa litraa vuodessa, mikä tarkoittaa, että pienelläkin parannuksella on konkreettinen säästö kokonaiskuluissa. Työntavoitteena oli nostaa esille tuotantolinja A:n täyttökoneen tehottomuuksia, tunnistaa sen hävikkiä ja löytää keinoja saada materiaalihävikit nykyisestä noin 1 % tasosta kontrolloidusti 0,5-0,1 % tasolle.

7.2 Puhalluksenhävikki

Puhalluskoneilla ei seurata preformihävikkiä lainkaan. Kuitenkin puhutaan kymmenistä tuhansista, kun tarkemmin seurataan, kuinka paljon lattialta heitetään suoraan hävitykseen. Suosittelem, että myös puhalluksen vuororaportissa seurattaisiin kaikkia prosessin ohi menevien preformien määrää. Esimerkiksi vuoron lopussa käydään putsaamassa preformit lattialta ja viedään ne kippereiden vieressä sijaitseviin kontteihin. Nämä kontit punnitaan, joko erillisellä vaa'alla tai vaakapumppukärryillä ja kilomäärä merkitään vuororaporttiin.

Tuotantolinja A:n preformikipperin toiminnassa oli eroavaisuuksia tuotantolinja B:n preformikipperin vastaavaan. Kipperit ovat keskenään identtiset, joten syy toiminnaneroilla pitää löytää sekä saada kipperit toimimaan samalla periaatteella. Nykytilassa tuotantolinja A aiheuttaa 40 % enemmän hävikkiä tämän takia. Pidemmällä aikavälillä pitää seurata, miten saadaan eliminoitua täysin lattialle lentävät preformit. Prosessissa on kuitenkin paljon käyttäjästä johtuvia muuttujia, kuten trukin käyttöä sekä konttien sijoittamista. Seuraava askel olisi eliminoida tämä satunnaisuus ja seurata, onko kontin sijainnilla merkitystä kipperin suulla ja selkeästi merkata nämä paikat. Samalla selvitetään voiko kipperiin turvallisesti tehdä muutoksia, jotta ohi menevät preformit eivät lentäisi lattialle vaan esimerkiksi verkkoon tai toiseen säiliöön, josta ne voidaan vielä elintarviketurvallisesti käyttää takaisin prosessiin.

7.3 Tarkistajakameran käyttö sekä optimointi

Kuten jo seurannassa huomattiin, jo pienellä säädöllä saatiin 0,17 % parannus kokonaisyhlykseen. Tarkastajan käyttöönotto pitää viedä loppuun muillekin kuin tietyille tuotteille sekä ottaa huomioon optimoinnin merkitys turhille hyllyille. Nykyinen paineilmapuhallus ei ole lopullinen ratkaisu, sillä paineilma itsessään voi puhaltaa lisää epäpuhtauksia pulloon. Paineilma myös heilauttaa pulloa, mikä itsessään saattaa aiheuttaa turhaa hylkyä.

Tarkistajakameran eri hylkysyitä ei tällä hetkellä hyödynnetä lainkaan, vaikka tieto on jo saatavilla. Aihetta sekä hylkytrendiä on pitkällä aikavälillä paljon helpompi seurata, kun pystytään jaotella hävikki hylkysyittäin. Projektissa olikin hankalaa selvittää jälkepäin, mistä suurin osa hylystä johtui. Tietoa siitä, oliko hylkisyys korkitusvirhe vai oliko kyseessä täyttökoneen täyttöongelmat, ei ollut saatavilla. Nykyinen vuororaportti pohja on täysin toimiva, joten siihen voisi vain lisätä luvut hylkysyittäin.

7.4 Osaamisen hyödyntäminen

Haastatteluissa kävi ilmi, että väyliä mihin kirjoittaa tuotantokohtaisista ongelmista ei oikein ole muuta kuin aktiivisen työnjohtajan kautta. Kuten seurannassa havaittiin, ei tuotannon tukimakroon pysty kirjaamaan tarkasti syitä hävikille. Vastaavasti tukimakro pyytää hävikkisyitä, vaikka tuotannossa ei havaittu ongelmia. Tukimakroa pitäisi päivittää siten, että kokenut operaattori voisi kirjata hävikin syy soluun tarkemmin tapahtumat. Varsinkin kun ajetaan lyhyitä ajoja monta putkeen, saattaa unohtua raportoida vuorossa olevalle työnjohtajalle hävikin syyt, kun tukimakro ei hyväksy selitystä.

Tukimakron kirjauksen tekee lavaajanoperaattori, kun viimeinen lava lähtee lavaajalta varastoon. Tämä johtaa siihen, että hävikin syyksi kirjataan nopeasti "OK", sillä lavaaja operaattori ei välttämättä tiedä, mitä aikaisemmin prosessissa on käynyt. Tähän pitää parantaa ohjeistusta, että täyttökoneen operaattorit viestivät lavaajan operaattorille hävikin syitä, jotta saadaan laajemmin tietoa prosessin ongelmista. Hävikinsyy soluun olisi hyvä saada esimerkiksi alasvetovalikko yleisimmistä syistä, jolloin kokemattomampi operaattori osaisi päätellä, mistä prosessinhävikki syntyi. Työnjohtajalla on CtS

(compliance to schedule) eli tuotantosuunnitelman toteutumismittari, kirjauksissa alavetovalikko, josta voi ottaa mallia tähän.

7.5 Prosessin toimintavarmuus täyttökoneen ympäriltä

Seurannassa havaittuja täyttökoneen toimintaan eniten vaikuttavia vaiheita olivat lavajan toiminta sekä etikettikoneen toiminta. Työn rajauksen takia näihin vaiheisiin ei päästy syventymään sen koommin ja näiden laitteiden tehokkuuden parantaminen jää yrityksen vastuulle. Seurannan aikana toimenpiteitä kuitenkin jalkautettiin kunnossapidon vastuulle sekä etikettikoneen centerlining otettiin työnalle. Centerliningilla pyritään pienentämään säätöjen vaikutusten vaihtelevuutta.

8 Yhteenveto ja pohdinta

Insinööriyön kohteena ollut tuotantolinja A:n täyttökone havaittiin olevan suhteellisen toimintavarma, ja tehottomuudet löytyivät sen ympäriltä. Optimoimalla tarkastuspisteet ja lisäämällä sekä hyödyntämällä operaattorien aktiivisuutta tuotannon kirjaamisissa päästään tulevaisuuden tutkimuksissa helpommin käsiksi prosessin poikkeamien juuri-syihin. Sitouttamalla operaattorit tarkempaan seurantaan saadaan myös työn määrään tehokkuutta, sillä kun reagointi poikkeamiin on nopeampaa, vältetään turhalta työltä, mitä hävikkiin menevien tuotteiden kuljettaminen sekä häiriöiden poisto luo. Samoin puhallukseen ehdotetut parannukset pitävät samalla tuotannon lattiatasot puhtaana, mikä parantaa olennaisesti työviihtyvyyttä sekä työturvallisuutta.

Parannusehdotusten jalkauttaminen tuotantoon sekä seuranta jää Sinebrychoffin vastuulle. Toimenpiteet eivät vaadi suuria investointeja tai muutoksia prosesseihin. Eikä suuria investointeja kannatakaan tehdä, sillä kuten työssä havaittiin prosessissa ei juurikaan ole ongelmia. Suurin hyöty, mikä työssä tuli esille, on juuri pienet parannukset prosessin eri vaiheissa, joista saadaan kymmenien tuhansien pullojen sekä preformien säästö hävikiltä. Tämä arvo näkyy suoraan säästetyissä resursseissa sekä on linjassa Sinebrychoffin tavoitteita vastuullisena toimijana. Ottamalla parannukset käyttöön saadaan parempi käsitys puhalluksen aiheuttamasta hävikistä sekä parempaa dataa

prosessin todellisesta hävikistä. Tämä mahdollistaa nopean reagoinnin sekä voidaan jakaa hävikit kategorioihin mihin voidaan tai mihin ei voida vaikuttaa. Näillä työkaluilla saadaan materiaalihävikkiä pienemmään ja etenkin kontrolloitua halutulle tasolle. Työssä nousseita havaintoja voidaan hyödyntää Sinebrychoffin muillakin täyttölinjoilla varsinkin tuotantolinja B:llä sen samankaltaisuuden takia. Etenkin tarkastajan optimointi on suositeltavaa tehdä kaikkien linjojen tarkastajien kanssa samanaikaisesti.

Lopuksi vielä suuri kiitos insinööriyön ohjaajalle Hannu Sistoselle pyyteettömästä opastuksesta ja kärsivällisyydestä, esimieheni Jani Peltoniemelle tuesta sekä ajasta, mikä annettiin oman työajan lisäksi projektiin, sekä koko Sinebrychoffin työntekijöille läpi organisaation. Vaikeasta maailmantilanteesta huolimatta tuotanto oli käynnissä ja töitä tehtiin tehokkaasti ja hymyssä suin.

Lähteet

Blomqvist M; Martinuo M. Prosessien mallintaminen osana toiminnan kehittämistä. 2010. Verkkoaineisto. https://tutcris.tut.fi/portal/files/2098668/prosessien_mallintaminen.pdf. Luettu 1/2021.

Carlsberg. Carsberg group. Verkkoaineisto. <https://www.carlsberggroup.com/>. Luettu 8/2020..

Dale, Barrie G; Bamford David R; Wiele, Anthony van der. Managing Quality – an essential guide and resource getaway 6th ed. 2016. JohnWiley&Sons, Inc 2016.

Haverila M; Uusi-Rauva, E; Kouri, I; Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. Infacs Johtamistekniikka Oy. 5. p. Tampere: Infacs Oy.

Kerber, B; Dreckshage B. J. 2011. Lean Supply Chain Management Essentials: A framework for materials managers. Boca Raton(FL): Taylor and Francis Group, LLC.

Laamanen, K. 2005. Johda suorituskyykyä tiedon avulla. Helsinki: Suomen Laatuokeskus Oy.

Matti Mattila 2012. Vaihtelevat olotilat. Annorlunda Mediatuotanto Oy.

Modig N; Åhlström P; Suomentanut Tillman M. Tätä on lean. Rheologica Publishing 2013.

Ohno, Taiichi. 1988. Toyota production system: beyond large-scale production. Productivity Press 2019.

Ojasalo K; Moilanen T; Ritalahti J. 2009. Kehittämistyön menetelmät, Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. WSOYpro Oy.

Piirainen A. Lean ja hukka – Muda, mura ja muri. 4/2014. Verkkoaineisto. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/lean-ja-hukka-muda-mura-ja-muri/>. Luettu 9/2020.

Saukkonen P. Tutkimusmenetelmät ja tutkimusaineistot. 12/2006. Verkkoaineisto www.mv.helsinki.fi/home/jmykkane/tutkielma/Tutkimusmenetelmat.html. Luettu 2/2021.

Sinebrychoff. Kestävästi Keravalta 3/2020. Verkkoaineisto. <https://www.sinebrychoff.fi/vastuu/kestavasti-keravalta/kestavasti-keravalta-3-2020/>. Luettu 12/2020.

Sinebrychoff. Sinebrychoff lyhyesti. Verkkoaineisto. <https://www.sinebrychoff.fi/yhtio/lyhyesti/>. Luettu 8/2020.

Sinebrychoff. Juomamme. Verkkoaineisto. <https://www.sinebrychoff.fi/juomamme/>. Luettu 8/2020.

Sinebrychoff. Vuodesta 1819. Verkkoaineisto. <https://www.sinebrychoff.fi/yhtio/historia/>. Luettu 8/2020.

Sinebrychoff. 195 tarinaa Sinebrychoffista. Julkaistu 6.5.2014. Verkkoaineisto <https://sinebrychoff-asiakas.fi/195-tarinaa-sinebrychoffista/> Luettu 8/2020.

Pesonen M. Onko prosessi ymmärretty väärin? 3/2019. Verkkoaineisto. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/prosessi/>. Luettu 2/2021.

Virtanen, P; Wennberg. M. 2005. Prosessijohtaminen julkishallinnossa. Helsinki: Edita.