



Tuotannon visuaaliset hallintamenetelmät päivittäisessä tuotannonohjauksessa

Jonna Kikkas

Opinnäytetyö, AMK

Toukokuu 2022

Tekniikan ala

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Kikkas Jonna

Tuotannon visuaaliset hallintamenetelmät päivittäisessä tuotannonhjauksessa.

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu 2022, 54 sivua.

Tekniikan ala. Konetekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, millaisia nykytilan ilmaisimia Suomessa toimivissa tuotantoalan yrityksissä käytetään. Lisäksi tavoitteena oli selvittää mitkä tekijät vaikuttavat tuotannon ohjaukseen ja ohjattavuuteen. Näiden tietojen pohjalta luotiin Framery Oy:lle prototyyppiehdotus tuotannon nykytilan seurannan kehittämiseksi.

Opinnäytetyössä hyödynnettiin laadullisia ja määrällisiä tutkimusmenetelmiä. Tutkimus sisälsi kirjallisuuskatsausta, toimeksiantajan haastatteluja ja ulkoisia benchmarking-haastatteluja. Kirjallisuuskatsauksen avulla saatiin vastaus siihen, mitkä tekijät vaikuttavat ohjaukseen ja ohjattavuuteen. Haastattelujen avulla pystyttiin luomaan käsitys siitä, millaiset nykytilaa havainnoivat mallit toimivat ja löydettiin kehitystarpeita olemassa olevien mallien parantamista varten.

Ohjauksen ja ohjattavuuden teoreettisen tutkimisen, sekä Suomessa toimivien yritysten nykytilan visuaalisten menetelmien arvioinnin avulla pystyttiin luomaan Framery Oy:lle prototyyppiehdotelma tuotannon päivittäisohjaamista helpottavasta työkalusta.

Opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin löydettiin vastaukset ja työn tulokset saavuttivat asetetut tavoitteet. Työn tuloksia voi myös soveltaa muiden yritysten vastaavissa kehitystehtävissä.

Avainsanat (asiasanat)

Andon, lean, visuaalinen hallinta, tuotannonohjaus, päivittäisjohtaminen

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Kikkas Jonna

Visual production management methods in daily production management.

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2022, 54 pages.

Engineering and technology. Degree Programme in Mechanical Engineering. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The goal of the thesis was to find out what kind of status indicators are used in production companies that are operating in Finland. In addition, the goal was to find out which factors affect production management and controllability. Based on this information, a prototype proposal was created for Framery Oy to develop the production's visual management.

Qualitative and quantitative research methods were utilized in the thesis. The research included literature review, research client interview, and external benchmarking interviews. The literature review provided an answer to which factor affect production management and controllability. The interviews were used to create an understanding of how different visual management models work and to identify development needs to improve existing models.

After the theoretical study and the external interviews, it was possible to create a prototype proposal for Framery Oy of a tool that facilitates the daily management. The answers for the research questions of the thesis were found and the results of the work achieved the set goals. The results of the work can also be used to similar development tasks in other companies.

Keywords/tags (subjects)

Andon, Lean, Visual management, Production management, Daily management.

Miscellaneous (Confidential information)

Sisältö

1	Johdanto.....	4
1.1	Työn tausta ja Framery Oy yrityksenä	4
1.2	Tavoitteet.....	5
1.3	Rajaukset	5
1.4	Eettisyys.....	6
2	Tutkimusmenetelmät ja -aineisto	6
2.1	Kvalitatiivinen tutkimus	6
2.2	Kvantitatiivinen tutkimus.....	7
2.3	Ulkoinen benchmarking.....	9
2.4	Kirjallisuuskatsaus.....	11
2.5	Aineiston luotettavuus.....	11
3	Lean.....	13
3.1	Hukka-ajattelu	15
3.2	Arvo asiakkaalle	15
3.3	Henkilöstö	16
3.4	Toimitusketjut.....	17
3.5	Jatkuva parantaminen	17
4	Tuotannonohjaus.....	18
4.1	Just-In-Time (JIT)	20
4.2	Kapasiteetti ja nettokapasiteetti	20
4.3	Läpäisy aika.....	21
4.4	Tuotantojärjestelmän ohjattavuus	22
4.5	Karkea- ja hienosuunnittelu.....	23
4.6	Tahtiaika	24
4.7	Jaksoaika	24
4.8	Pullonkaulat ja rajoitteet	24
4.9	Imu- ja työntöohjaus.....	25
5	Visuaaliset hallintatyökalut.....	27
5.1	Visuaalinen projektitaulu.....	27
5.2	Andon	28
5.3	Stand-up-kokoukset.....	28
5.4	Tiimin mittarit	29

6	Tuotannon tunnusluvut osana tuotannonohjausta	29
6.1	Läpäisy aikaan liittyvät mittarit.....	30
6.2	Ensisaanto.....	31
6.3	Laadun mittarit	32
6.4	Tuottavuus.....	32
7	Tutkimuksen toteutus.....	33
7.1	Tutkimusaineiston hankinta	33
7.2	Haastatteluiden toteutus.....	33
7.3	Yritys 1	34
7.4	Yritys 2	35
7.5	Yritys 3	37
7.6	Yritys 4	38
8	Tulokset ja niistä tehdyt johtopäätökset	39
9	Pohdinta.....	45
	Lähteet.....	47
	Liitteet	50
	Liite 1. Haastattelupohja.....	50

Kuviot

Kuvio 1. Reliabiliteetti/Validiteetti -kriteerit kvantitatiivisessa ja kvalitatiivisessa tutkimuksessa (muokattu Kananen 2011, 68.).....	12
Kuvio 2. Lean-talo (Liker 2004, 33, muokattu)	14
Kuvio 3. Demingin ympyrä (PDCA n.d. Muokattu)	18
Kuvio 4 Ohjauksen tehtävät ja rakenne (muokattu Miettinen 1993, 23.).....	19
Kuvio 5. Tuotteen läpäisyajan rakenne. (Haverila ym. 2009, 401, muokattu).....	22
Kuvio 6. Ohjattavuusominaisuudet (muokattu lähteestä Haverila ym. 2009, 405.).....	23
Kuvio 7. Viisiportainen fokusointi esteiden teorian mukaisesti. (Muokattu Theory of Constraints n.d.)	25
Kuvio 8. Työntö- ja imuohjaus (Haverila ym. 2009, 423, muokattu)	26
Kuvio 9. Esimerkki ensisaannosta (muokattu Six Sigma Material 2016.)	31
Kuvio 10. Andon-merkkivalojärjestelmä	42
Kuvio 11. Andon-järjestelmän toimintakaavio	43
Kuvio 12. Visuaalinen nykytilataulu.....	44

Käsitteitä, joita käytetään tässä opinnäytetyössä:

Benchmarking on oman toiminnan vertaamista toiseen toimintaan.

Dashboard tai **Production dashboard** on reaaliaikainen visuaalinen esitys tuotannon tilasta.

Dashboard kokoaa kaavioita, taulukoita ja muita visualisointitekniikoita tuotannon suorituskyvystä.

Imuohjaus on tuotannon ohjauksen muoto, jossa tuotteita valmistetaan seuraavan prosessivaiheen tarpeisiin

Just in time (JIT) on periaate, jossa materiaalia valmistetaan ja kuljetetaan vain todellisen tarpeen mukaan

KET eli keskeneräinen tuotanto.

Lean on liiketoiminnan kehittämisen filosofia.

Läpäisy aika tarkoittaa käytettyä aikaa, joka kuluu tuotteen valmistuksen aloituksen ja tuotteen valmistumisen välillä.

Reliabiliteetti tarkoittaa tutkimustulosten luotettavuuden arviota.

Tuotannonohjaus on menetelmä jolla yritys täyttää tilattujen tuotteiden vaatimukset laadusta, määrästä ja toimitusajoista.

Tuotantovuoto tarkoittaa prosessista valmistuneiden asioiden kappalemäärää per aikayksikkö.

Työntöohjaus kuvaa periaatetta, jossa asiakkaan tarve ei ohjaa käytännön materiaalivirtaan, vaan tuotantosuunnitelma ohjaa toimintoja.

Validiteetti ilmaisee miten hyvin tutkimuksessa käytetty mittausmenetelmä soveltuu vastaamaan tutkimuskysymyksiin.

1 Johdanto

1.1 Työn tausta ja Framery Oy yrityksenä

Framery Oy on äänieristettyjä puhelin koppeja valmistava tamperelaisyritys, joka perustettiin vuonna 2010. Framery on toimistokalustealalla tunnettu toimija ympäri maailman ja sen asiakkaisiin kuuluu maailman tunnetuimpia brändejä, kuten Microsoft, Vodafone, Siemens, McDonald's, LinkedIn ja Twitter. (Rajamäki 2021). Frameryn tehdas sijaitsee Tampereen Sarankulmassa ja yrityksellä on erillinen komponenttivarasto Lempäälässä. Lisäksi Frameryllä on logistiikkakeskus Yhdysvalloissa Michiganissa. (Korte 2021).

Frameryn eri tuotanto-osastoilla on päivittäisjohtamistaulut, jotka ovat tarkoitettu tuotannon päivittäistilan seurantaan. Taululle merkataan viikoittain jokaisen työpäivän tavoitteet ja työntekijät kirjaavat vuoron loppuksi toteuman. Myös päivän aikana tulleet merkittävimmät poikkeumat tuodaan taululle. Tämän lisäksi osana päivittäisjohtamistaulua on näyttöjä, joissa visualisoidaan dataa esimerkiksi puskurivarastotilanteesta, tehokkuudesta, työvuorolistoista, turvallisuusasioista yms. Nykytilan seurannan visualisoinnissa on puutteita, sillä nykyinen visualisoitu tieto ei palvele tarkoitustaan tarpeeksi hyvin. Työkalut eivät varsinaisesti tuo tietoa tuotannon nykytilanteesta halutulla tavalla tietojärjestelmien kautta, sillä tieto työn keskeytymisestä ja poikkeamasta kulkee suullisesti. Frameryllä on erilaisia mittaristoja, mutta mittarit eivät ohjaa päivittäistä toimintaa halutulla tavalla. Tuotannon työntekijöille ja työnjohdolle on tavoitteena saada parempi ymmärrys tämänhetkisestä tuotantotilanteesta ja sitä kautta kasvattaa parempaa kokonais käsitystä. Nykyinen päivittäisjohtamismalli palvelee tarkoitustaan vuorotasolla, mutta uudet virtaustehokkaammat tuotantolinjat asettavat tarpeen ymmärtää tuotantotilannetta lähes reaaliaikaisesti. Lyhemmän aikavälin seuranta antaa arvokasta tietoa myös tulevien tuotantojärjestelmien tehokkaan toiminnan mahdollistamisessa. Frameryn tavoitteena on pystyä reagoimaan päivän mittaan tuotannossa syntyviin poikkeamiin, jotta tuottavuutta ja toimitusvarmuutta saadaan kehitettyä paremmalle tasolle. (Honkamäki 2022).

Tuotannon nykytilan seurantaan on olemassa lukuisia työkaluja ja mittareita, mutta Framery haluaa selvittää, millaisia nykytilan visualisoinnin näkymiä muissa suomalaisissa kokoonpanoyrityksissä käytetään, sekä mitä asioita visualisoinnissa priorisoidaan eri käyttäjille nähtäväksi.

1.2 Tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää tuotantotoiminnan nykytilan mittaamisen keinoja.

Tutkimuksen myötä pyritään myös selvittämään, millä tavalla hyvin menestyvät tuotantoyritykset mittaavat tuotannon nykytilaa ja millaisia asioita tuodaan visuaalisin menetelmin nähtäville.

Opinnäytetyön tutkimuksella haetaan vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Millaisia tuotannon nykytilan visuaalisia hallintatyökaluja kappaletavara tuotantoteollisuudessa käytetään?
2. Miten luodaan tuotannon ohjattavuuden ja ohjauksen perusteet?
3. Miten tuotannon nykytilaa voidaan arvioida päivä- ja tuntitasolla Framery Oy:ssä?

1.3 Rajaukset

Kysymyksessä 1 rajataan vastaus haastateltavien yritysten kokemuksiin ja nojataan soveltuvin osin teoriakirjallisuuteen. Tutkimus rajataan tuotannon nykytilan visualisointiin päivä-, tuntitason ja reaaliajan seurantaan. Tutkimuksessa kuitenkin otetaan huomioon myös pidemmän aikavälin seurannan datasta sovelletut mittarit, mikäli niitä hyödynnetään päivittäisessä tuotannonohjauksessa. Tutkimuksessa paneudutaan kokoonpanotyöhön ja rajataan pois prosessiteollisuus ja valmistava teollisuus. Kysymykseen 2 vastataan teoriakirjallisuuden pohjalta, mutta kirjallisuudesta saatavaa tietoa täydennetään haastatteluista saatavin kokemuksiin. Tutkimuksessa ei oteta huomioon esimerkiksi tuoterakenteita tai tilauskannan muodostumista. Tarkoituksena on käsitellä yleisesti erilaisia mittausmenetelmiä, niiden esittämistä visuaalisessa muodossa ja tämän datan käytön, niin tuotannon työntekijöiden, kuin myös tuotannon eri sidosryhmien hyödyistä. Kun kahteen ensimmäiseen tutkimuskysymykseen on vastattu, pystytään vastaamaan kysymykseen 3. Framery Oy:lle ei tehdä valmista päiväohjausjärjestelmää, vaan luodaan teoreettinen ehdotelma kirjallisuuden ja haastatteluiden perusteella.

1.4 Eettisyys

Opinnäytetyön lähtökohtana on noudattaa eettisiä periaatteita ja hyvän tutkimustyön tutkimusperiaatteita. Tavoitteena on luoda vastuullinen opinnäytetyö, jossa paneudutaan laajasti kirjallisuuteen ja haastatellaan useaa eri puolella Suomessa toimivaa tuotantoyritystä. Työn toteutusvaiheessa keskitytään siihen, että tutkimus on avoin ja rehellinen ja myös toistettavissa. Haastateltaville yrityksille kerrotaan mikä on haastattelun tarkoitus ja tutkimuksen tavoite. Lisäksi informoidaan keskustelun nauhoittamisesta ja nauhoitteiden myöhemmästä käytöstä. Opinnäytetyön tekijä sitoutuu noudattamaan tutkimuksen eettisiä periaatteita.

2 Tutkimusmenetelmät ja -aineisto

Tutkimusongelma ja sen luonne määrittävät tutkimusotteen valinnan. Tutkimuskysymykseen vastataan tutkimusaineiston avulla, joka koostetaan soveltuvien tutkimusmenetelmien avulla. (Kananen 2012, 20.) Tutkimuskysymyksiä voidaan käsitellä perusteellisesti eri menetelmiä yhdistämällä. Kvantitatiivisten menetelmien tuottamien johtopäätös voidaan ymmärtää paremmin kvalitatiivisella menetelmällä. Puolestaan kvantitatiivisella menetelmällä voidaan antaa kvalitatiiviselle tulokselle tarkan ilmaisen. (Silvermann 2005, 8–9.) Tässä kappaleessa esitellään tunnettuja tutkimusmenetelmiä, jotta voidaan varmistaa tässä tutkimuksessa käytettävien menetelmien osuvuus ja oikeellisuus muun muassa tutkimuksen reliabiliteetin ja validiteetin varmistamiseksi.

2.1 Kvalitatiivinen tutkimus

Kvalitatiivisen, eli laadullisen tutkimuksen avulla voidaan saada syvälinen kuvaus tutkittavasta aiheesta. Jotta tutkimuskysymykseen pystytään vastaamaan, on kerättävä tarpeeksi suuri otanta primääriaineistoa. (Kananen 2017, 33–35.). Kanasen (2011) mukaan kvalitatiivisen tutkimuksen kolme yleisintä tiedonkeruumenetelmää ovat havainnointi, fokusoitu haastattelu ja erilaiset asiakirjat.

Laadulliseen tutkimukseen liittyy yleensä haastatteluita. Haastattelussa tutkija ja haastateltava keskustelevat asioista, jotka kuuluvat tutkimusaiheeseen. Haastatteluita voidaan toteuttaa lomake-, teema- ja syvähaastatteluina. On tärkeää valita oikea haastattelumuoto tutkittavan

aiheen ja lähtötietojen mukaan, jotta tilanteesta saadaan haluttua tietoa selville riittävällä tarkkuudella. Aineistoon tulee perehtyä huolellisesti ennen haastattelujen toteuttamista. Laaja perehtyminen edesauttaa sitä, että tutkijan ja haastateltavan välillä syntyy yhteinen ymmärrys. (Kananen 2017, 88–89.)

Tutkimuksen kulku riippuu saaduista tutkimustuloksista. Niiden tulkitseminen ja tulkinnan tulokset riippuvat tutkijasta ja täten tulkintoja voidaan tehdä useita. Laadullisen ja määrällisen tutkimuksen menetelmiä voidaan käyttää samassa tutkimuksessa. (Kananen 2012, 30.) Primääriaineiston tarkoituksena on saada vastaus tutkimuskysymykseen. Jotta voidaan ymmärtää tutkittavaa ilmiötä laajemmin, on tarkasteltava myös sekundääriaineistoja. Sekundääriaineistot ovat olemassa olevaa tietoa, jota voidaan hyödyntää ilman suurempia analyysimenetelmiä. (Strauss & Corbin 1998, 10–13; Kananen 2017, 82–83.)

Teemahaastattelu sopii esimerkiksi nykytilan tarkasteluun. Teemahaastattelu antaa mahdollisuuden haastattelijan ja haastateltavan monipuoliselle vuorovaikutukselle. Aihepiirit ovat ennakkoon määriteltäviä, mutta aiheiden esittämisellä ei ole tiukkaa järjestystä. Syvähaastattelussa pyritään saamaan mahdollisimman laajasti ja syvällisesti haastattelun asian merkitykset esiin. Syvähaastatteluun varataan usein runsaasti aikaa, jotta haastateltava ehtii pohtia aihetta kunnolla. Siitä huolimatta riskinä on, että tutkittavan aiheen oleelliset asiat hukkuvat. Lomakehaastattelun avulla saadaan yksityiskohtaista tietoa, mutta se saattaa ohjata vastaajien vastauksia liikaa yksityiskohtiin. Lomakehaastattelu sopii parhaiten sellaisiin tutkimuksiin, jossa on tarkoitus kvantifioida aineistoa. (Kananen 2017, 88–89.)

2.2 Kvantitatiivinen tutkimus

Kvantitatiivisella tutkimuksella tarkoitetaan yhteiskunnallisten ilmiöiden empiiristä tutkimusta tilastollisten, matemaattisten tai laskennallisten tekniikoiden avulla. Kvantitatiivinen tutkija esittää tietyn, suppean kysymyksen ja kerää osallistujilta otoksen numeerista dataa vastatakseen kysymykseen. Useimmat tutkijat käyttävät tilastollisia työkaluja tietojen analysointiin. Kvantitatiivista tutkimusta käytetään, kun halutaan yleistää suuren otokseen vastauksia. (Myers 2013, 7–9; Silvermann 2005, 5–9.)

Kuten kaikissa muissakin tutkimusmuodoissa, prosessin tulee alkaa tutkimusongelman selvittämisellä. Tutkimusongelma muunnetaan tutkimuskysymyksiksi, joista kerätään materiaalia ongelman ratkaisemiseksi. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa tyypillinen tiedonkeruumenetelmä on kyselylomake. Kyselylomakkeen valmisteluksi, on oltava tietoa olemassa olevasta teoriasta liittyen tutkimusaiheeseen. Aineisto kerätään kohderyhmältä eli ilmiöön liittyviltä henkilöiltä kyselylomakkeella. Kyselylomake koostuu erilaisista kysymyksistä, joiden avulla voidaan kerätä numeraalista dataa. Koska dataa on mahdotonta korjata tiedonkeruun jälkeen, kyselylomake tulisi testata. Kohderyhmä on usein niin suuri, että ei ole tehokasta ottaa kaikkia henkilöitä mukaan tutkimukseen. Edustava otos voi antaa yhtä luotettavat tutkimustulokset kuin koko väestön haastattelu. (Kananen 2011, 72–73; Silvermann 2005, 6–9)

Kysely voidaan suorittaa esimerkiksi postitse, verkkokyselynä tai henkilökohtaisella haastattelulla. Tiedonkeruuvaihetta seuraa tiedonsyöttövaihe, joka riippuu tiedonkeruutavasta. Tulokset tulkitaan tilastosääntöjen mukaisesti, minkä jälkeen laaditaan raportti, jossa tutkimusongelma ratkaistaan. Kaikkia näitä vaiheita säätelevät tiukat säännöt, jotka varmistavat, että tulokset ovat luotettavia ja tarkkoja. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa ei voida palata takaisin tutkimusprosessin alkuun samalla tavalla kuin kvalitatiivisessa tutkimuksessa. Jos kyselylomake on viallinen tai tiedonkeruu on tehty väärin, koko prosessi on aloitettava alusta, jolloin niin kutsuttujen kenttätöiden kustannukset kaksinkertaistuvat. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa virheet ovat kalliita. (Kananen 2011, 73.)

Raportin osalta kvantitatiivinen tutkimus ei eroa kvalitatiivisesta hausta; molemmat sisältävät täsmälleen samat osiot. Lähestymistavat ovat kuitenkin erilaisia. Kvantitatiivisissa tutkimuksissa, kuten muissakin tutkimuksissa, etsitään ongelmaa ja ongelmasta johdettuja tutkimuskysymyksiä, joihin kerätty aineisto antaa vastauksia. Teoriat ja mallit, jotka selittävät ilmiötä, sen tekijöitä ja tekijöiden välisiä korrelaatiota, auttavat muotoilemaan tutkimuskysymyksiä. (Mts. 73.)

2.3 Ulkoinen benchmarking

Benchmarking on tuotteiden, palvelujen ja toimintatapojen jatkuvaa mittaamista kovimpia huippuyrityksiä vastaan. Benchmarking-käsitteeseen sisältyy toiminnan vertaaminen ja kehittäminen kohti parasta käytäntöä. Benchmarkingia voidaan tehdä eri tavoin, esimerkiksi vertaamalla tuloksia ja suoritustasoja tai vertaamalla toimintatapoja eli prosessien sisältöä ja työvaiheita. Tapoja voidaan myös yhdistää laajassa vertailussa. Ulkoisella benchmarkingilla tarkoitetaan vertailua kilpailijoihin ja toimialan muihin yrityksiin. Omaa toimintaa ja käytäntöjä verrataan toimialan parhaisiin ratkaisuihin pyrkimyksenä löytää ne kohdat, joissa oma toiminta on kilpailuja heikompaa. Benchmarkingin avulla tunnistettuihin oman toiminnan heikompiin kohtiin luodaan perusteet oman toiminnan kehittämiseen. (Leckelin 2002, 182–183.)

Leckelinin (2002) mukaan benchmarkingin tavoitteita ovat:

- parempien toimintatapojen identifioiminen
- oikean tavoitetaso määrittäminen
- uusien menetelmien ja ideoiden löytäminen
- ennakkoluulojen poistaminen
- parhaiden käytäntöjen oppiminen.

Benchmarking voi avata kehitystiimin silmät. Omassa yrityksessä on saatettu tehdä pieniä kehitystöitä ilman että kilpailukyky olisi huomattavasti noussut, sillä kilpailijat ovat saattaneet uudistaa prosessiaan eri tekniikoiden avulla tai muutoin onnistuneet radikaalisti kehittämään toimintaansa eri menetelmin. Toisten yritysten toimintatapojen näkeminen ja analysointi lisää tietoisuutta, että myös omassa toiminnassaan tehokkuutta voidaan lisätä ja asettaa tavoitteet korkeammalle. Jotta benchmarkingista saadaan tavoitellut hyödyt, on prosessiin valmistauduttava huolellisesti. Ensiksi on päätettävä kohdealue, eli mitkä prosessit tai prosessin osat halutaan ottaa vertailtaviksi. Oman yrityksen nykytilan kartoitusvaihe on tehtävä huolella, sillä se antaa suuntaviivoja benchmarking-kohteiden valintaan. Ensisijaisia vertailukohteita ovat ne alueet, joiden toiminnassa on eniten kehittämistarvetta. Benchmarkingissa tulee löytää sopivat mittarit. Mittarit ovat yksilöityjä kvantitatiivisia mittareita, joiden avulla tulokset voidaan hyödyntää. Kuvailuvia vertailuja voidaan käyttää selvyiden vuoksi mittauksia täydentävinä. (Mts. 188–190.)

Ulkoisessa benchmarkingissa on hyvä laatia lähestymissuunnitelma. Lähestymissuunnitelma voi sisältää esimerkiksi tavoitteet benchmarkingille ja yhteistyön edut. Kumppanille on valmistauduttava myymään benchmarking-idea varsinkin, jos alkuperäinen intressi on vain toisella osapuolella. Avoimuus ja molemminpuolisten etujen korostaminen ovat tärkeitä asioita yhteydenotossa. Hyvästä lähestymissuunnitelmasta huolimatta kumppanikandidaatti voi kieltäytyä yhteistyöstä. (Mts. 190–191.)

Leckelinin (2002) mukaan benchmarking-toiminnalle on määritelty eettisten periaatteiden kohdat, jotka korostavat reilun pelin merkitystä. Näitä ovat:

- laillisuus
- tietojen vaihto
- salassapito
- hyödyntäminen
- yhteydet benchmarking-kumppaniin
- yhteydet ulkopuolisten kanssa
- valmistautuminen
- toteuttaminen
- kumppanuus ja tietojen käsittely.

Benchmarkingkohteen ja -kumppanin valinnan jälkeen suunnitellaan datan keruu. Hyvä keino tiedonkeruun käynnistämiseen on kyselylomakkeen laatiminen. Sitä suunnitellessa tulee miettiä, mitkä ovat vertailun ja tulevan kehittämistyön kannalta merkityksellisiä asioita ja miten laaja tutkimus tehdään. Kysymykset on laadittava vertailukelpoisen ja luotettavan tiedon hankkimiseksi selkeiksi. Tiedonkeruussa on syytä ottaa huomioon myös dokumentointi, luottamuksellisuus, anonymisyytarpeet ja sovitut pelisäännöt. (Mts. 191–192.)

Tietojen analysointi tulee aloittaa tietojen lajittelulla. Siinä keruuvaiheen tuottamat tiedot tarkistetaan ja ryhmitellään kokonaisuuksiksi. Tiedoista voidaan luoda vertailukelpoisia graafisia taulukkoja, joita voidaan selventää oheistekstillä. Laadunvalvontaa suoritetaan jo keräysvaiheessa ja sitä jatketaan analysointivaiheessa. Eroja saattaa syntyä vertailuvaiheessa johtuen eri volyymeista, markkinaosuudesta, maantieteellisestä sijainnista, asiakaskunnan rakenteesta, kansainvälisistä vaatimuksista ja määräyksistä. Nämä tekijät voivat vääristää tuloksia ja aiheuttaa täten vertailukelvottomuutta. Analysoinnissa puhdistetaan toimintojen eroista johtuvat tekijät mahdollisuuksien mukaan. Suorituskuilun määrittäminen on benchmarkingin keskeinen asia. Suorituskuilulla tarkoitetaan oman ja parhaan suorituksen välistä eroa. Analyysissa selvitetään,

miksi kumppani on tietyissä prosessivaiheissa omaa toimintaa parempi ja mitä kumppanista voidaan oppia. Tulokset kootaan raporttimuotoon. Siinä esitellään miten tutkimus on suoritettu ja mitä tuloksia siitä saatiin. Raportin perusteella vedetään johtopäätökset kehittämisen jatkosta. (Mts. 193–195.)

2.4 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsaus on tutkimusmenetelmä, jossa kerätään olemassa olevaa tietoa tietystä aihepiiristä. Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on kehittää olemassa olevaa teoriaa ja rakentaa myös uutta teoriaa. Sen avulla pystytään myös arvioimaan teoriaa. Kirjallisuuskatsaus rakentaa kokonaiskuvaa tietystä asiakokonaisuudesta ja sen avulla pyritään tunnistamaan ongelmia. Kirjallisuuskatsausta voidaan luonnehtia yleiskatsaukseksi. Tyypillisesti käytetyt aineistot ovat laajoja ja tutkittava ilmiö kuvataan laaja-alaisesti. (Salminen 2011.) Kirjallisuuskatsaukset ovat erilaisia ja edellyttävät, että aiheesta on tutkittua tietoa. Yleisesti ottaen kirjallisuuskatsauksesta hahmottuu olemassa olevien julkaisujen kokonaisuus aiheesta (Johansson, Axelin, Stolt & Ääri 2007, 3).

2.5 Aineiston luotettavuus

Luotettavuuden, validiteetin ja laadun todentaminen tutkimuksessa on tärkeää. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tämä on hankalampaa kuin kvantitatiivisessa tutkimuksessa, sillä validiteettimittaukset kehitettiin alun perin luonnontieteissä erityisesti fysiikassa ja kemiassa. Niitä ei ole helppo soveltaa yhteiskuntatieteisiin, joissa tutkimuksen kohteena on yksilö tai yksilöryhmä. Ihminen ei aina toimi systemaattisesti ja rationaalisesti, ja satunnaisuus on pikemmin sääntö kuin poikkeus. Reliabiliteetti- ja validiteettitekijät on otettava huomioon jo opinnäytetyön suunnitteluvaiheessa; tiedon keräämisen ja analysoinnin jälkeen ei enää voida vahvistaa luotettavuutta sillä se on osa tutkimusprosessin eri vaiheita. Tutkimusmenetelmä ohjaa Reliabiliteetin ja validiteetin kriteerejä (seuraava kuvio). (Kananen 2011, 66.)

Reabiliteetti ja validiteetti	
Kvantitatiivinen tutkimus: 1. Sisäinen validiteetti 2. Ulkoinen validiteetti 3. Luotettavuus 4. Objektivisuus	Kvalitatiivinen tutkimus: 1. Uskottavuus 2. Siirrettävyys 3. Luotettavuus 4. Vahvistus

Kuvio 1. Reliabiliteetti/Validiteetti -kriteerit kvantitatiivisessa ja kvalitatiivisessa tutkimuksessa (muokattu Kananen 2011, 68.)

Reliabiliteetti ja validiteetti ovat luonnontieteisiin liittyviä käsitteitä, joten ne ovat helposti sovellettavissa kvantitatiiviseen tutkimukseen. Realiteetilla tarkoitetaan mittaus- ja tutkimustulosten johdonmukaisuuteen ja toistettavuuteen. Eli jos tutkimus toistetaan, tulokset ovat samat. Validiteetilla tarkoitetaan sitä, vastaako tutkimuksen tulokset alkuperäisiin tutkimuskysymyksiin, joihin sillä tutkimuksella olisi tarkoitus vastata. (Mts. 66.)

Tutkimuksen luotettavuutta ja pätevyyttä voidaan lisätä useilla yksinkertaisilla tavoilla, mutta ne on otettava huomioon tutkimusprosessin alusta alkaen. Dokumentointi on yksi tärkeimmistä tavoista antaa opinnäytetyölle luotettavuutta. Tutkimuksessa tulisi dokumentoida jokaisen ratkaisun ja valinnan syy, jotka tehdään työn eri vaiheissa. Harva muistaa tarkalleen ne perustelut, päätökset ja ajatukset, joita oli työstä useita viikkoja sitten. Kun valitaan tiedonkeruu-, analysointi- ja tutkimusmenetelmä, dokumentoidaan jokainen päätöksen syy ja perustelut päätökselle. (Mts. 66.)

Tutkimustulosten tulkinta on taito. Sanotaan, että tulkintoja on yhtä monta kuin tulkitsijoita. Tämä ei välttämättä tarkoita, että yksi ja sama tutkimusongelma johtaisi lukuisiin tulkintoihin. Yhtä ja samaa materiaalia voidaan tulkita useasta näkökulmasta tai eri ongelma-asetelmista. Aineiston tematisointi- ja koodaustapa voi vaihdella, mutta tutkimustulosten tulkinta voidaan varmistaa toisen tutkijan toimesta. Kahden tutkijan tekemät identtiset tulkinnat, eli tulkinnan johdonmukaisuus lisää tulosten uskottavuutta. Yksinkertaisin tapa varmistaa validiteetti on antaa tutkimusaineisto tutkimukseen osallistuvan henkilön luettavaksi ja tulkittavaksi. Henkilö lukee tekstin ja vahvistaa tutkijan tulkinnan ja tutkimustuloksen. Tilanne muuttuu ongelmalliseksi, jos tutkimukseen osallistuvan henkilön mielipiteet poikkeavat tutkijan mielipiteistä. (Mts. 67–68.)

Yksi tapaus ei aina riitä. Jos ilmiön luonne on kuitenkin sellainen, että vain yksi tapaus on relevantti, tutkija voi tyytyä siihen. Jos ilmiön luonne on sellainen, että siihen liittyy useampi kuin yksi henkilö, on otannan oltava suurempi. Tutkimuksen otantaa voidaan laajentaa niin kauan, kun se tuo jotain uutta tutkimukseen. Jos vastaukset alkavat toistaa itseään, kyllästymispiste on saavutettu. (Mts. 68.)

Kvalitatiivisella tutkimuksella ei välttämättä pyritä yleistämiseen, vaikka siirtokyky olisikin olennainen kysymys. Siirrettävyys liittyy yleistämiseen. Tämä tarkoittaa, että tulokset pätevät myös muissa vastaavissa olosuhteissa. Jos halutaan, että tutkimukset ovat siirrettävissä, on kuvattava tutkimussuunnitelma tarkasti, jotta muut tuloksia soveltavat tutkijat voivat pitää tuloksia vertailukelpoisena. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa ei ole olemassa absoluuttisia totuuksia luotettavuudesta ja validiteetista. Laadullinen tutkimus on tässäkin suhteessa varsin joustavaa. (Mts. 69.)

Reliabiliteetti- ja validiteettikriteerit kvalitatiivisessa tutkimuksessa Kanasen (2011) mukaan ovat:

- Arvioitavuus / Dokumentaatio
- Tulkinnan johdonmukaisuus
- Luotettavuus
- Kylläisyys

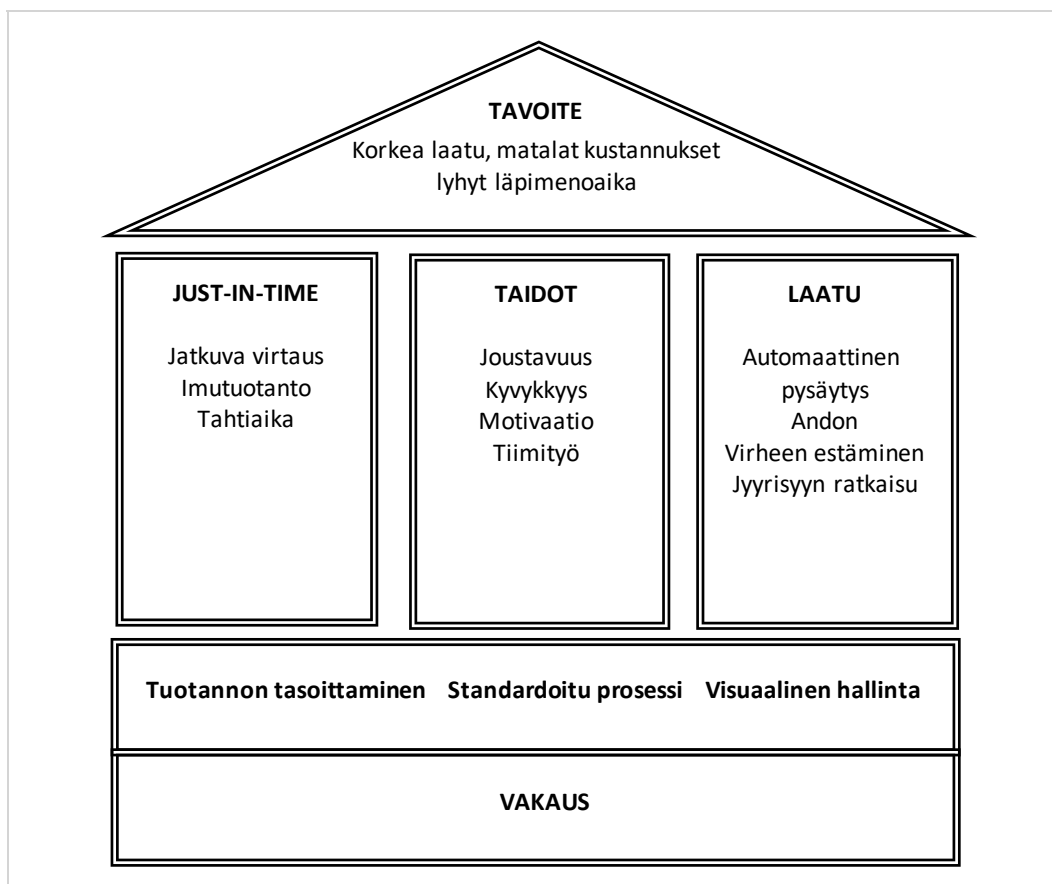
3 Lean

Lean on ajattelufilosofia, joka on alun perin lähtöisin autoteollisuudesta. Sen menestynein hyödyntäjä on autovalmistaja Toyota. Leanin juuret sijoittuvat jo toisen maailmansodan jälkeiselle ajalle, jolloin Toyotan autotehtaan työntekijä Taiichi Ohnon ja hänen kollegansa alkoivat uudistaa systemaattista tuotantomallia, joka olisi toimivampi kuin amerikkalaisen autoteollisuuden tuotantomalli. Haasteena oli saada pienet tuotantoerät taloudellisesti kannattavasti valmistettua. (Womack & Jones 2003, 23.)

Lean-filosofian päätavoitteena on pyrkiä eliminoimaan tuotantoympäristöstä kaikki tuottamattomat toiminnot ja muuttamaan ne tuotteen arvoa jalostaviksi. Lean-filosofian päämääränä on keskittyä seitsemän erilaisen hukan minimointiin. Näitä ovat muun muassa

kuljetus, varastointi, ylimääräinen liike, odotusaika, ylituotanto, yliprosessointi sekä vialliset tuotteet. Perustana lean-filosofiakehityksessä ovat arvon määrittely, arvoketjujen muodostaminen, virtaava ja keskeytymätön tuotanto, asiakkaan kuuntelu ja virheettömyyden tavoittelu. (Mts 10.)

Lean-filosofiaa kuvaa lean-talo (ks. Liker 2004), joka kuvaa vankkaa ja vakaata pohjaa, jonka päälle rakentuu erilaisista menetelmistä ja niiden myötä saavutettavista ja tavoitelluista tavoitteista. Mitä paremmin systeemi onnistutaan saamaan toimimaan, sitä paremmin se lean-ajattelun mukaan pystyy tuottamaan korkeaa laatua mahdollisimman pienin kustannuksin mahdollistaen vastaamaan asiakaskysyntään nopeasti. Lean-ajattelu auttaa myös saavuttamaan paremman turvallisuuden. Talon jokainen elementti on itsessään olennainen, mutta tärkeämpää on tapa, jolla elementit vahvistavat toisiaan. (Gulyaz, Venugopal, van der Veen, van Gorp. 2019, 2–3; Liker 2004, 32–33.)



Kuvio 2. Lean-talo (Liker 2004, 33, muokattu)

3.1 Hukka-ajattelu

Toyotan filosofiassa on seitsemän erilaista hukkaa, jotka ovat lisäarvoa tuottamattomia hukkatyyppejä liiketoiminta- ja valmistusprosesseissa. Hukka-ajattelua voi myös soveltaa varsinaisen tuotantotoiminnan lisäksi läpi organisaation aina tuotekehityksestä tilausten vastaanottamisesta aina toimistoon asti. (Liker 2004, 28.) Liker (2004) mainitsee myös Toyotan seitsemän hukan lisäksi myös kahdeksannen hukkatyyppin. Hukkatyyppejä ovat:

1. Ylituotanto
2. Odottelu
3. Tarpeeton kuljettelu
4. Ylikäsittely tai virheellinen käsittely
5. Tarpeettomat varastot
6. Tarpeeton liikkuminen
7. Viat
8. Työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen.

Ylituotannon osalta hukka tarkoittaa ylimääräisten osien valmistamista, joka saa aikaan tarpeetonta työvoiman käyttöä, sekä varastoinnista ja kuljetuksesta syntyneitä kustannuksia. Ylituotantoa pidetään merkittävimpänä hukkana, sillä se on juurisyy suurimmalle osalle muista tuhlauksista. Kun jossain valmistusprosessin vaiheessa valmistetaan enemmän kuin seuraava vaihe tarvitsee, kertyy johonkin aina varastoa. Odottelu tarkoittaa sitä hukkaa, joka syntyy esimerkiksi automatisoinnin seurauksena jolloin työntekijä seuraa vain laitetta, tai työkalujen ja materiaalien odottelua. Ylimääräinen kuljettelu, eli esimerkiksi keskeneräisen työn ylimääräinen (KET) kuljettelu, tai materiaalien siirtely varaston tai työvaiheiden välillä, on hukkaa. Tarpeettomien vaiheiden suorittaminen osien käsittelyssä johtaa tehottomaan käsittelyyn joko huonojen työkalujen tai tuotesuunnittelun virheen vuoksi aiheuttaa turhaa liikkumista ja vikoja tuotteissa. Hukkaa on myöskin ylilaadun tuottaminen, eli kun tuotetta ylijalostetaan yli sen mitä asiakastarve vaatii. (Mts. 28–29.)

3.2 Arvo asiakkaalle

Asiakkaiden ja yrityksen yhteiset tarpeet ohjaavat koko yrityksen toimintaa. Tarpeita tulee kartoittaa systemaattisesti. Yrityksellä on oltava käsitys heidän asiakkaistaan ja asiakkaiden tarpeista. Toiminnan kehittämisen lähtökohtana on asiakkaalle aikaansaatu arvo, joka syntyy

muun muassa laadusta, hinnasta ja ajasta. Tuotteen laadun ja kustannusten lisäksi toimitusaika, toimitusvarmuus ja kyky reagoida muutoksiin ovat tärkeitä tavoitteita lean-filosofiassa. Tuotteita tulee kehittää asiakkaan tarpeista lähtien markkinoinnin, tuotesuunnittelun ja tuotannon yhteistyönä. (Kajaste & Liukko 1994, 8–9.)

Leanin periaatteiden mukaan nykyisten asiakkaiden lisäksi myös uusiin mahdollisiin asiakkaisiin pidetään yhteyttä suunnitellessa ja kehitettäessä tuotteita ja palveluja. Saatu palautetieto käsitellään ja käytetään järjestelmällisesti hyödyksi. Näin edesautetaan myös pitkäaikaisen asiakassuhteen syntymistä. Asiakasyrityksiä ja markkinoita kannattaa tarkastella laajasti, jotta uudet asiakastarpeet havaitaan ajoissa. Loppuasiakas määrittää viime kädessä tuotteen menestymisen. Se ei saa unohtua siinäkään tapauksessa, että toimitusketju loppuasiakkaalle on pitkä. (Mts. 14–15.)

3.3 Henkilöstö

Kajaste ja Liukko (1994) korostavat, että koneita ja laitteita voivat kaikki ostaa. Ne yrityksen menestyvät, jotka pystyvät toimimaan tilanteissa joustavasti ja hyödyntämään henkilöstön potentiaalia. Leanin henkilöstönäkökulman perustana on, että suunnitellaan ja tehdään tiimeissä vaikkakin uusi idea on yksilön, eikä tiimin. (Kajaste ym. 1994, 9.)

Ongelmien havaitseminen ja nopea korjaaminen on keskeinen tekijä toiminnan kehittämisessä kohti lean-filosofiaa. Virhemahdollisuudet tulee yrittää poistaa ennakkoon. Näin virheiden kokonaismäärä pienenee selvästi. Leanin peruseriaatteena on, että tavoitellaan nollaa virhettä. Eri toiminnot saatetaan läheiseen kanssakäymiseen toistensa kanssa. Ajatellaan että mielipiteiden vaihdon sujuvuus ja avoimuus poistavat turhan kitkan päivittäisestä toiminnasta. Myös lyhyetkin välimatkat kommunikoinnissa haittaavat tiedonkulkua. Tietojärjestelmät ovat apuneuvo, mutta ne eivät voi korvata henkilökohtaisia keskusteluja. (Mts. 9.)

3.4 Toimitusketjut

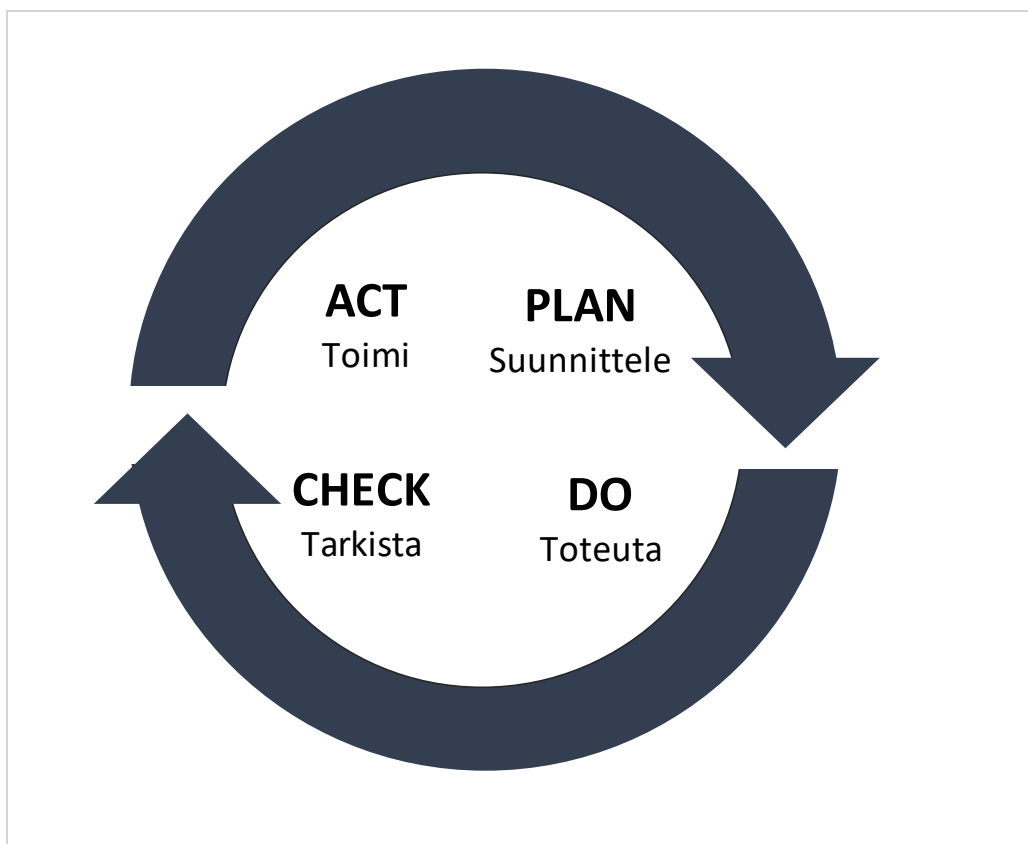
Teollisuusyritystä tulee tarkastella asiakkaalle lisäarvoa tuottavina prosesseina, eikä erillisinä toimintoina. On kiinnitettävä huomio kokonaisuuteen eikä osaoptimoida yksittäisiä toiminnan osia. Kuten sanottu, leanin perusteiden mukaisesti kaikkea tuhlausta tulee välttää. Kehittämisessä tulee erottaa arvoa tuottavat tehtävät arvoa tuottamattomista. Arvoa tuottavissa työvaiheissa materiaaleja ja tietoja tulee käsitellä asiakkaalle lisäarvoa tuottavasti. Jalostamattomissa vaiheissa materiaalia siirretään, varastoidaan, tarkastetaan ja korjataan virheitä. Parhaassa tapauksessa tuotetta arvoa tuottamattomia toimintoja ei tarvita ollenkaan. Toimitusketjun hallinnan kannalta on keskeistä tarkastella tieto- ja materiaalivirtoja raaka-ainelähteiltä läpi toimitusketjun aina loppuasiakkaalle saakka. Toimitusketjun johtamisen tehtävänä on tuottaa mahdollisimman paljon arvoa loppuasiakkaalle kuitenkin pienin kokonaiskustannuksin kuin on toteutettavissa. (Kajaste ym. 1994, 10; Lehtonen 2004, 103.)

3.5 Jatkuva parantaminen

Yksi lean-filosofian merkittävä toimintaperiaate on jatkuva parantaminen. Mittavilla kehitysprojekteilla saavutetaan tavallisesti aikaan selvä toiminnan paraneminen. Usein kehitysprojektin päätyttyä tulokset kuitenkin häviävät pikkuhiljaa. Kilpailukyvyyn säilyttämiseksi on toimintaa pystyttävä parantamaan jatkuvasti. Lean-metodologian puitteissa jatkuvalla parantamisella pyritään parantamaan jokaista prosessia yrityksessä keskittymällä asiakkaallesi eniten arvoa tuottavien toimintojen tehostamiseen ja poistamalla mahdollisimman paljon hukkaa. (Kajaste ym. 1994, 10.)

Malli Plan-Do-Check-Act (PDCA) on tunnettu tapa saavuttaa jatkuvaa parantamista. PDCA-malli tunnetaan myös nimellä Deming-ympyrä (ks. kuvio 3). Se on loputon sykli, jonka tavoitteena on auttaa kehittämään edelleen saavutettujen tulosten perusteella. Suunnitteluvaiheessa on määritettävä tavoitteet ja prosessit, joita tarvitaan odotettujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Tuotosodotusten asettaminen on avain jatkuvaan parantamiseen, sillä tavoitteiden tarkkuus ja täydellisyys ovat olennainen osa parannusprosessia. Toisessa vaiheessa suoritetaan se, mitä on määritelty prosessin suunnitteluvaiheessa. Kun halutut tavoitteet on saavutettu, tarkistetaan mitä on saavutettu ja verrataan sitä siihen, mitä odotettiin. Jos analyysi osoittaa, että kehitystä on

syntynyt entiseen verrattuna, standardia päivitetään ja seuraavalla kerralla on pyrittävä entistä parempaan suoritukseen. (PDCA n.d.)



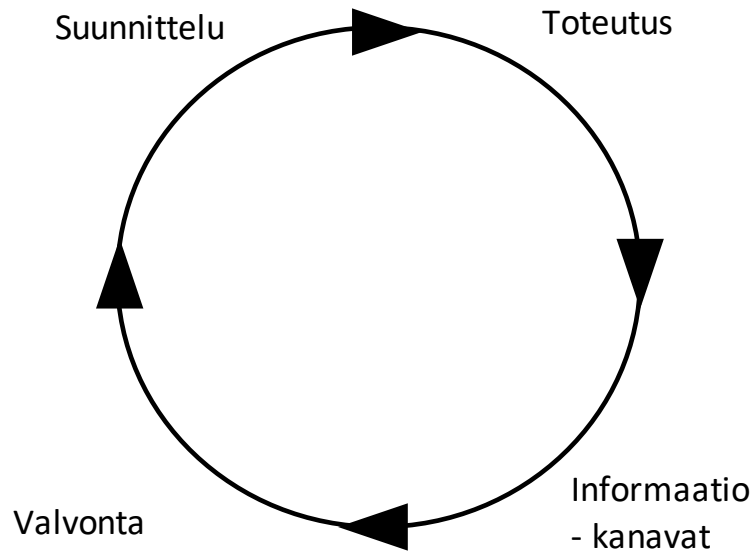
Kuvio 3. Demingin ympyrä (PDCA n.d. Muokattu)

4 Tuotannonohajus

Tuotannonohjauksella yritys tähtää ohjaamaan tuotantoa niin, että se pystyisi täyttämään asiakkaiden vaatimukset hyödykkeen laadusta, määrästä ja toimitusajasta. Tuotannonohjauksen tavoitteena on optimoida voitto nykyisillä resursseilla. Tämän lisäksi tavoitteena on, että asiakkaiden luottamus yritykseen saadaan ylläpidettyä siten, että tuotetaan korkealuokkaista laatua täyttäen toimitusvarmuusodotukset. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2005, 402.)

Ohjaukseen kuuluu toiminnan tarvitsema suunnittelu, toteutus, informointi ja valvonta (seuraava kuvio). Yrityksessä on useita ohjausjärjestelmiä, johon tuotannonohjausjärjestelmä lukeutuu yhdeksi. Tuotannon ohjattavuus on sitä parempi, mitä paremmin tuotantoprosessi ja siihen liittyvät resurssit – ihmiset, laitteet, rakennukset – voidaan sopeuttaa esimerkiksi uusiin

tuotteisiin. Ohjattavuusanalysissä ohjattavuuteen vaikuttavat tekijät jaetaan ulkoisiin tekijöihin, joita ei juurikaan voida ohjata (kuten asiakkaan esittämät tuotetoivomukset), ja sisäisiin, ohjattaviin tekijöihin (kuten läpimenoaika, varastojen koko, tuotevariaatioiden määrä. Sisäisiä tekijöitä voidaan kehittää, kun taas ulkoisiin on sopeuduttava valitsemalla oikeat ohjausperiaatteet. (Miettinen 1993, 23–24.)



Kuvio 4 Ohjauksen tehtävät ja rakenne (muokattu Miettinen 1993, 23.)

Tuotannonohjauksen päätekijät ovat seuraavat (mts. 24):

- Toimitusaika
- Toimitusvarmuus
- Valmistuskustannus
- Kapasiteetin toiminta-aste ja -suhde
- Sidottu pääoma.

4.1 Just-In-Time (JIT)

Toyotan tuotantojärjestelmän yksi peruspilari on Just-In-Time-filosofia. Filosofia edustaa asiakasohjautuvaa tuotantofilosofiaa, joka kehittyi 1940-luvulla. JIT sai alkunsa Kiichiro Toyodan tutustumisesta amerikkalaiseen autoteollisuuteen sekä amerikkalaiseen supermarketjärjestelmään, jossa hyllyissä olevat tuotteita täydennettiin sitä tahtia, kun asiakkaat niitä ostivat. (Liker 2004, 18.)

Suomennettuna termi JIT tarkoittaa Juuri Oikean Tarpeeseen (JOT). JIT-tuotantofilosofian mukaan tuotteita valmistetaan pienissä sarjoissa, ilman turhaa puskurivarastointia asiakkaan tilauksen mukaisesti. Menetelmä tarkoittaa sitä, että oikea määrä oikeita resursseja, kuten laitteita, materiaaleja ja henkilöitä on saatavilla juuri (ja vain) oikeaan aikaan. Tämä johtaa siihen, että turhan työn määrä sekä sidottu pääoma laskee. Just In Time mallin periaatteiden mukaisesti, tavoitteena on varmistaa tuotteen toimitus oikea-aikaisesti, toimittaa tuotteita tilatun verran oikeaan paikkaan ja asiakasodotukset täyttävässä laadussa. Asiakkaan tilaama tuotteen tulee toimittaa oikeassa kuljetusyksikössä, suunnitelluin kustannuksin ja asiakkaan kanssa suunniteltuun hintaan. JIT on tapa erilaisia menetelmiä, joita pystytään soveltamaan kaikissa yrityksen organisaatorakenteissa, eikä ainoastaan kappaletavaratuotannossa. (Tuominen, 2010.)

4.2 Kapasiteetti ja nettokapasiteetti

Kapasiteetti on tuotantokykyä kuvaava mittari, jonka tarkoituksena on kuvata tuotantoyksikön enimmäissuorituskyvyn aikayksikössä. Kapasiteetti voidaan ilmaista joko tuoteyksiköissä, tai esimerkiksi paperitehtaan malliin tonnia/tunti tai tonnia/päivä. Kapasiteettihallinta rakentuu kapasiteettiin sekä suunniteltujen töiden kuormitusmalliin. Kuormitus kuvastaa, kuinka paljon tuotantosuunnitelma varaa kapasiteettia. Kuormitussuhde tarkoittaa ajanjakson kuormitussuhteen maksimikapasiteettiin verrattuna. (Haverila ym. 2009, 399–400.)

$$\frac{\text{Kuormitus} * 100\%}{\text{Kapasiteetti}} = \text{Kuormitussuhde}$$

Nettokapasiteetti ilmaisee todenmukaisen kapasiteetin. Tämä voi erota huomattavasti teoreettisesta maksimikapasiteetista. Kapasiteettia vähentää erilaiset häiriöt, sairauspoissaolot,

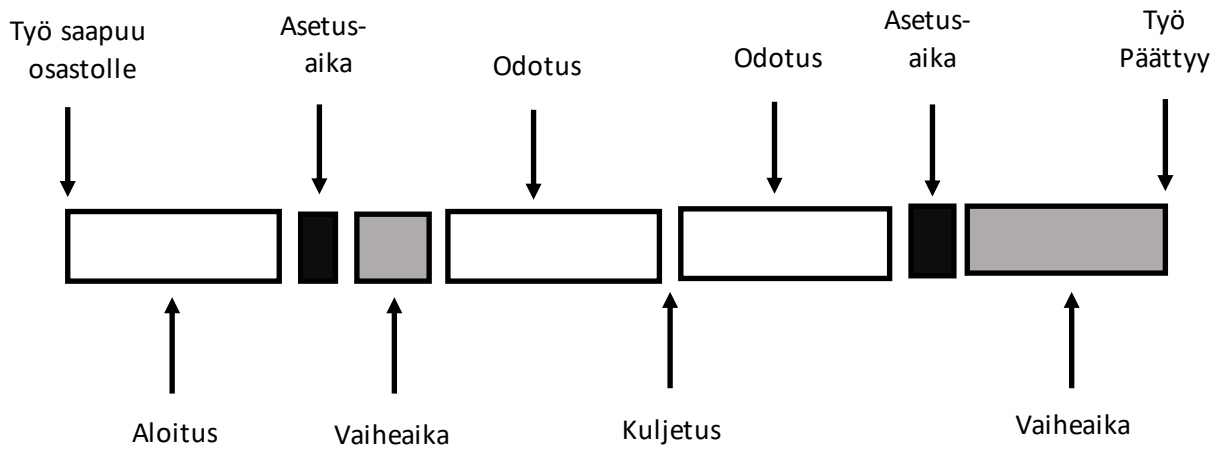
huoltotyöt, konehäiriöt, viallisten tuotteiden korjaukset ja materiaali puutteet. Nettokapasiteetti vaihtelee useimmiten 50–90 % välillä verrattain teoreettiseen maksimikapasiteettiin. (Mts. 400.)

Teoreettinen maksimikapasiteetti 100 %

$$\begin{aligned} & - (\text{Valmistusprosessin häiriöt \%} + \text{Materiaalipuutteet \%} + \text{Konerikot \%} \\ & + \text{Huollot \%} + \text{Työnjärjestelyjen puutteet \%} \\ & + \text{Viallisten tuotteiden valmistus \%} + \text{Koulutus \%} \\ & + \text{Sairauslomat ja poissaolot \%}) \\ & = \text{Nettokapasiteetti (50 – 90\% maksimikapasiteetista)} \end{aligned}$$

4.3 Läpäisy aika

Läpäisy aika tarkoittaa sitä kokonaisaika, jonka toimitusketju kestää. Yleensä läpäisy aika kuvastaa kokonaisläpäisy aika tai valmistusprosessin läpäisy aika. Kokonaisläpäisy aika on aika, joka alkaa tilauksen saannista ja loppuu tuotteen toimitukseen. Valmistuksen läpäisy aika kuvaa aikaa, joka kuluu valmistuksen aloittamisesta tuotteen valmistumiseen. Lyhyillä läpäisy ajoilla on monia merkittäviä vaikutuksia yrityksen toimintaan ja kilpailukykyyn. Läpäisy ajan lyhentäminen on yksi merkittävimmistä tuotannonkehittämisen päämääristä. (Haverila ym. 2009, 401.) Seuraavassa kuviossa on esimerkki läpäisy ajan rakenteesta.



Kuvio 5. Tuotteen läpäisyajan rakenne. (Haverila ym. 2009, 401, muokattu)

4.4 Tuotantojärjestelmän ohjattavuus

Ohjaukseen ja tuotannon tehokkuuteen vaikuttavat merkittävästi tuotantojärjestelmien ominaisuudet. Monet eri seikat, jotka esitellään kuvoissa 6, vaikuttavat tuotannon ohjattavuuteen. Tuotannon ohjattavuuden kehittämällä on saatu merkittäviä tuloksia tuotannonkehityksessä. Ohjattavuuden ollessa hyvä yrityksen resurssit voidaan hyödyntää tehokkaasti. Tuotannon ohjattavuuden parantamisessa keskeisiä merkittäviä keinoja ovat häiriöiden, virheiden ja tätä myöten myös läpäisyajan lyhentäminen, layoutin selkiyttäminen, toiminnan itseohjautuvuuden kehittäminen sekä automatisoidun tuotannon lisääminen. (Haverila ym. 2009, 405.)

Ohjattavuusominaisuudet

- | | |
|---------------------------------|--|
| - tuotantomuoto | - toiminnan laatu |
| - tuotannon läpäisy aika | - tuotantoprosessin laaduntuottokyky |
| - valmistuserien suuruus | - kapasiteetin joustavuus tuotantomäärän muutoksille |
| - materiaalivirtojen selkeys | - kapasiteetin joustavuus tuotetyypin muutoksille |
| - layoutin selkeys | - lisäkapasiteetin saatavuus |
| - tuotantoyksikön koko | - KET määrä |
| - henkilöstön osaaminen | - tuotteiden ja tuotevariaatioiden määrä |
| - henkilöstön motivaatio | - nimikkeiden määrä |
| - toiminnan organisointitarpeet | - työvaiheiden määrä |

Kuvio 6. Ohjattavuusominaisuudet (muokattu lähteestä Haverila ym. 2009, 405.)

4.5 Karkea- ja hienosuunnittelu

Karkeasuunnittelua tehdään usein muutaman viikon aikajänteellä. Sen perustana on yrityksen tilauskanta, materiaalin saatavuus ja valmistuskustannuksien tavoitteet. Karkeasuunnittelun ideana on resurssisuunnittelu ja toimituskyvyn arviointi. Karkeasuunnittelussa suunnitellaan tuotantosuosittelman vaatimat resurssit ja tehdään karkea suunnitelma näiden resurssien käytöstä. Karkeasuunnittelussa lisätään tai vähennetään kapasiteetin käyttöasteita tuotantosuosittelman mukaisesti. Toimituskyvyn hallinnan kannalta karkeasuunnittelu on suuressa roolissa. Tilausohjautuvassa tuotantomallissa asiakkaalle luvattavat toimitusajankohdat perustuvat karkeasuunnitteluun. Karkeasuunnittelu myös vaatii tuote-erien koon ja resurssi- ja materiaalitarpeden suunnittelua. Standardituotteissa kapasiteetti- ja materiaalitarpheet tunnetaan tavallisesti hyvin ja tiedot ovat usein valmiina yrityksen tietojärjestelmissä. (Haverila ym. 2009, 416.)

Puolestaan hienosuunnittelun ideana on tehdä yksityiskohtaisempi tuotantosuosittelma. Hienosuunnittelussa luodaan tarkka tuotantosuosittelma, jonka perusteella tuotteet todellisuudessa valmistetaan. Hienosuunnittelun perustana on karkeasuunnittelussa syntynyt

tuotantoerien karkea ajoitus. Hienosuunnittelussa suunnitellaan tuotantoerän eri työvaiheiden ajoitus ja erä koko sekä luodaan tarkka suunnitelma kapasiteetin käytöstä. Työvaiheiden ajoitus edellyttää työvaiheiden ja vaihe aikojen tuntemista. (Mts. 417–418.)

4.6 Tahtiaika

Tahtiaika kuvastaa aikaa, jolloin yhden tuotannon prosessin tulee olla valmis tehtävästään. Tahtiaika perustuu asiakkaan tarpeisiin saada tuotteita oikea määrä oikeaan aikaan. Tahtiaika koostuu siten, että tehokas toiminta-aika jaetaan tuotteiden kysynnän määrällä. Myös vaihtoajat ja erilaiset yllättävät seisakit lasketaan tahtiaikaan, mutta ne ovat muuttujia, joihin lean-filosofiassa yritetään puuttua. Tahtiaika ei suoraan kuvasta sitä aikaa, jossa yksi tuote prosessissa valmistuu, vaan se näyttää tavoitteellisen prosessissa valmistuvan ajan, jolla tuotteita voidaan tuottaa asiakaskysynnän tahdittamana. (Rother 2011, 72–73.)

$$\text{tahtiaika} = \frac{\text{tehokas toiminta} - \text{aika vuoroa kohti}}{\text{kysyntä vuoroa kohti}}$$

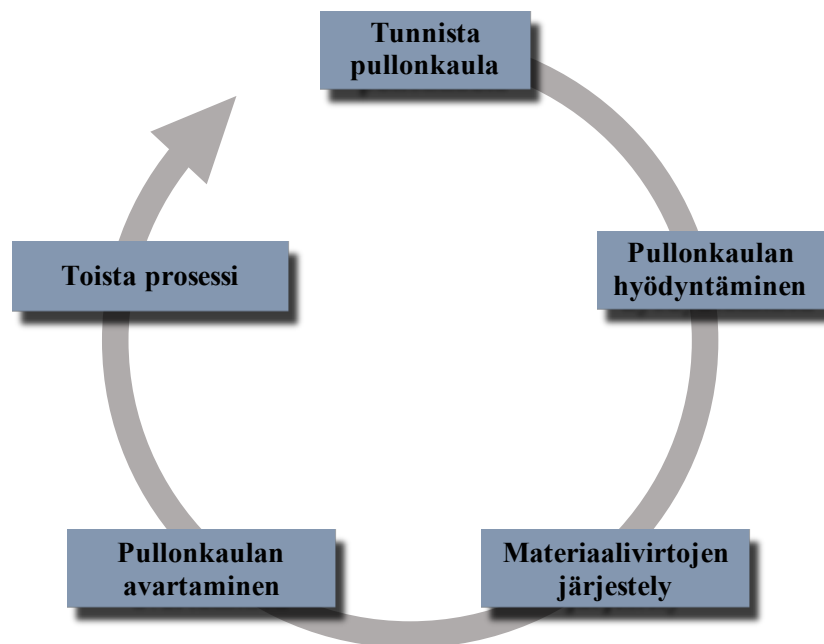
4.7 Jaksoaika

Tahtiaikaa tärkeämpänä määritelmänä voidaan pitää jaksoaikaa, joka kertoo tuotantolinjan todellisen nopeuden. Jaksoaikaa laskettaessa huomioidaan vaihtoajat, suunnittelemat tauot ja kaikki häiriöiden aiheuttamat työn pysähdykset. Yksi tapa määritellä jaksoaikaa on tavoitella 15–20 prosenttia tahtiaikaa nopeampaa jaksoaikaa. Tämä tarkoittaa sitä, että 15–20 prosenttiin on mahdollista kaikki ylimääräisiin toimintoihin kuuluva aika. (Rother 2011, 260–261.)

4.8 Pullonkaulat ja rajoitteet

Yksinkertaisimmillaan pullonkaula tarkoittaa prosessin hitainta vaihetta, joka rajoittaa koko prosessin etenemistä. Ydinajatus on, että jokaisella systeemillä on vähintään yksi este, joka rajoittaa systeemin suorituskykyä. Kun tätä estettä kuormitetaan, synnyttää tämä sen eteen varaston. Pullonkaulan vuoksi läpimenoaika kasvaa. Tätä kutsutaan esteiden teoriaksi, eli TOC-teoriaksi (Theory of Constraints). (Esteiden teoria n.d.)

Esteiden teoriassa esitetään menetelmä esteiden tunnistamiseen ja poistamiseen. Tätä menetelmää kutsutaan viisiportaiseksi fokuksinniksi, joka etenee seuraavasti (katso seuraava kuvio): pullonkaulan tunnistaminen ja määrittely, suunnitelma pullonkaulan hyödyntämisestä parhaalla mahdollisella tavalla, materiaalivirtojen järjestely estekohtien mukaisesti, esteiden poistaminen pullonkaulaa avartamalla ja murtamalla esteet ja kun pullonkaula on poistettu, etsitään uusi pullonkaula ja aloitetaan prosessi alusta. (Theory of Constraints n.d.)

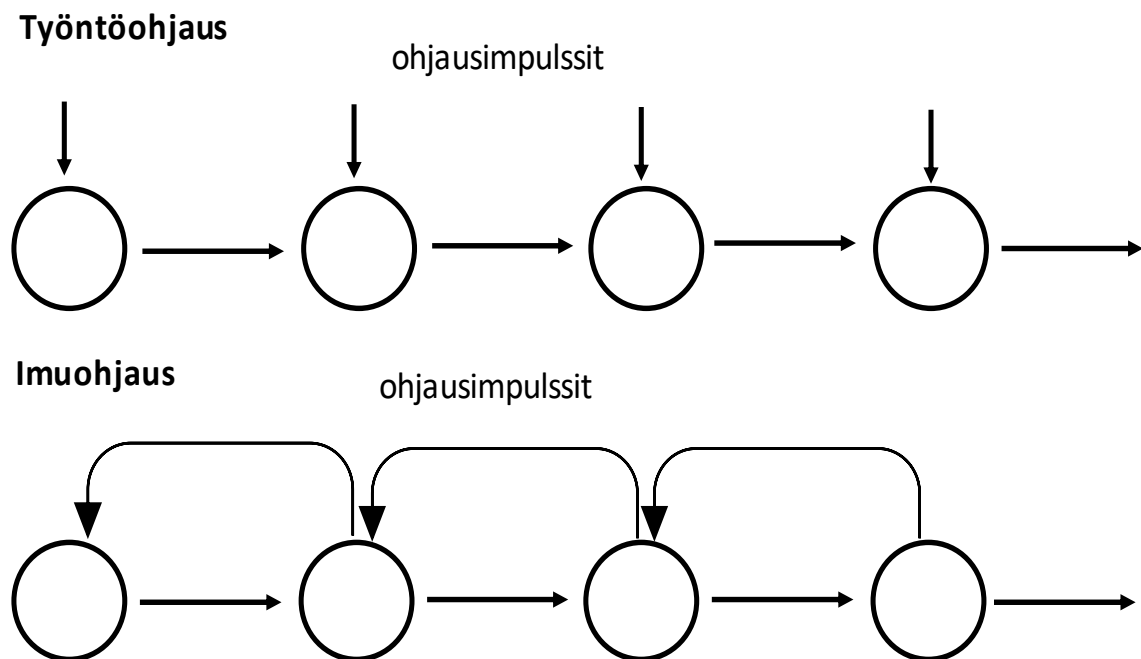


Kuvio 7. Viisiportainen fokusointi esteiden teorian mukaisesti. (Muokattu Theory of Constraints n.d.)

4.9 Imu- ja työntöohjaus

Imuohjaus on tuotannonohjausmalli jossa käytetään yleensä imukortteja, eli kanban-kortteja. Imuohjauksen periaate on vastata työvaiheen tarpeeseen, kun taas työntöohjaus perustuu määritelyihin ennustuksiin ja suunnitteluun. (Tiainen 1996, 88.) Ideaalitulanteessa materiaali liikkuu 1x1 -virrassa, jossa tuotteita valmistettaisiin yhden kappaleen erissä aina kunkin asiakkaan tarpeisiin. (Rother 2011, 76.) Työntöohjauksessa jokainen prosessi tuottaa sen verran kuin

uskotaan seuraavan prosessin tarvitsevan ja ikään kuin työntää materiaalin kohti seuraavaa prosessia. Imuohjauksen ero työntöohjaukseen on, että tuottajaprosessin tuotantoa säätelee asiakasprosessin vedot tuottajaprosessin varastosta, ei aikataulu. Tällä tavalla tuottajaprosessi tuottaa vain mitä asiakasprosessi on oikeasti käyttänyt ja nämä kaksi prosessia kytkeytyvät yhteen asiakas/tuottaja -suhteessa. (Rother 2011, 84–85; Haverila ym. 2009, 422.) Seuraavassa kuviossa havainnoidaan ohjausimpulssin luonti työntö- ja imuohjauksessa.



Kuvio 8. Työntö- ja imuohjaus (Haverila ym. 2009, 423, muokattu)

Työntöohjaus on haastava vaikeaselkoisten ja mittavien toimitusketjujen ohjauksessa. Vaikeudet syntyvät varsinaisen tuotantotilanteen ja tuotantosuunnitelman välisistä ristiriitaisuuksista. Suunnitelmat eivät usein vastaa todellisuutta ja toisaalta valmistusketjussa ei pystytä aina toimimaan suunnitelman mukaisesti. Pitkissä valmistusketjuissa tämä johtaa ei-toivottujen välivarastojen syntymiseen. Puskurit hankaloittavat tuotannon suunnittelua ja hallintaa, sillä hallittavien asioiden määrä kasvaa ja läpäisyajat pitenevät. Työntöohjaus on joissakin tapauksissa hyvin soveltuva ohjausmenetelmä, mutta se edellyttää selkeää ja hallittavissa olevaa valmistusprosessia. (Haverila ym. 2009, 422; Rother 2011, 84–85.)

Imuohjaus puolestaan pohjautuu siihen, että tuotteita ja tuotteiden osia tuotetaan vain todellisen tarpeen mukaan. Materiaalia ikään kuin imetään ainoastaan välittömään kokoonpanotarpeeseen. Tuotantoketjussa impulssi tarpeesta syntyy loppuvaiheesta kohti alkuun. Imuohjaus toteutetaan pienten nopeasti kiertävien välivarastojen avulla. Imuohjaus soveltuu tuotteille, joilla on suhteellisen tasainen menekki; imuohjauspuskurien rakentaminen on muutoin mahdotonta. Tämä edellyttää myös virheetöntä laatua, sillä yhdenkin valmistusvaiheen ongelmat pysäyttävät tuotantoprosessin pienien puskurivarastojen vuoksi. (Haverila ym. 2009, 422–423.)

5 Visuaaliset hallintatyökalut

Visuaalisen hallintatyökalut ovat tärkeä tuotannon ohjattavuutta ja sitä myöten myös leania. On olemassa useita eri tapoja hyödyntää visuaalisen hallinnan työkaluja eri tarkoituksiin, joista tässä opinnäytetyössä perehdytään tämän tutkimuksen kannalta merkittävimpiin. Seuraavissa luvuissa esitellään työnkulun hallintaan liittyviä visuaalisen hallinnan työkaluja.

5.1 Visuaalinen projektitaulu

Mascitelli (2011, 88–89) esittelee hyväksi havaitun muodon visuaalisen työkalun hallintaan, joka on projektitaulu. Visuaalisen projektitaulun perusideana on antaa tietoa projektin tilasta ja etenemisestä. Se on nopeasti luettavissa ja ymmärrettävissä niin tiimin jäsenille kuin johdollekin. Lean-näkökulma huomioidaan tämän hallintatyökalun nopeassa ja helppossa käytössä. Nämä saavutetaan visuaalisella ja yksinkertaisella muodolla. Se myös parantaa tehokkuutta ja kommunikaatiota, ja siten vähentää myös hukkaa.

Yksi visuaalisen projektitaulun tärkeimmistä asioista on pitää taulu selkeänä ja yksinkertaisena, sillä jos sen ylläpitäminen vie liikaa resursseja, se saattaa lisätä hukkaa vähentämisen sijaan. Kahden vuosikymmenen kokemuksella Mascitelli suosittelee visuaalista projektitaulua, joka sisältää osia kuten suunniteltu työ, suunnittelematon työ, projektin aikajana, ongelmanratkaisu, parkkipaikka ja pääsegmentti Wall-Gantt. Suunniteltu työ ja suunnittelemattomat työt sisältävät tiimille asetettuja työsitoumuksia. Kaikki odottamattomat tehtävät luetellaan suunnittelemattomissa töissä. (Mts. 90.)

5.2 Andon

Sana andon tulee Japanista ja tätä työkalua käytettiin Toyotan tuotannossa merkinantojärjestelmänä. Andonin avulla laatuongelmat yritetään tuoda esiin välittömästi. Myös andonin periaatteen mukaan näihin ongelmiin on puututtava välittömästi, jotta tuotanto voisi jatkua ilman taukoja. Yksinkertaisesti sanottuna andon tarkoittaa visuaalista ilmaisinta tai säädintä, joka ilmoittaa henkilöstölle tuotannon ongelmista tai puutteista erilaisilla signaaleilla. Nämä signaalit voivat olla esimerkiksi erilaisia valoja, ääniä ja kylttejä. Kylteissä voi olla numerorivejä, jotka vastaavat työpisteitä tai koneita. Numero syttyy, kun koneen tunnistin havaitsee ongelman, joka laukaisee automaattisesti oikean valon, tai koneen käyttäjä käynnistää tämän esimerkiksi nappia painamalla. Valaistu numero kutsuu vastaavan työnjohtajan paikalle. Andonin tarkoituksena on pysäyttää viallisen tuotteen eteneminen tuotantoketjussa. Toinen tarkoitus on käynnistää toiminnot ongelman syiden ratkaisemiseksi ja poistaa kyseinen ongelma kokonaan. Edistyskellisempi andon ilmaisee eri tuotteiden valmistuksen nykytilan esimerkiksi tavoitteiden ja toteuman avulla. (Roser 2015.)

Toyotan Georgetownin tehtaan voimansiirron valmistusyksikön varatoimitusjohtaja Wayne Ripberg kertoo, että johtajana kaikkein hyödyllisin mittari on osaston tekemien, tuotantolinjan pysäyttävien andon-kutsujen määrä. Osastot esittävät tiedot säännöllisesti kaavioiden muodossa merkiten muistiin ongelmat, jotka aiheuttivat kunkin andon-kutsun. Andon-kutsujen juurisyyt selvitettiin ja ryhdyttiin vastatoimenpiteisiin. Tämä vaatii toimiakseen hyvin toimivan andon-järjestelmän. Kun sellainen on paikallaan, mittari antaa erinomaisen näkymän tuotantoprosessissa kohdattuihin päivittäisiin ongelmiin. (Liker 2004, 261.)

5.3 Stand-up-kokoukset

Mascitelli (2011, 82) sai idean kokouskäytäntöön vuoronvaihtopalaverista. Kokoukset ovat tehokas tapa kommunikoida, koordinoita tehtäviä ja mukautua vallitseviin olosuhteisiin. Stand-up-kokousten peruseriaate on se, että niitä pidetään usein, mutta nopeasti. Se lisää positiivista kiireellisyyden tunnetta ja vertaispainetta olla tuottava. Stand-up-kokoukset ovat tärkeä osa visuaalista työnkulun hallintaa. Se on visuaalisen hallinnan työkalu, joka näyttää nykytilan ja helpottaa reaaliaikaista suunnittelua. Kokousten ja visuaalisten projektitaulujen yhdistelmä voi johtaa merkittävään joukkueen tehokkuuden ja tuottavuuden kasvuun. Visuaalisen viestinnän

käsitettä on käytetty eri muodoissa vuosisatojen ajan ja on viime aikoina ollut olennainen osa Toyotan tuotantojärjestelmien kehittämisessä. (Mascitelli 2011, 83.)

Yksi tärkeä asia muistaa stand-up-kokoustamisessa on nopeus. Tapaamisten tulee olla melko lyhyitä. Tapaamisten kestorajana voidaan pitää viittätoista minuuttia. Kokouksen asialistalla on aina se, mitä on tapahtunut edellisen kokouksen jälkeen ja mitä tulee tehdä ennen seuraavaa kokousta. Ajatuksena ei ole mennä liiammin yksityiskohtiin, vaan keskustelua vaativia asioita varten tulee sopia uusi tapaaminen. (Mts. 84.)

Pitkään rutiinityötä tehdessä yksilö voi muuttua passiiviseksi. Stand-up-kokoukset antavat mahdollisuuden olla enemmän mukana työkulun hallinnassa ja täten motivoivat tiimin jäseniä ottamaan vastuuta ja aktiivisempaa roolia. (Mts. 76.)

5.4 Tiimin mittarit

Arvokasta tietoa tiimin suorituksesta ja resurssien käytöstä voidaan tuoda esimerkiksi tuotannon taululle. Tiimin onnistumisen mittareita voidaan luoda yksinkertaisesti. On mietittävä, mikä olisi mitattavaa arvokasta tietoa tiimille ja johdolle. (Mascitelli 2011, 107.)

Yksi yleinen mittari on tiimin oikea-aikaisen suorituskyvyn histogrammi. Sen avulla voidaan analysoida kuinka tarkasti töiden suunnitellut valmistusajat pitävät paikkansa, kuinka hyvin määräaikoja noudatetaan ja kuinka usein eri asiat lykkäävät määräaikoja. Histogrammi voi näyttää tulokset esimerkiksi prosenttiyksiköinä kaikista linjalla tai linjan osan suoritetuista työtehtävistä. Luodut tiimimittarit voivat tuoda monia etuja tiimille ja tiimin sidosryhmille. Mittari voi paljastaa mm. tarpeen parantaa esimerkiksi käsitystä todellisesta valmistusajasta ja tuoda yleisimpiä häiriöitä tuotantotyössä esille. Mittarit voivat myös innostaa tiimiä menestymään ja antamaan onnistumisen tunnetta, mikä taas lisää motivaatiota ja tehokkuutta. (Mts. 108–109.)

6 Tuotannon tunnusluvut osana tuotannonohjausta

Tuotannonohjauksen työvälineenä käytetään erilaisia tunnuslukuja ja mittaristoja. Niitä käytetään toiminnan seuraamiseen ja tavoitteiden luomisen työvälineenä. Tuotannossa tarvitaan taloudellisten tunnuslukujen lisäksi kapasiteettikäyttöä ja tuotannon tuloksia kuvaavia

tunnuslukuja. Tuotannonohjauksen keskeisiä tunnuslukuja ovat esimerkiksi tuottavuus, läpäisy aika ja tuotteiden saanto. (Haverila ym. 2009, 398–399.)

6.1 Läpäisy aikaan liittyvät mittarit

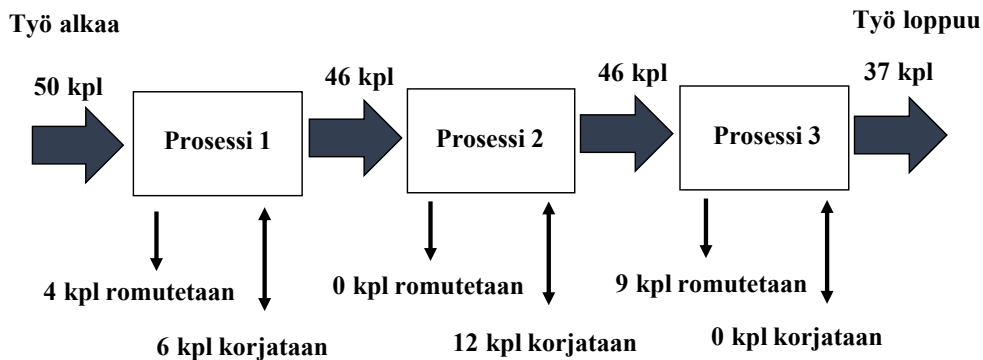
Kuten luvussa 4.1.3 todettiin, valmistuksen läpäisy aikaa dominoi vaiheiden alkamisen odotukset. Työvaiheet itse muodostavat usein pienen osuuden läpäisy ajasta. Odotus ajan määrä kasvaa työvaiheiden lukumäärän mukaan. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 53.) Merkittäväintä ei kuitenkaan ole läpäisy ajan mittarointi, vaan läpäisy ajan käytännön hallinta (Vollmann 2005, 376.) Yleisimmät syyt läpäisy ajan pitenemiselle ovat laatu virheet ja valmistus prosessin keho hallinta. Puhtaat laatumittarit, kuten esimerkiksi virhe prosentti, ensisaanto (esitellään kappaleessa 6.2) ja korjaus prosentti lisää kokonais läpäisy aikaa. Hukka-ajan määrittämisen mittarointi auttaa selvittämään sekä tuotteiden ja tuotannon toiminnan laadulliset ongelmat. Tämä ei yksinään lyhennä läpäisy aikaa, vaan myös parantaa suoritustehoa. (Tersine & Hummingbird 1995.) John Littlen kehittämää Littlen lakia käytetään valmistus prosessin läpimeno ajan laskemiseen. Keskenäisen tuotanto pitää sisällään tuotantoon tarvittavat materiaalit ja keskenäiset tuotteet sekä valmiit lopputuotteet. Tuotantovuolla tarkoitetaan prosessista valmistuneiden tuotteiden kappalemäärää per aikayksikkö. (Lean Six Sigma n.d.)

$$\text{Läpimeno aika} = \frac{KET}{\text{Tuotantovuoto}}$$

6.2 Ensisaanto

Ensisaanto kuvaa kuinka suuri osa aloitetuista töistä valmistuu ilman ainoatakaan virhettä.

Ensisaantoa voidaan mitata kahdella eri tapaa. Mittaustapojen erona on, vaikuttavatko korjatut työt ensisaantoon. Seuraavassa kuvassa on esimerkkinä tuotantotyön kolme eri vaihetta. Työn ensimmäisen prosessin käy läpi 50 kappaletta tuotteita, joista neljä romutetaan ja kuusi saadaan korjattua. Prosessiin 2 pääsee 46 tuotetta, joista 12 tuotetta joudutaan korjaamaan. Viimeisessä työvaiheessa 46 tuotteesta 9 tuotetta joudutaan romuttamaan. Prosessista valmistuu lopuksi 37 tuotetta. (Six Sigma Material 2016.)



Kuvio 9. Esimerkki ensisaannosta (muokattu Six Sigma Material 2016.)

FTY-saanto (First Time Yield) kuvastaa tuotantoprosessin yhden toiminnon ensisaantoa, mutta se ei huomioi työpisteellä korjattuja tuotteita. Ensisaanto lasketaan seuraavalla kaavalla.

$$FTY = \frac{\text{prosessissa valmistunut kappalemäärä}}{\text{prosessiin syötetty kappalemäärä}} * 100 \%$$

FTY:n lisäksi voidaan laskea FPY (First Pass Yield). Se kuvastaa tuotannon yhden toiminnon ensisaantoa ottaen huomioon korjatut ja romutetut tuotteet. FPY-ensisaanto voidaan laskea seuraavalla kaavalla. (Karjalainen & Karjalainen 2002, 106–107.)

$$FPY = \frac{\text{prosessissa valmistunut kappalemäärä} - \text{korjatut}}{\text{prosessiin syötetty kappalemäärä}} * 100 \%$$

6.3 Laadun mittarit

Virheprosentti DPU (Defects per Unit) kuvaa valmistusprosessin hyötysuhdetta. Virheellisiksi tuotteiksi lasketaan ne tuotteet, jotka eivät täytä asetettuja laatustandardeja. Virheprosentti kuvaa tuotteiden laatua, mutta ei kerro virheiden syitä. Tämä vuoksi on hyvä ottaa erillinen tilastollinen laadunohjaus mukaan, jotta virheiden juurisyihin päästään kiinni. (Karjalainen & Karjalainen 2002, 106.)

$$\text{Virheprosentti} = \frac{\text{virheelliset tuotteet}}{\text{kaikki tuotteet}} * 100 \%$$

6.4 Tuottavuus

Tuottavuudella tarkoitetaan yleiskäsitteenä tuotosten ja niiden aikaansaamiseksi käytettyjen panosten suhdetta. Tuotantopanosten summan pääkomponentit ovat henkilöpanos, materiaalipanos, pääomapanos ja muut panokset. Jokaisen panostekijän lisääminen erikseen kohottaa pääsääntöisesti tuotosta, joten periaatteessa voitaisiin laskea kunkin tuotannon tekijän tuottavuus. Tuottavuus voidaan laskea seuraavalla kaavalla. (Haverila ym. 2009 21.)

$$\text{Tuottavuus} = \frac{\text{tuotoksen määrä}}{\text{panoksen määrä}} * 100 \%$$

7 Tutkimuksen toteutus

7.1 Tutkimusaineiston hankinta

Tämä tutkimus lähtee liikkeelle teoriaosuuden tarkastelusta, jonka pohjalta muodostetaan käsitys tutkimuskysymysten ympärille. Teoriaosuus pohjautuu kirjallisuuskatsaukseen, jossa tutkitaan aihealueeseen soveltuvia teoksia. Tutkimukseen soveltuvana aineistona toimivat yrityksen sisäiset haastattelut ja benchmarking-yhteistyöyritysten haastattelut. Tutkimuksessa haastatellut yritykset valitaan joukosta, jotka toimivat kappaleavarateollisuudessa eivätkä prosessiteollisuudessa. Tutkimukseen valikoituivat ne yritykset, jotka suostuivat haastatteluun. Haastatteluun pyydettiin kuutta Suomessa toimivaa kokoonpanoyritystä, joista neljä suostui haastatteluun. Yritykset valittiin niin, että yritysten tuotantoalan yritykset ovat menestyviä omalla markkina-alueellaan. Lisäksi yritykset ovat tuotantojärjestelmältään vertailukelpoisia Framery Oy:n tuotantoon nähden. Näin ollen tutkimusmateriaalin voidaan sanoa olevan luotettavaa.

Aineiston luotettavuuden kannalta on tärkeä hankkia soveltuva määrä erilaisia lähteitä ja tutkia tietoa monesta eri näkökulmasta. Lisäksi luotettavuutta pyritään parantamaan kriittisellä ja arvioivalla työasenteella. Laadullisessa tutkimuksessa arviointi on kokonaisvaltaista kriittistä tarkastelua. Tutkija on työskennellyt toimeksiantajayrityksessä, mutta pyrki tutustumaan nykytilanteeseen haastatteluun kuten ulkopuolinen tutkija. Näin nykytilanne pystytään tarkastelemaan mahdollisimman todenperäisesti ilman tutkijan omia lähteettömiä johtopäätöksiä.

7.2 Haastatteluiden toteutus

Tämän opinnäytetyön haastattelun lajityyppinä käytettiin teemahaastatteluja. Benchmarkingissa mukana olevat yritykset haastateltiin verkossa yksilöhaastatteluina salassapitosyistä. Haastatteluiden apuna käytettiin teemahaastattelurunkoa (ks. liite 1). Haastattelun kulku koostui alkukartoituksesta ja pääkysymyksistä. Alkukartoituksessa käsiteltiin haastateltavien yritysten tuotantojärjestelmän rakennetta, vaiheikaa, vaiheiden lukumäärää, henkilöstön määrää linjalla ja ohjausimpulssityyppejä. Pääkysymyksissä syvennyttiin tuotannon nykytilaa havainnoiviin järjestelmiin, niiden käyttöön, visualisuuteen ja tulkintaan. Lisäksi haluttiin tietää, miten haastateltavat yritykset haluaisivat parantaa omia andon-järjestelmiään. Haastatteluissa nousseet asiat kerrotaan tarkemmin seuraavissa luvuissa. Alkukartoituskysymyksiä oli neljä ja

pääkysymyksiä yhdeksän. Haastattelut nauhoitettiin, jotta niihin pystyttiin palaamaan litterointivaiheessa.

7.3 Yritys 1

Ensimmäisessä haastateltavassa yrityksessä on 52-vaiheinen kokoonpanolinja, jossa työskentelee 100 kokoonpanijaa. Kokoonpanolinja on tahtilinja, jossa vaiheaika on 12 minuuttia. (Yritys 1:n edustaja.)

Tuotannon nykytilaa havainnoi näyttö, jossa näkyy linjan päivän tavoitteet, sen hetkinen toteuma, valmistuneet kokoonpanot, korjaukseen menneet kokoonpanot, linjaseisokit (min/vuoro) ja lisäksi linjan eri vaiheiden jäljellä oleva vaiheaika. Lisäksi on saatavilla dashboard-näkymä, josta näkee mitkä työt ovat linjalla auki. Eri värikoodein kuvastetaan valmiita ja virheellisiä tuotteita.

Tuotannossa tai työnjohdolla ei ole näkyvissä tehokkuuden mittareita. Tätä kuitenkin indikoidaan linjahäiriöajalla, minkä tavoite on pysyä alle 5 minuutissa. Mikäli kokoonpanotyössä ei päästä tavoitteisiin, ei jättämä näy linjalla tauluilla tai näytöillä. Sillä kyseessä on tahtilinja, jonka jokainen vaihe kestää 12 minuuttia, ei jättämää voida lisätä seuraavan päivän tavoitteisiin. Jättämä voidaan ottaa kiinni erikseen sovitulla ylitöillä tai tuotantosuunnitelmaa muuttamalla, kuitenkin siten että päivätavoite on maksimissaan 40 valmista kokoonpanoa. (Yritys 1:n edustaja.)

Kokoonpanolinjojen soluissa on käytössä andon-järjestelmä, jonka avulla pystytään kutsua tukea paikalle. Työntekijän tehdessä tuki-ilmoituksen, avautuu järjestelmästä kategorisoitu valikko. Päävalikossa näkyy kolme eri häiriösyytä: tuotanto, materiaali ja kunnossapito. Näiden alla on tarkemmat alakategoriat kuhunkin häiriösyyn. Andon-kutsuun kirjoitetaan lyhyesti linjan häiriöstä. Kun pyyntö on lähetetty, tulee se näkyviin kokoonpanon solun näytölle. Eri kategorioille on ohjelmoitu hälytyksen kohderyhmä, joille tulee sähköposti aina kyseisen kategorian häiriöistä. Kohderyhmässä on määritelty erikseen vastuuhenkilö, jonka tulee mennä paikalle soluun häiriöilmoituksen saadessaan. Tukipyynnön saadessaan vastuuhenkilö kuittaa joko tulevansa paikalle tai olevansa jo paikalla solussa. Vastuuhenkilö kuittaa hälytyksen ratkaistuksi. Mikäli häiriö on linjan pysäyttävä, vastuuhenkilö kuittaa tukipyyntöön tuotannon pysähtyneeksi. Tämä aiheuttaa hälytyksen, jota indikoi musiikin soittamisen tuotannossa. Lisäksi tuotannon näytöllä oleva häiriöilmoitus muuttuu punaiseksi. Mikäli ongelma saadaan ratkottua, vastuuhenkilö kuittaa häiriön ratkaistuksi, jolloin näytöllä oleva häiriöilmoitus siirtyy näytön laitaan aktiivisten häiriöiden

ollessa keskellä. Tuotannon tiiminvetäjä käy andon-järjestelmän linjahäiriöt läpi päivittäin ja niille etsitään juurisyyt. (Yritys 1:n edustaja.)

Tuotannonohjauksessa nykytila otetaan huomioon häiriöiden vaikuttaessa merkittävästi valmistuneiden kokoonpanojen määrään. Mikäli tuotantosuunnitelmaa ei häiriöiden vuoksi onnistuta seuraamaan, on harkittava erilaisia toimenpiteitä suunnitelman korjaamiseksi esimerkiksi ylitöin. (Yritys 1:n edustaja.)

Andon-ilmoitukset tehdään lähes poikkeuksetta aina järjestelmään ja järjestelmän ohi kutsutaan vastuuhenkilöitä vain harvoin. Nykyinen järjestelmä palvelee käyttötarkoitustaan hyvin. Kehitystyötä on tehty tarpeiden mukaan. Tästä esimerkkinä on andon-hälytysten musiikki, joka ennen soi jokaisesta hälytyksestä. Musiikki kuitenkin soi niin usein, että se ei enää aiheuttanut tarvittavia reaktioita, jolloin se vaihdettiin soivaksi ainoastaan, kun häiriö pysäyttää kokoonpanolinjan. (Yritys 1:n edustaja.)

7.4 Yritys 2

Tuotantojärjestelmän rakenne pääkokoonpanossa on linja, jonka volyyymi on 85 tuotetta viikossa. Tuotannon vaiheaika on 25 minuuttia ja vaiheita on kaiken kaikkiaan 22 kappaletta. Henkilöstöä on kaikkiansa n. 26, otettuna huomioon 5–10 % sairaslomilla ja työajan lyhennysvapaat. 26 työntekijästä 4 työntekijää toimii tiiminvetäjiä. 60–70 % työajasta tiiminvetäjät tekevät linjatyötä, muun ajan tiiminvetäjät tekevät erilaisia kehitystöitä. Tarkoitus on tulevaisuudessa tehdä 35–40 vaiheinen tahtilinja, jossa vaiheaika olisi alle 15 minuuttia. Tällä hetkellä linjaa ei tahditeta, mutta työ siirretään aikataulun mukaan tahdissa seuraavalle asemalle. Kokoonpanoajat ovat eri mittaisia, mikä aiheuttaa haasteita tahtilinjaan siirtymässä. (Yritys 2:n edustaja.)

Linjan eri vaiheet näkyvät dashboard-näkymässä. Näkymässä visualisoidaan avoinna olevia työtilauksia, jossa valkoisena näkyvät kaikki tuotantotilaukset, vihreänä tekeillä olevat työt ja punaisella näkyvät työt, joissa on työn estävä poikkeama. Poikkeamat, jotka johtuvat osapuutteista, tuodaan esille erikseen rivin alkuun tuodulla keltaisella merkillä. Mikäli keltaista merkkiä ei ole, kyseessä on työn estävä laatupoikkeama. Tämän näkymän avulla yhdellä silmäyksellä näkee keskeneräisen tuotannon määrän, kriittiset osa- tai laatupuutteet sekä työn

statuksen. Tehokkuutta ei mitata tällä hetkellä millään tavalla. Mittaristot päivittyvät automaattisesti reaaliajassa. (Yritys 2:n edustaja.)

Viimeistelylinjan päänäytöllä näkyvät kunkin linjan valmistuneet kokoonpanot ja tavoitteet. Näkymässä eritellään päiväkohtaisten tavoitteiden toteumat, joita tuodaan esille värikoodeilla (vihreä, keltainen ja punainen). Toteutuneille töille on asetettu ehtoja, joiden mukaan värikoodit tulevat näkyviin. Jättämää ei erikseen näytetä tuotannolle. Tuotannossa on myös näyttönäkymä kunkin kokoonpanolinjan valmistuneille, tavoitteille ja kunkin linjan vaiheen toteumat. Järjestelmä on auttanut tavoitteisiin pääsyä. (Yritys 2:n edustaja.)

Poikkeamista tehdään häiriöilmoitus tabletilla. Häiriö kategorisoidaan neljän eri päätyypin mukaan. Päätyyppien alla on 6–8 eri alakategoriaa. Lisäksi poikkeamaa tehdessä on vaihtoehtona määritellä estääkö poikkeama työn jatkamisen. Työn seisoutuessa järjestelmä lähettää työnjohdolle sähköpostin. Mikäli poikkeama ei estä työn jatkamista, näkyy se dashboard-näkymässä keltaisena. Työn pysäyttävät poikkeamat puolestaan näkyvät punaisena. (Yritys 2:n edustaja.)

Poikkeamista tehdään järjestelmään ilmoitus arviolta n. 50...75 % tapauksista. Poikkeamahistoriaa voidaan suodattaa tietyltä ajalta poikkeamatyyppien mukaan. Poikkeamat kerätään yhteenvedoksi ja toimenpide/korjausehdotuksiksi tuotannon kehitystiimin osalta kerran viikossa perjantaisin. Maanantaisin tuotannon kehitystiimi tuo merkittävimmät poikkeamat valkotaululle. Valkotaululle merkitään solu, jossa poikkeama on tapahtunut, poikkeaman kategoria, tyyppi, materiaali, kuvaus mitä on tapahtunut ja lisäksi määrätään vastuuhenkilö, joka selvittää poikkeaman juurisyyn ja tuo sen taululle näkyville. Juurisyy ja ratkaisu pyritään löytämään viikon aikana. Lisäksi poikkeaman statusta kuvaa eri väriset magneetit. Maanantaisin tähän palaveriin käytetään maksimissaan 10 minuuttia aikaa. (Yritys 2:n edustaja.)

Päivittäisjohtamisessa nykytilan mittaristot toimivat työnjohtajan työkaluina ja työn estävien poikkeamien osalta mahdollistavat niiden eteenpäin viemisen. Nykytilan mittarointi mahdollistaa yrityksen kasvuun reagoimisen ja toteutumisen. Andon-järjestelmä tukee tuotannonohjausta, kun tiedetään tuotannon kyvykkyydet ja suurimmat haasteet. Lisäksi poikkeamahälytykset

mahdollistavat tuotannon työntekijöiden fasilitteetit toteuttaa työnsä ja työnjohto pystyy reaaliajassa seuraamaan tuotannon tilaa. (Yritys 2:n edustaja.)

Tulevaisuudessa tämä järjestelmä on liian hidas ja kehitystyössä impulseja täytyy nopeuttaa ja muuttaa dynaamisemmaksi. Tahtilinjaharjoittelua on tehty linjalla ja havaintoja analysoitiin kehitysinsinöörien toimesta. Kehitystarpeita ja -ideoita syntyi kokeilun avulla. Andon-näyttönäkymään kaivattaisiin selkeästi näytöllä näkyvä jäljellä oleva tahtiaika ja tavoitetahtiaika. Reaktion nopeuttamista edistäisi andon-nappi, joka hälyttää tuotannon kymppit ratkomaan nopeammin ongelmia, jolloin vaiheen työntekijä voi jatkaa normaalia työntekoaan. Lisäksi kaivataan jokaiselle vaiheelle omaa näyttöä, jossa näkyvät vain kyseistä vaihetta koskeva nykytila. Yksi merkittävä tulevaisuuden kehityskohde olisi toteuman ja siihen kuluneen ajan avulla laskettu trenditoteuma, eli laskennallinen määrä linjalla valmistuneita tuotteita, jos työ etenee kuluneen päivän vauhdilla. Näytölle voisi lisäksi tuoda työjonon seuraavat työt ja työpäivän statuksen, joka näyttää taukoajat ja ilmaisee missä vaiheessa työpäivää tällä hetkellä ollaan. Poikkeaman kirjausta halutaan yksinkertaistaa ja sen tilalle tuoda ainoastaan hälytysnappi, joka aiheuttaa nykytilanäytön vilkkumisen ja kokoonpanovaiheen tunnusmusiikin. Tämä järjestelmä toimisi yksinkertaistetusti ovikellon tavoin, eikä järjestelmään kirjattaisi työntekijän toimesta pitkiä selostuksia poikkeamasta, jolloin impulssi nopeutuu. (Yritys 2:n edustaja.)

Tuotanto-ohjelma on suunniteltu kahdeksi viikoksi eteenpäin. Kuitenkin jos työtä estäviä poikkeamia sattuu merkittävästi, tehdään sitä kautta muutoksia tuotannon hienokuormituksessa. Hienokuormitusta pystytään säätämään joustavasti viikon ja päivän sisällä, mikäli se on tarpeellista. (Yritys 2:n edustaja.)

7.5 Yritys 3

Kokoonpanotyö tapahtuu solumallisessa tuotantojärjestelmässä. Yhden tuotteen valmistukseen kuluu tuotteesta riippuen kuudesta viikosta kolmeen kuukauteen. Peräkkäisiä päävaiheita esimerkkituotteessa (läpimenoaika 6 viikkoa) on neljä ja niiden lisäksi testausvaihe. Yhdessä vaiheessa on kaksi työntekijää. Ensimmäisen vaiheen perään syntyy puskurivarasto, mutta seuraavat vaiheet etenevät imuohjauksena. (Yritys 3:n edustaja.)

Puhdasta andon-järjestelmää kokoonpanossa ei käytetä. Tuotannossa on taulu, josta näkyy työjärjestys ja työllä oleva työ, sekä keräyksien varastotilanne. Taulu tuo näkyville työn tämänhetkisen tilan ja laskennallisen arvion sille, milloin työ valmistuu. Kokoonpanopaikkaa kohden on yksi taulu, jossa näkyy suunniteltu työn aloittamis- ja päättämisaikajankohdat. Dashboard-näkymässä on tehokkuusmittari työnjohdon käyttöön, eikä sitä näy tuotannossa. Mittaristojen päivitystiheys on kerran päivässä, vaikka tavoitteena olisi lyhentää päivitystiheyttä. Tuotannon kokonaistilannetta havainnoidaan visuaalisella toimitusstatusnäkyllä, jossa näkyy kunkin työn tila aikajanalla. Vihreä väri kuvastaa aikataulussa pysymistä, keltainen ennustaa myöhästymisen riskiä ja punainen tarkoittaa myöhästymistä seuraavasta vaiheesta. Lisäksi jänalle on merkitty valmistumisajankohdat, myöhästymisriski ja laskennallisesti toteutuva valmistumisaika ja suunnitellut työn aloitukset. (Yritys 3:n edustaja.)

Tuotannon nykytilaa seurataan tuotannonohjauksen näkökulmasta. Aikataulussa pysymistä seurataan aktiivisesti ja tuotannon kuormitusta voidaan muuttaa tarpeen tullen. Hankintojen osalta seurataan osto-osien saapumista tuotantoon ja myöhästymisien vaikutusta tuotantosuunnitelmaan. Laatupoikkeamien juurisyitä selvitetään ja niiden toistuvuutta analysoidaan. Työnjohto, tuotantopäällikkö ja tuotannonohjaus seuraavat tuotannon nykytilaa ja reagoivat sen vaatimalla tavalla. (Yritys 3:n edustaja.)

Poikkeaman sattuessa työnjohtaja kutsutaan paikalle ilman andon-järjestelmää ja työnjohtaja tekee tarvittaessa poikkemailmoituksen järjestelmään. Poikkeaman vakavuus arvioidaan työnohjausjärjestelmään mahdollisten viivästyksien osalta. Laatupoikkeamista tehdään raportti, josta ilmenee poikkeaman yksityiskohdat ja selvitykseen kulunut aika. Selvitykseen kuluneen ajan avulla voidaan laskea laatupoikkeamista syntyneet tehokkuuden heikkenemisen myötä syntyvät kustannukset. (Yritys 3:n edustaja.)

7.6 Yritys 4

Yrityksessä on linjamainen valmistus, joka sisältää linjasta riippuen 2..6 vaihetta, joiden vaiheaika vaihtelee 20...40 minuutin välillä. Yhtä aikaa linjoilla työskentelee 15 eri tiimiä ja yhdellä linjalla työskentelee 10...20 henkilöä riippuen linjan koosta. Noin puolissa linjoista on puskurivarasto. (Yritys 4:n edustaja.)

Tuotannossa ei ole käytössä tavoitteille ja toteumalle digitaalisia näyttöjä. Tiiminvetäjä tekee vuoroittain tuotannolle päivän tavoitteet ja tuo ne tulosteena linjoille. Mikäli tavoitteisiin ei päästä, tehdään päivän päätteeksi aina pareto-analyysi, jossa selvitetään juurisyitä poikkeamille. Poikkeamat kirjataan andon-järjestelmään. Fyysisesti andon on pyöreä nappi, jota painaessa nappi muuttuu vihreästä punaiseksi ja avaa näytölle valikon. Valikossa on 4–5 eri kategoriaa, jotka poikkeamatyypistä riippuen lähettävät sähköpostin valitun kategorian vastuuhenkilölle. Vastuuhenkilö saapuu aina paikalle andon-kutsusta. Kutsun reagointiaikaa mitataan. (Yritys 4:n edustaja.)

Andon-kutsujen datasta ajetaan erilaisia raportteja eri tarkoituksiin. Poikkeamat käsitellään aina päivätasolla tekemällä merkittävimmistä poikkeamista pareto-analyysi, jossa juurisyitä poikkeamille selvitetään. Poikkeamat käsitellään aina aamupalaverissa. Andon-järjestelmä mahdollistaa tuotannon minuuttitasoisen suunnittelun, ja on siten olennainen osa tuotannon päivittäistä ohjaamista. Tavoitteena on kehittää järjestelmää siten, että ongelmanratkaisu ja seuranta tehdään järjestelmän kautta. Ainoana haasteena on pitää järjestelmän käytettävyyden hyvänä. (Yritys 4:n edustaja.)

8 Tulokset ja niistä tehdyt johtopäätökset

Tuloksena löydettiin vastaukset seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Millaisia tuotannon nykytilan visuaalisia hallintatyökaluja kappale-tavaratuotantoteollisuudessa käytetään?
2. Miten luodaan tuotannon ohjattavuuden ja ohjauksen perusteet?
3. Miten tuotannon nykytilaa voidaan arvioida päivä- ja tuntitasolla Framery Oy:ssä?

Tuotannon ohjattavuuden perusteet luodaan ymmärtämällä ohjattavuuteen vaikuttavat ohjattavuusominaisuudet ja ohjattavuuden tavoitteet. Joitakin ohjattavuusominaisuuksia voidaan kehittää, mutta osa niistä on hankalasti muunneltavissa johtuen asiakastarpeista, infrastruktuurista ja tuotantoteknisistä syistä Haverila ym. 2009 mukaan. Ohjattavuusanalysissä ohjattavuuteen vaikuttavat tekijät jaetaan ulkoisiin tekijöihin, joita ei juurikaan voida ohjata (kuten

asiakkaan esittämät tuotetoivomukset), ja sisäisiin, ohjattaviin tekijöihin (kuten läpimenoaika, varastojen koko, tuotevariaatioiden määrä). Sisäisiä tekijöitä voidaan kehittää, kun taas ulkoisiin on sopeuduttava valitsemalla oikeat ohjausperiaatteet. Jotkut sisäisetkin ohjattavuustekijät voivat olla hankalasti muutettavissa. Näitä voivat olla mm. lisäkapasiteetin saatavuus, tuotteiden ja tuotevariaatioiden määrä, tuotantoyksikön koko ja joustavuus tuotetyypin muutoksille. Tuotannon kehitystyöllä voidaan kuitenkin vaikuttaa verrattain pienilläkin muutoksilla useisiin ohjausmuuttujiin kuten tuotantomuotoon, materiaalivirtojen selkeyteen, layoutiin, henkilöstön osaamiseen ja keskeneräisen tuotannon määrään. Tuotannon päivittäiseen ohjaukseen vaikutetaan merkittävästi toimivalla andon-järjestelmällä. Andon-järjestelmän tulee olla mahdollisimman yksinkertainen, jotta se aiheuttaa nopeasti reaktion häiriötilanteiden korjaamiseksi. Andon-kutsuista saadun poikkeamadatan perusteella pystytään löytämään merkittävimmät tuotantoa hidastavat tai pysäyttävät syyt. Syiden löytäminen on erittäin tärkeää, jotta voidaan analysoida poikkeaman juurisyy ja kohdistaa kehittämistoimet oikeille alueille. Tuotannon erilaiset avainmittarit, kuten esimerkiksi toteutunut tahtiaika ja tuotannon todelliset vaiheajat ja läpimenoaikaan liittyvät tunnusluvut tulee huomioida tuotannon karkeasuunnittelussa, jotta lyhyen aikavälin tuotannonohjaus on hallittavissa.

Haastatteluiden perusteella voidaan todeta, että nykytilan seuranta on hyvin tärkeä osa tuotannonohjausta ja päivittäisjohtamista. Mikäli nykytilaa ei mitata, ei voida esimerkiksi tietää tämänhetkistä suorituskkyä, tilastoida erilaisia poikkeamia tai selvittää poikkeamien aiheuttamia haasteita. Kirjallisuuskatsauksessa käsitellyt tuotannon tunnusluvut ovat tärkeä osa ohjattavuuden ymmärtämistä ja kehittämistä. Näitä ovat mm. läpäisy aika, ensisaanto, laadun mittarit ja tuottavuus. Kehittämistyön onnistumisen kannalta on tärkeää mitata läpi kehittämistyön, jotta voidaan tietää, onko kehitys mennyt haluttuun suuntaan. Lisäksi poikkeamien tilastointi oli kaikissa haastateltavissa yrityksissä tärkeää, jotta toistuvuuden avulla voidaan ratkoa tuotannon kannalta merkittävimpiä poikkeamia.

Suuressa osassa haastatelluissa yrityksissä visuaalisia hallintatyökaluja käytettiin tavoitteiden visualisointiin työnjohdon ja tuotannon työntekijöiden nähtäville. Tehokkuusmittarit toimivat työnjohdon ja tuotantopäällikön työkaluina ja erilaisissa kehittämistöissä, eikä näitä tietoja tuotu päivittäin tuotantoon nähtäville. Tutkimuksessa olleiden yritysten tuotteiden läpimenoajat vaihtelivat paljon, mutta kaikki skaalautuivat kuitenkin pääpiirteiltään samankaltaisiksi

tavoitteiden ja tuotannonohjauksellisen reagoinnin osalta. Otannan mukaan Suomessa toimivat kokoonpanoyritykset tahtovat tuoda mahdollisimman selkeästi tarpeellisen määrän visuaalista dataa tuotantoon. Haastatteluissa kävi ilmi, että visualisoitavan tiedon yksinkertaisuutta arvostettiin. Tuotantoon tuotiin mieluummin muutama informatiivinen mittari, kuin paljon yksityiskohtaista dataa. Dashboard-näkymät poikkeamadatasta, tuotannon tehokkuudesta ja laadun mittareista haluttiin pitää pois tuotantolinjalta ja jättää analysoitava data ainoastaan työnjohdon, tuotannon kehitystiimien ja tuotantopäällikön saataville. Mikäli jotain yksityiskohtaisempaa tietoa haluttiin tuotannon tietoon, se kerrottiin stand-up-kokouksissa lyhyesti. Tuotannon näytöt, läpi kaikkien haastatteluiden, haluttiin pitää niin selkeänä ja yksinkertaisena kuin mahdollista.

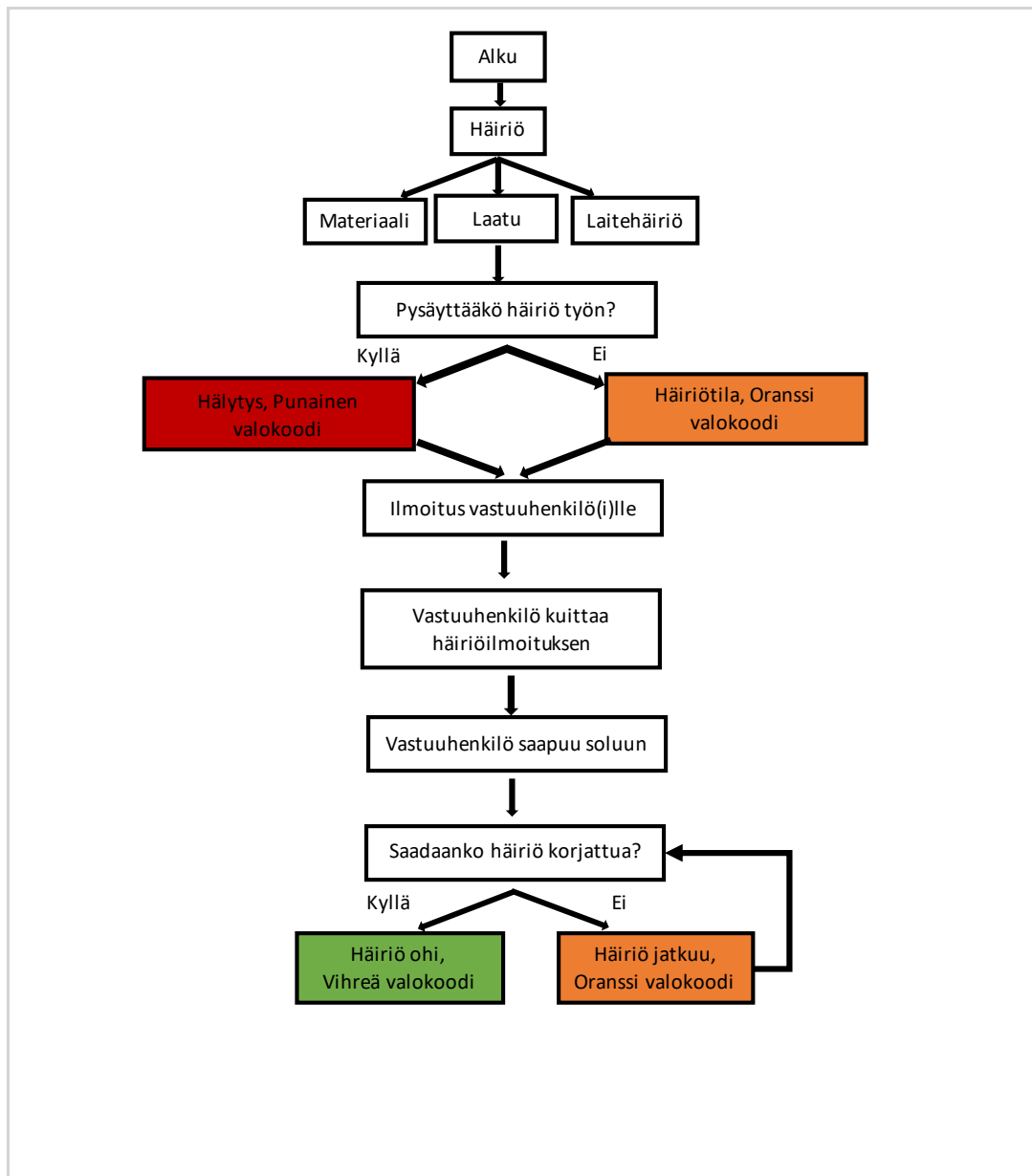
Framery Oy:n nykytilan kartoituksessa tuli ilmi, että uudet virtaustehokkaammat tuotantolinjat asettavat tarpeen ymmärtää tuotantotilannetta lähes reaaliaikaisesti. Frameryn tavoitteena on pystyä reagoimaan päivän mittaan tuotannossa syntyviin poikkeamiin, jotta tuottavuutta ja toimitusvarmuutta saadaan kehitettyä jatkuvan parantamisen periaatteiden mukaisesti. Kirjallisuuskatsaus ja haastattelut antavat selkeitä kehittämisideoita andon-järjestelmästä. Haastatteluissa nousi esiin visuaalisen selkeyden tärkeys. Tuotannon andon-näytöille on saatava ainoastaan tarvittavat tarpeelliset tiedot niin yksinkertaisesti, että yhdellä silmäyksellä saadaan tarpeellinen tieto tuotantolinjojen nykytilasta. Kaikista olennaisimpia tietoja ovat tavoite, toteuma ja toteuman trendi vuoron valmistusvauhdin keskiarvon mukaan. Trendi mahdollistaa tuotannon päivätavoitteiden toteutumisen arvioinnin nopealla silmäyksellä.

Haastatteluissa tuli esille halu visualisoida jäljellä oleva tahtiaika. Tahtiaikaan siirtyminen on Frameryn tuotannossa tulevaisuudessa mahdollista. Vaikka tuotantolinja ei toimitukseen pakkohtajana, antaa järjestelmä tavoitteen tahtiajalle ja toteutunut tahtiaika hyvän käsityksen koko tuotantolinjan tämänhetkisestä tilasta. Lisäksi tahtiajan pitkäaikaista seuranta ja datankeruuta voidaan hyödyntää esimerkiksi erilaisissa työmenetelmien kehittämistöissä ja hukka-ajan seurannassa. Tämä voisi korvata tehokkuuden mittarit, joissa on paljon virheen mahdollisuuksia johtuen eri työpisteiden leimausvirheistä. Jos tuotantosuunnitelman kuorma on pieni, tehokkuus kärsii, mutta toteutunut tahtiaika voi kertoa todenmukaisemmin tuotannon suunnitelmallisuuden ja toteuman tarkkuudesta.

Tuotantolinjan nykytilänäkömään voisi tuoda näkyville eri tuotantolinjan vaiheiden andon-ilmoitukset, jotka syntyvät aina kullakin työpisteellä tehdystä ilmoituksista. Häiriöilmoitukset tulee kategorisoida siten, että ne hälyttävät kunkin kategorian vastuuhenkilöt paikalle ratkomaan ongelmaa. Värivisualisointi havainnoisi parhaiten eri vaiheiden tilaa (seuraava kuvio). Punainen vilkkuva valo, jota kuviossa 10 ympäröi keltainen reunus, kuvastaa tuotantolinjan toiminnan pysäyttävän poikkeaman jota vastuuhenkilö ei ole vielä kuitannut. Kun vastuuhenkilö kuittaa saaneensa hälytysviestin ja saapuu paikalle, keltainen reunus poistuu merkkinä siitä, että asia on työllä. Oranssi valo kuvastaa häiriötä, esimerkiksi laatuvirhettä, joka aiheuttaa poikkeuman mutta työtä pystytään jatkamaan esimerkiksi toisella komponentilla. Vihreä valo tarkoittaa häiriötä, jonka vastuuhenkilö on kuitannut korjatuksi. Andon-ilmoitusten toimintaperiaate on esitetty kuviossa 11.



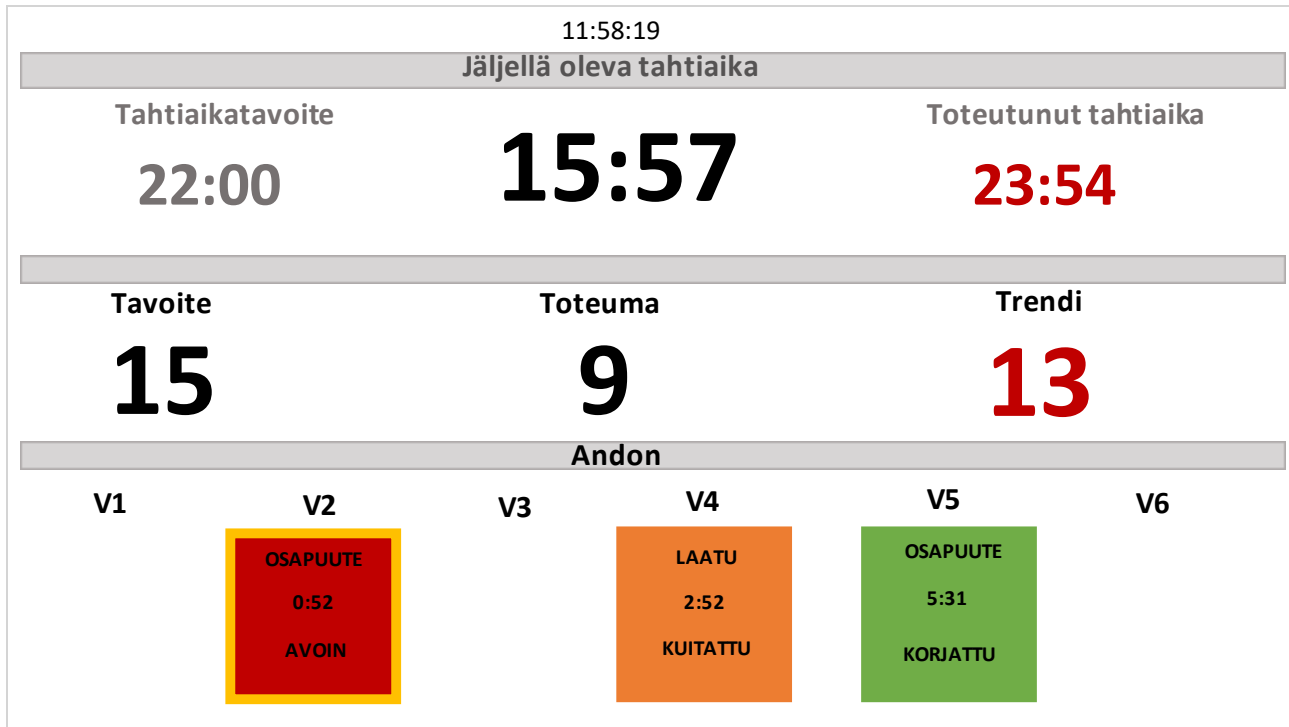
Kuvio 10. Andon-merkkivalojärjestelmä



Kuvio 11. Andon-järjestelmän toimintakaavio

Osaston andon-näytöllä (kuvio 12) näkyisi visuaalisesti jo aiemmin mainitut tahtiaikatavoite, jäljellä oleva tahtiaika ja toteutunut tahtiaika. Tämän lisäksi on selkeästi merkitty päivän tavoite, toteuma ja kuluva trendi. Kuluva trendi lasketaan automaattisesti vuoron toteuman ja siihen kuluneen ajan mukaan. Andon-merkkivalojen lisäksi osastolla olisi näytöllä tuotantolinjan vaiheet, josta voidaan havaita andon-hälytyskutsujen tila värikoodein, hälytystyyppi, kuluva hälytysaika ja kutsun tila (avoin, kuitattu, korjattu). Avoin tarkoittaa uutta kutsua, kuitattu taas vastuuhenkilön merkkiä kutsun vastaanottamisesta ja korjattu tarkoittaa vastuuhenkilön ratkaisemaa ongelmaa, joka ei enää vaikuta linjalla työskentelyyn. Tuotantolinjan pysäyttävä hälytys laukaisisi myös

merkiksi musiikin soimisen, joka tuo koko tuotannolle merkin työn estävästä pysähdyksestä. Kuten haastatteluissa kävi ilmi, jokaisesta poikkeamasta musiikkia ei kannata käynnistää, mikäli poikkeamia on verrattain paljon. Siten musiikki ei soi niin usein ja palvelee paremmin tarkoitustaan saada ihmiset havahtumaan kokoonpanotyön pysähtymisen riskistä.



Kuvio 12. Visuaalinen nykytilataulu

Myös poikkeamien kirjaamisen osalta on harkittava, kirjoittaako linjatyöntekijä kuvauksen häiriöstä vai tekeekö sen joku muu, jotta työskentely ei katkea liian pitkäksi aikaa.

Kirjaamiskäytäntöä on mielestäni kuitenkin hyvä jatkaa, sillä se helpottaa poikkeamien analysointia ja kehittämistyötä. Andon-järjestelmän tulee olla hyvin yksinkertainen, jotta käytettävyys säilytetään. Mikäli häiriöilmoituksen tekeminen kestää liian pitkään, aiheuttaa se järjestelmän ohi avun kutsumisen. Andon-hälytyksen syiden kategorisointi on oltava yksinkertainen ja hälytyksien aiheuttamat apukutsut on välitettävä oikeille henkilöille.

Näytön lisäksi jokaisella tuotantolinjan työpisteellä voisi lisätä merkkivalon, joka paikantaa paremmin hälytyksen sijaintia. Andon-järjestelmä voitaisiin myös selkeästi erottaa

materiaalinojauksjärjestelmästä esimerkiksi erillisellä hälytysnapilla, joka sijaitsee joka työpisteellä. Napin läheisyydessä sijaitsee työpisteeseen kiinnitetty tabletti, josta hälytys kategorisoidaan.

9 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli vastata kolmeen tutkimuskysymykseen, jotka liittyivät tuotannon nykytilan visualisointiin ja ohjaukseen. Näihin kysymyksiin pyrin vastaamaan benchmarking-haastatteluiden ja kirjallisuuskatsauksen pohjalta. Suomessa toimivat tuotantoalan yritykset käyttävät nykytilan ilmaisemiseen yksinkertaisia visuaalisia esitystapoja. Nykytilan seurantaan on luotu työnjohdon käyttöön erilaisia mittaristoja ja seurantatyökaluja, joita hyödynnetään niin reaaliaikaisessa ohjauksessa kuin myös tuotannon pidemmän ajan kuormitussuunnitteluun, kannattavuuden ja kehitystyön seurantaan. Tuotannon ohjattavuus koostuu erilaisista ohjattavuustekijöistä, kuten tuotantojärjestelmän rakenne, layout, keskeneräisen tuotannon määrä ja tuotannon joustavuus erilaisille tuotemuutoksille ja tuotantomäärän muutoksille. Tuotannon nykytilan ohjaukseen vaikutetaan merkittävästi nopealla reagoinnilla tuotannon poikkeamiin. Haastattelujen perusteella tuotannon päiväohjauksen tärkeä kulmakivi on saada oikeat henkilöt paikan päälle ottamaan vastuu poikkeaman ratkaisemisesta. Poikkeamailmoituksen tekeminen tulee olla nopeampaa ja helpompaa, kuin suullinen ilmoitus, jotta käyttäjät eivät koe järjestelmää avun saamista vaikeuttavana prosessina.

Loin Framery Oy:n tuotantolinjalle prototyypin nykytilan ilmaisimesta ja sen käyttöperiaatteesta. Haastattelujen pohjalta loin käsityksen siitä, millaiset ilmaisimet toimivat ja millaisia kehitysehdotuksia yrityksillä on omaa ilmaisintaan kohtaan. Tämän pohjalta kokosin prototyyppiin haastatteluissa esiin tulleet parhaat ominaisuudet ja yritin kehittää jo olemassa olevien ilmaisinten heikkouksia. Framery Oy:n lisäksi myös benchmarking-tutkimuksessa mukana olleet yritykset esittivät kiinnostuksensa opinnäytetyön tuloksista. Vaikka tutkimuksessa rajattiin otanta toimeksiantajayrityksen lisäksi neljään yritykseen, ovat tulokset osin yleispätevät muidenkin yritysten kehitystoimintaan. Mielestäni tuloksia voivat hyödyntää kaikki yritykset, joiden tuotantojärjestelmä on linjamainen ja tuotantotahdin muutokset vaativat reaaliaikaista seurantaa ja nopeaa reagointia tuotannon poikkeamiin.

Tutkimuksen eettisyys otettiin huomioon noudattamalla tutkijan eettisiä periaatteita. Tämä tuotiin esille myös haastatteluja tehdessä. Yrityksille lähetettiin etukäteen tieto siitä, mihin tarkoitukseen

haastattelun tuloksia käytetään ja kuka sen tekee. Työssä mukana olevien yritysten kilpailuedun säilyttämiseksi niiden tunnistetiedot salataan. Lisäksi opinnäytetyön ohjaajat ja tarkastajina toimivat henkilöt nimettiin haastateltaville yrityksille läpinäkyvyyden ja avoimuuden säilyttämiseksi.

Opinnäytetyötä tehdessä syntyi jatkotutkimusideoita, kuten nykytilan visualisointijärjestelmiä tarjoavien yritysten tarjonnan vertailu ja arviointi. Prototyypin pohjalta voisi vertailla eri yritysten tarjontaa ja työn perusteella syntyneiden tarpeiden täyttymistä tarjontaan nähden. Yksi jatkotutkimusidea on myös tuotannon ohjauksen parantumisen arviointi prototyypin mukaisen andon-järjestelmän käyttöönotossa.

Onnistuin tutkimuksessani vastaamaan tutkimuskysymyksiin hyvin. Haastattelu pohjautui ennakkoon luotuihin haastattelukysymyksiin, mutta esitin tarvittaessa tarkentavia kysymyksiä, jotta sain vastaukset tutkimuksen kannalta riittävällä tarkkuudella. Tutkimustulosten validiteettia olisi voinut mahdollisesti parantaa laajemmalla otannalla, mutta kaksi yritystä eivät lopulta pystyneet osallistumaan tutkimukseen. Tutkimusaineiston pohdintaan haluttiin kuitenkin varata tarpeeksi aikaa, jolloin uusien yritysten etsiminen ei enää onnistunut. Tavoitteena oli haastatella 3–5 yritystä ja haastatteluja oli loppujen lopuksi 4.

Lähteet

Esteiden teoria. N.d. Verkkoartikkeli Six Sigma -verkkosivulla. Viitattu 14.12.2022.
<https://sixsigma.fi/esteiden-teoria-toc/>.

Erdogan, G. Venugopal, V. Van der Veen, J. & Van Gorp, D. 2019. Decision Support Framework for Estimating Return on Lean Six Sigma Projects. Konferenssijulkaisu. Viitattu 11.3.2022.
https://www.researchgate.net/publication/267926710_Decision_Support_Framework_for_Estimating_Return_on_Lean_Six_Sigma_Projects.

Haverila, M. Uusi-Rauva, E. Kouri, I. & Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. Tampere: Tammerpaino.

Honkamäki, J. 2022. Framery Oy:n edustajan haastattelu 18.3.2022.

Johansson, K. Axelin, A. Stolt, M. & Ääri, R. 2007. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turku: Turun yliopisto.

Kajaste, V. & Liukko, T. 1994. Lean-toiminta: Suomalaisten yritysten kokemuksia. Helsinki: Metalliteollisuuden Keskusliitto.

Kananen, J. 2011. Rafting through the thesis process: Step by step guide to thesis research. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kananen, J. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä: kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylän Ammattikorkeakoulu.

Kananen, J. 2017. Laadullinen tutkimus pro graduna ja opinnäytetyönä. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Karjalainen T. & Karjalainen E. 2002. Six Sigma – Uuden sukupolven johtamis- ja laatumenetelmä. Hollola: Quality Knowhow Karjalainen.

Korte, H. 2021. Tamperelainen Framery palkkaa tänä vuonna 150 työntekijää ja tekee nyt kovia myyntiennätyksiä – toimitusjohtaja kertoo avoimesti raskaasta tiestä menestykseen. Frameryn toimitusjohtajan Samy Hällforsin haastattelu. Aamulehti 23.10.2021. Viitattu 18.3.2022.
<https://www.aamulehti.fi/talous/art-2000008330457.html>.

Lapinleimu, I., Kauppinen, V., Torvinen, S. 1997. Kone - ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY.

Liker, J. 2004. Toyotan tapaan. 1. painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino.

Lean Production. N.d. Theory of Constraints (TOC). Verkkoartikkeli. Viitattu 11.3.2022.

Littlen laki. N.d. Verkkoartikkeli Six Sigma -verkkosivulla. Viitattu 14.3.2022. <https://sixsigma.fi/littlen-laki/>.

Lecklin, O. 2002. Laatu yrityksen menestystekijänä. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino.

Mascitelli, R. 2011. Mastering Lean Product Development: A Practical, Event-Driven Process for Maximizing Speed, Profits, and Quality. Los Angeles: Technology Perspectives.

Miettinen, P. 1993. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki: Painatuskeskus.

Myers, M. 2013. Qualitative Research in Business & Management. 3. uud. p. Lontoo: Sage Publication.

PDCA. N.d. Verkkoartikkeli Wikipedia-sivustolla. Viitattu 14.3.2022. <https://fi.wikipedia.org/wiki/PDCA>.

Rajamäki, T. 2021. Yli sadan miljoonan euron liikevaihtoon yltänyt Framery kaupallisti puhelinkopit ensimmäisenä maailmassa – Näin ”yksi Suomen upeimmin rakennetuista brändeistä” onnistui siinä. Verkkoartikkeli Markkinointiuutiset -verkkosivulla. Viitattu 18.3.2022. <https://www.markkinointiuutiset.fi/artikkelit/yli-sadan-miljoonan-euron-liikevaihtoon-yltanyt-framery-kaupallisti-puhelinkopit-ensimmaisena-maailmassa-nain-yksi-suomen-upeimmin-rakennetuista-brandeista-onnistui-siina>.

Rolled Throughput Yield (RTY). N.d. Verkkoartikkeli Six Sigma Material -verkkosivulla. Viitattu 14.3.2022. <https://www.six-sigma-material.com/Rolled-Throughput-Yield.html>.

Roser, C. 2015. All About Andon. Verkkoartikkeli. All About Lean. Viitattu 31.1.2022. <https://www.allaboutlean.com/andon/>.

Rother, M. 2011. Toyota Kata. Porvoo: Bookwell.

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Vaasan yliopiston julkaisu. Viitattu 31.1.2022. https://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf

Silvermann, D. 2005. Doing Qualitative Research. Techniques and Procedures for Developing

Strauss, A. & Corbin, J. 1998. Basics of Qualitative Research. 4. uud. p. Lontoo: Sage Publications.

Tiainen J. 1996. JOT: Tie tulevaisuuteen ja menestykseen. Kuhmo: Kuhmon kirjapaino.

Tersine, R. & Hummingbird E. 1995. Lead-time reduction: the search for competitive advantage. International Journal of Operations & Production Management, 15 (2), 8-18. Viitattu 14.3.2022. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/01443579510080382/full/html>.

Tuominen, K. 2010. Lean käytännössä. Helsinki: A Bonnier Group Company.

Vollmann, T. E., Berry, W. L. & Whybark, D. C. 2005. Manufacturing planning and control systems. 4. p. New York: McGraw-Hill.

Womack, J.P. & Jones, D.T. 2003. Lean Thinking. New York: Free Press.

Yritys 1 edustaja. Haastattelu 19.4.2022.

Yritys 2 edustaja. Haastattelu 20.4.2022.

Yritys 3 edustaja. Haastattelu 22.4.2022.

Yritys 4 edustaja. Haastattelu 27.4.2022.

Liitteet

Liite 1. Haastattelupohja

Tuotannon visuaaliset hallintamenetelmät päivittäisessä tuotannonohjauksessa

Tutkimus on osa opinnäytetyötä, jonka tekijänä toimii toimeksiantajayrityksen (Framery Oy) puolesta insinööriopiskelija Jonna Kikkas. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää benchmarking-tutkimuksella tuotantotoiminnan nykytilan mittaamisen keinoja. Tutkimuksen myötä pyritään myös selvittämään, millä tavalla hyvin menestyvät tuotantoyritykset mittaavat tuotannon nykytilaa ja millaisia asioita tuodaan visuaalisin menetelmin nähtäville.

Haastattelutilanne nauhoitetaan tutkijan litterointia varten. Tutkimuksen jälkeen nauhoitteet poistetaan, eikä niitä jaeta muille osapuolille. Opinnäytetyössä yrityksen nimiä ei mainita julkisessa versiossa. Mikäli haastateltava yritys suostuu, opinnäytetyöstä tehdään kaksi versiota, joista toisessa on nähtävillä yrityksen nimi. Tämä versio näytetään ainoastaan toimeksiantajayrityksen ohjaajalle (Juha Honkamäki), opinnäytetyön Jyväskylän ammattikorkeakoulun ohjaajille (Juha Sipilä, Hannu Kivistö), sekä mahdollisesti Jyväskylän ammattikorkeakoulun tutkintovastaavalle (Petri Luosma). Opinnäytetyön toisessa versiossa kaikki yrityksen nimi, haastateltavan nimi ja tunnistettavat tiedot piilotetaan. Tämä versio on julkinen.

Opinnäytetyön lopullinen julkinen versio lähetetään haastateltaville henkilöille. Jos haastateltava toivoo, myös salatun version yritystä koskevat osiot lähetetään haastateltavalle. Benchmarking-käytännön mukaisesti, myös haastateltavat yritykset saavat käyttöönsä tutkimuksen tulokset anonymistisesti ja voivat käyttää niitä yrityksensä kehittämistyössä.

Opinnäytetyön tekijä on sitoutunut noudattamaan eettisiä tutkimuseriaatteita. Kaikki keskustelut ja tulokset ovat luottamuksellisia.

Opinnäytetyön tutkimuksella haetaan vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Millaisia tuotannon nykytilan visuaalisia hallintatyökaluja kappaletavatuotantoteollisuudessa käytetään?
2. Miten luodaan tuotannon ohjattavuuden perusteet?
3. Miten tuotannon nykytilaa voidaan arvioida päivä- ja tuntitasolla Framery Oy:ssä?

Aihepiirit, joihin syvennyttään haastattelun aikana:

Alkukartoitus:

1. Onko kokoonpano vaiheistettua linjatyötä?
2. Vaiheaika? Vaiheiden määrä? Henkilöstön määrä linjalla?
3. Työntö- tai imuohjattua (täytetäänkö puskuria?) vai tahtilinja?

Pääkysymykset:

4. Kuvaile millaisia tuotannon (kokoonpanon) nykytilaa havainnoivia tauluja/näyttöjä/andon-järjestelmiä teillä on käytössä?
5. Mitä nykytilaa havainnoiva taulu tms. kuvastaa? (tavoite/toteuma, tehokkuus, laadullisia mittareita, tahtiaika, jättämä, vaiheajojen toteuma)
6. Missä nykytila on nähtävillä? (esimerkiksi tuotannossa työpisteellä, osastolla, työnjohdolle)
7. Miltä taulu/näyttö/andon-järjestelmä näyttää eri käyttäjille? Olisiko saatavilla esimerkinäkymästä kuvaa?
8. Onko tuotannon nykytilasta saatavilla myös laajempaa informaatiota, mikä ei näy osastolla, esimerkiksi työnjohdolle? (Production dashboard -näkyvä)
9. Kuinka reaaliaikainen mittaristo on? (päivitystiheys) Jos mittaristo ei päivitty automaattisesti, kuka sitä päivittää ja kuinka usein?
10. Miten reaaliaikainen nykytila otetaan huomioon päivittäisessä tuotannonohjauksessa / päivittäisjohtamisessa? Kuka sen tekee?
11. Työn keskeytyessä poikkeaman vuoksi, tekeekö työntekijä keskeytyksestä hälytyksen? Millä tavalla? (tietojärjestelmässä, työntekijä vetää narusta / painaa nappia) Mitä hälytyksestä seuraa?
12. Kuinka usein poikkeamadataa käsitellään, päivittäin, viikoittain, kuukausittain? Kuka sen käsittelee?
13. Mitä nykyisestä tuotannon visuaalisesta nykytilan ilmaisimesta puuttuu? Mitä kaipaisitte lisää? Miten se on toiminut?