

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikka

2023

Henri Siimes

**Tuottavuuden tunnusluvut
konepajan suunnitteluun ja
mittaukseen**



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikka

2023 | 29 Sivua

Henri Juhani Siimes

Tuottavuuden tunnusluvut konepaja suunnitteluun ja mittaukseen

Tässä opinnäytetyössä kehitettiin tuotannon tehokkuuden mittareita. Opinnäytetyössä tarkasteltiin tehtyjen projektien materiaalien käyttömääriä ja sillä perusteella kehitettiin tunnusluku, jota hyödynnettiin mittaamaan valmistuksen tehokkuutta.

Tavoitteena oli kerätä painoarvotietoja mahdollisimman laajalta alueelta, jotta saavutettaisiin tarkempia tilastotietoja tuottavuuden tehokkuudesta. Painoarvojen selvittäminen projektikohtaisesti suoritettiin manuaalisesti. Tämä tehtiin tarkastelemalla materiaaliluetteloita, valmistuspiirustuksia ja tilauksia. Usean vuoden tietojen kerääminen tilaushistoriasta avaa näkymän yritykselle kehittää suunnittelua ja mittausta.

Tuloksien analysointi suoritettiin excel-taulukossa, sekä lisättiin arvosteltavaksi myös resurssikohtaiset teholuvut, joilla voidaan tarkastella pienempien kokonaisuuksien tehokkuutta. Analysoinnin luotettavuus määräytyy lähtöaineistosta eli painoarvojen todenmukaisuudesta, siksi oli erittäin tärkeää kirjata mahdollisimman tarkasti painotiedot excel-taulukkoon. Excelissä pivotoimilla saadaan luotua erilaisia kaavoja, joiden avulla saatiin luotua tarkastelua tietyille osa-alueille suuresta datamassasta huolimatta.

Asiasanat:

Tuotanto, Toiminnanohjaus, Tunnusluvut, Analyysi.

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Engineering

2023 | 29 Pages

Henri Juhani Siimes

Productivity metrics for machine shop planning and measurement

The goal of the thesis was to collect weight data from a wide range of sources to obtain more precise statistical information. The determination of weights for each project was carried out manually by examining material lists, production drawings, and order-related information. The data collected over multiple years provides insights into the company's performance over an extended period and enables the development of a table for new projects and weight data. The thesis is based on the need to develop a metric for evaluating the efficiency of work and its related phases, as well as for analyzing the results. The client, Stairon Oy, had already considered the need for a future metric and required expertise from someone who had previously worked within the company.

The work was done by collecting information on the weight of the products and the time spent on them. The results can be seen in tables where the data has been collected. The analysis has been performed based on the values observed in the tables. The reliability of the analysis depends on the accuracy of the initial weight data, which is why it was crucial for the weight data to be entered into the spreadsheet as accurately as possible. Excel's pivot functions enable various formulas to be created to facilitate the analysis of specific aspects within a large dataset.

Keywords:

Production, Operations Management, Key Figures, Analysis

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	7
1 Johdanto	8
1.1 Työn lähtökohdat ja merkitys	9
1.2 Työn rajausta ja päätavoitteen keskeiset ratkaisut	9
1.3 Kohdeyryitys	10
2 Tuotannon suorituskyvyn arviointi	11
2.1 Tuottava tehdas	11
2.2 Tuotannon nykytila	13
2.2.1 Suorituskyvyn mittaamisen merkitys	13
2.2.2 Työn mittaaminen tunnusluvulla	14
2.3 Suorituskyky mittareiden käyttäminen.	15
3 Mittaaminen ja tiedolla johtaminen	16
3.1 Lean arvovirtakartoitus	16
3.2 Läpimenoaika	17
3.3 ERP (Enterprise Resource Planning)	18
4 Työntutkimus	20
4.1 Valmistusvaiheiden suunnittelu	21
5 Tulosten dokumentointi	22
5.1 Analysointi	22
6 Yhteenveto ja pohdinta	27
Lähteet	29

Liitteet

Kaavat

Kaava 1. Teholuku	9
Kaava 2. Tuottavuus.	15

Kuvat

Kuva 1. Strategisen päätöksenteon osa-alueita (Parempiin tuotantostrategisiin päätöksiin, Ismo ruohomäki)	12
Kuva 2. Toiminnanohjaus	15
Kuva 3. Arvovirtakartoitus	17
Kuva 5. Läpimenoaikojen mittaaminen ja suunnittelu.	18
Kuva 4. Yrityksen resurssien suunnittelu	19
Kuva 6. Tavoitteet	21

Kuviot

Kuvio 1 Tehokkuus tuoteryhmä 1	23
Kuvio 2 Tehokkuus tuoteryhmä 2	24
Kuvio 3 Tehokkuus tuoteryhmä 3	24
Kuvio 4 Tehokkuus tuoteryhmät 4	24
Kuvio 5 Tehokkuus tuoteryhmä 5	25
Kuvio 6 Tehokkuus tuoteryhmät 6	25
Kuvio 7 Tehokkuus tuoteryhmä 7	26

Taulukot

Taulukko 1 Tuoteryhmän resurssikohtainen matriisitaulukko.

26

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

Lyhenne	Lyhenteen selitys (Lähdeviite)
BOM	Bill Of Materials, Tuoterakenne
ERP	Enterprise Resource Planning, Toiminnanohjausjärjestelmä
KET	Keskeneräinen työ
Hukka	Tuottamaton toiminta
MTO	Make To Order

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suorittaa työntutkimusta uudella tuottavuuden tunnusluvulla ja antaa työnsuunnittelulle tietoa tehokkuudesta Stairon Oy:n Pansion tehtaalla. Tavoitteena oli kerätä painoarvotietoja Excel-matriisitaulukkoon, joka toimii alustana suorituskyvyn todentamisessa tehokkuus kiloa per tunti avulla.

Suorituskyvymittari on työkalu, joka mittaa tuotannon määrää yksikössä aikaa kohti. Tuottavuudenmittari laskee, kuinka monta kiloa tuotetta valmistetaan tunnin aikana. Tämä mittari on tehokas tapa, kun halutaan mitata tehtaan, koneiden tai eri tuotantolinjojen tehokkuutta. Mittarin tarkoituksena on auttaa yritystä seuraamaan tuotannon tehokkuutta ja suorituskykyä tulevaisuudessa, heijastamalla tuloksia mittausdataan alkua ajoilta asti. Tästä voi olla myöhäisemmässä vaiheessa apua erilaisten pullonkaulojen ja kehitysmahdollisuuksien tunnistamisessa. Uusien tavoitteiden luominen ja tavoitteiden seuraaminen parantavat tehokkuutta.

Excel-taulukon täydentäminen sisältää kohdeyrityksen ERP-toiminnanohjausjärjestelmän lataamista tarvittavin tiedoin osaksi Excel-kokoonpanoa, tärkeimpiä tietoja työn analysointiin on työhön käytettyjen tuntien määrä ja työntuntien hajautus kokonaisuudesta pinnempiin osakokonaisuuksiin. Analysoinnissa pilotoidaan mittausdataa ristiin ja luodaan graafisia kaavioita visualisoimaan tuottavuuden tilannetta ja muutoksia seurattavalta ajanjaksolta.

Tämän työn rakenne etenee kohdeyrityksen esittelystä, työhön liittyvään mittaamiseen ja tuottavuuden teoreettisen osa-alueeseen. Nykytila käsittelee tutkimuksen päätelmiä, mahdollisia vaikutuksia, tuloksia, omia analyyskejä liittyen Excel-matriisisin pivotointiin, selvityksiin, sekä mittauksien suunnitteluun ja strategisiin päätöksiin. Lopuksi vielä yhteenveto- ja pohdintaa millaisia vaiheita käytiin läpi opinnäytetyötä toteuttaessa.

1.1 Työn lähtökohdat ja merkitys

Tämän työn lähtökohdat perustuvat tarpeeseen kerätä tuotteiden painotietoja, joiden pohjalta analysoidaan ja tehdään johtopäätöksiä toteutuneiden projektien kokonaisuunnistumisista, sekä työn vaihekohtaisista toteutumista.

Tuotannonohjausjärjestelmään tulisi saada mittari, joka kertoo prosessin läpikäyneen kilomäärän teholumuna.

Työtä varten oli suunniteltu tunnusluku x , joka saadaan yhdistämällä painotiedot ja käytetyt työtunnit teholuksi.

$Kg/h=x$.

Kaava 1. Teholuku

Painotietojen etsiminen suoritettiin tuotekohtaisien valmistuspiirustuksien, tuoterakenteiden dokumenttien, sekä tilaukseen liittyvien liitteiden avulla. Käytettyjen työtuntien määrä saadaan tuotua suoraan toiminnanohjausjärjestelmästä mukaan painoarvotaulukkoon.

1.2 Työn rajaaminen ja päätavoitteen keskeiset ratkaisut

Työn rajaamiseen asetettiin muutamia ehtoja, jotta painoarvotaulukko olisi mahdollisimman tehokas ja pystytään suorittamaan tässä opinnäytetyössä. Tilauksien määrät pitkään toimineissa yrityksissä voivat olla kymmenien tuhansien rivien mittaisia. Tässä työssä rajattiin tiedot tilauksen päivämäärän mukaan alkavaksi vuodesta 2013 ja siitä eteenpäin nykyhetkeen. Rajauksen toinen ehto oli kustannus, jonka tarkoituksena oli rajata kaikki pienimmät kustannukset tilaukselta, sillä niiden merkitys kokonaisuudesta, olisi työn määrältään todella raskas. Kuitenkin työn loppuvaiheilla matriisitaulukon kustannusrajaus tuli aiheuttamaan ongelmia projektien kokonaistehojen valossa.

1.3 Kohdeyritys

Stairon Oy on konepajateollisuuden ja metallitöiden toimialalla työskentelevä teollisuuden kone- ja laitevalmistaja palveluyritys. Stairon valmistaa/kehittää ja huoltaa prosessilaitteita usealle eri toimialan teollisuusyritykselle Suomessa ja maailmalla. Yritys sijaitsee Turussa ja sen juuret ulottuvat 1960-luvulle, jolloin tehtaassa toimi Valmet Oyj aina 2000-luvun taitteeseen asti. Valmet ja Rauma Oyj fuusioituminen vuonna 1999 tuotti Metso oyj, joka operoi tehtaassa aina vuoteen 2009 asti. Stairon Oy syntyi vuonna 2009 ja on jatkanut toimintaa tähän päivään asti yksityisen omistajan Timo Kylä-Nikkilän, sekä rahoitusyhtiön johdolla. (Stairon oy, 2022)

2 Tuotannon suorituskyvyn arviointi

Yhteenvedona todetaan, että tuloksellisen suorituskyvyn parantamiseksi yrityksen tulee hyötyä tulosmittareista ja prosessimittareista. Prosessimittarit auttavat ymmärtämään missä mahdolliset pullonkaulat ja paremman tehokkuuden mahdollisuudet sijaitsevat. Tulostulosten avulla suorituskyvyn parantaminen ei ole mahdollista, koska ne mittaavat toiminnan seurauksia. (Torkkola 2015, s.163.)

Prosessimittarin valmiiksi saaminen kerralla on miltei mahdotonta. Järjestelmää ei voida kehittää tasapainoisesti, vaan palattava välillä hetkiä taaksepäin. Aloituskvaiheessa kuuluu tapahtua interaktiivista oppimista, jossa sisäistetään mittaamiseen liittyviä asioita ja tutkitaan tilastollisin menetelmin selvittämällä, miten eri tekijät liittyvät toisiinsa tutkimuksessa. (Kankkunen, Lehtinen, Matikainen 2005, 22.)

2.1 Tuottava tehdas

Tavoitteisiin pyrkimällä yrityksessä kannattaa etsiä kehitystoimia neljästä alueesta, nykyisen tuotantojärjestelmän kehittäminen, tuotteiden kehittäminen, verkoston kehittäminen ja globaalit tuotantoratkaisut. Tavoitteiden saavuttamiseen vaaditaan edellä mainittuja asioita. Päätöksenteon taustalla tavoitteisiin pääsyssä painavat mahdolliset resurssit ja niiden oikea kohdentaminen niin, että tiedostetaan millaisiin risteäviin asioihin päätöksen vaikutus, ulottuu ja kuinka päätavoite saadaan kokoon. (Pietari, N. 2016)



Kuva 1. Strategisen päätöksenteon osa-alueita (Parempiin tuotantostrategisiin päätöksiin, Ismo ruohomäki)

Useiden yhtäaikaisten kehityskohteiden painopistettä voi olla joissain tilanteissa hyvä kohdistaa yksittäiseen kohteeseen. Seurannaisvaikutuksia ilmenee, joka tapauksessa muissakin alueissa kuin vain siinä mitä olemme ajatelleet kehittää. Näitä seurannaisvaikutuksia ei ole helppoa tunnistaa, mutta merkittävimpien asioiden tiedostaminen ja huomioon ottaminen ratkaisussa on kannattavaa. (Parempiin tuotantostrategisiin päätöksiin, Ismo ruohomäki, Juha-Pekka Anttila, Annika Heikkilä, Markku henttua, Minna Kansola, Kalervo Leino, jukka Paro, Timo salmi s.25).

2.2 Tuotannon nykytila

Tuotannon nykytila-analyysi on kokemuksen perusteella lähes välttämätön aloitus tuotannon suorituskyvyn tasosta. Nykytila-analyysin tuloksia voidaan hyödyntää referenssimaalina kaikille kehitysvaihtoehdoille. Vertailtaessa oman tuotannon suorituskykyä ja kustannuksien rakennetta keskenään on ilmiselvästi käytettävissä luotettavinta tietoa ja siitä tulisi lisätietoa olla myös helppo kerätä lisää.

Vertailua voidaan suorittaa myös muihin yrityksiin ja vertailtavia tunnuslukuja ovat mm. läpimenoajat, kapasiteetti, kapasiteetin käyttöaste, toimitusvarmuus, KET. Haasteina kehittämisessä on tuotannon pitkäaikainen kehityksen puuttuminen ja lamaantuminen, jolloin on vaikeaa hahmottaa kehityksen mahdollisuudet ja niiden kohdentaminen tiettyyn alueeseen. Systemaattisella kehittämisellä pyritään säilyttämään tietoisuus tuotannon nykytilasta ja pysymään jäljillä suorituskyvyn kehityksestä. (Parempiin tuotantostrategisiin päätöksiin, Ismo ruohomäki, Juha-Pekka Anttila, Annika Heikkilä, Markku henttua, Minna Kansola, Kalervo Leino, Jukka Paro, Timo Salmi s.24–25).

2.2.1 Suorituskyvyn mittaamisen merkitys

Kaikkea voidaan mitata ja niin mitataan myös työhön kulutettua panostusta sen tuottamaan tulokseen. Työpaikoilla mittauksia toteutetaan mahdollistamaan arvioinnit kehittymisen suunnasta. Seuraamalla mittauksien kehittymisen suuntaa toiminnan suorittaja näkee oman tuloksensa kehittymisen ja pystyy vaikuttamaan kehitykseen omilla valinnoilla. (Aarne Peltonen, v. 1997, s.39–40)

Mittaustuloksilla yrityksenjohto ohjaa ja suunnittelee tuotantoa, sekä pystyy saavuttamaan ennustettavampia valintoja luotettavamman tiedon nojalla. Mittaaminen on harkittava tarkkaan asiakaslähtöisesti ja mietittävä onko se tarpeellista vai luodaanko tilanteessa turhaa tarkkailua, joka saattaa vaikuttaa negatiivisesti yhteisöön. Parhaillaan mittauksien dokumentoineista hyödytään jatkuvan parantamisen mallilla ja kuin vahingossa työn panoksesta karsiutuu pois ns. hukat. (Aarne Peltonen, v.1997, s.40)

2.2.2 Työn mittaaminen tunnusluvulla

Tunnusluvut yrityksen toiminnanohjauksen tukena, kun ohjataan toimintaa. Tunnuslukuja käytetään tavoitteiden ja niissä pysymisen seurantaan. Näitä työkaluja voidaan hyödyntää asettelun välineenä toiminnan johtamisessa. Kirjanpidollisia tunnuslukuja käytetään sovellettavin osin liiketoiminnan ohjaamiseen. Toiminnan tehokkuutta arvioidessa käyttökate, myyntikate ja jalostusarvon tunnuslukuja voidaan hyödyntää tehokkuuden analyysissä. (Seppo Saari, 136–139)

Yrityksien toiminnan seurannasta löytyy usein tunnuslukuja, joilla seurataan tuottavuutta, tuotteidenlaatua, kustannustehokkuutta, sekä toimitusvarmuutta. Liiketoimintaa tulee johtaa kokonaisuutena sen pääelimen tekemien strategioiden, vision ja arvojen mukaan. Tunnusluvuilla keskeiset tavoitteet toteutetaan ja toimet arvioidaan. Todellisten tai vertailukelpoisten tietojen kerääminen prosesseista on yleisesti erittäin vaikeaa, sekä suuritöistä. Tuotantoon liitettyjen tunnuslukujen hyödyntäminen vaihtelee tästä syystä eri yrityksissä. Teollisuustalous (Marti J.Haverila, Erkki Uusi-Rouva, Ilkka Kouri, Asko miettinen, s.398)

Toimintaa ohjaavia keskeisiä tunnuslukuja

Toiminnanohjauksen keskeisiä tunnuslukuja	
Liiketoiminta	Toimitusvarmuus
- myyntikate	- toimitusaika
- käyttökate	- toimitusaikapito
- jalostusarvo	- palvelutaso
- myyntimäärät	- myöhästymiset
- valmistuksen määrät	- jälkitoimitusten määrä
- tilauskanta	- tilaus-toimitusprosessin läpäisy aika
Kustannustehokkuus ja tuottavuus	Laatu
- varastoon sitoutunut pääoma	- tuotteiden saanto
- avainkoneiden tuottavuus	- virheellisten tuotteiden määrä
- avainkoneiden käyttösuhteet	- reklamaatiot
- henkilökunnan tuottavuus	
- valmistuksen läpäisy aika	

Kuva 2. Toiminnanohjaus (Teollisuustalous (Martti J. Haverila))

2.3 Suorituskyky mittareiden käyttäminen.

Tuottavuuden parantaminen onnistuu monella tavalla, koska tarkasteltavia kohteita ja tuotettavuuden tasoja on mahdollisuus määritellä laajasti. Tuotannonsuunnittelu, -ohjaaminen, strategiset valinnat ja henkilöstön kehittäminen ovat palasia tuottavuudelle. Tuottavuus tehdään tuotantoprosessissa ja panokset tuotettavuuteen saadaan järjestelmän kautta, johon kuluu työvoima, materiaalit ja investoinnit. Tavoitteena suoriutua mahdollisimman pienillä resursseilla mahdollisimman suureen tuotokseen. (Kamensky, M. 2010.)

$$Tuottavuus = \frac{Tuotos}{Panos}$$

Kaava 2. Tuottavuus.

3 Mittaaminen ja tiedolla johtaminen

Tässä aiheessa käsitellään johtamista ja mittauksen merkitystä johtamisessa. Kerrotaan se mitä mitataan, tulee huomioitua ja se vaikuttaa ihmisten käyttäytymiseen.

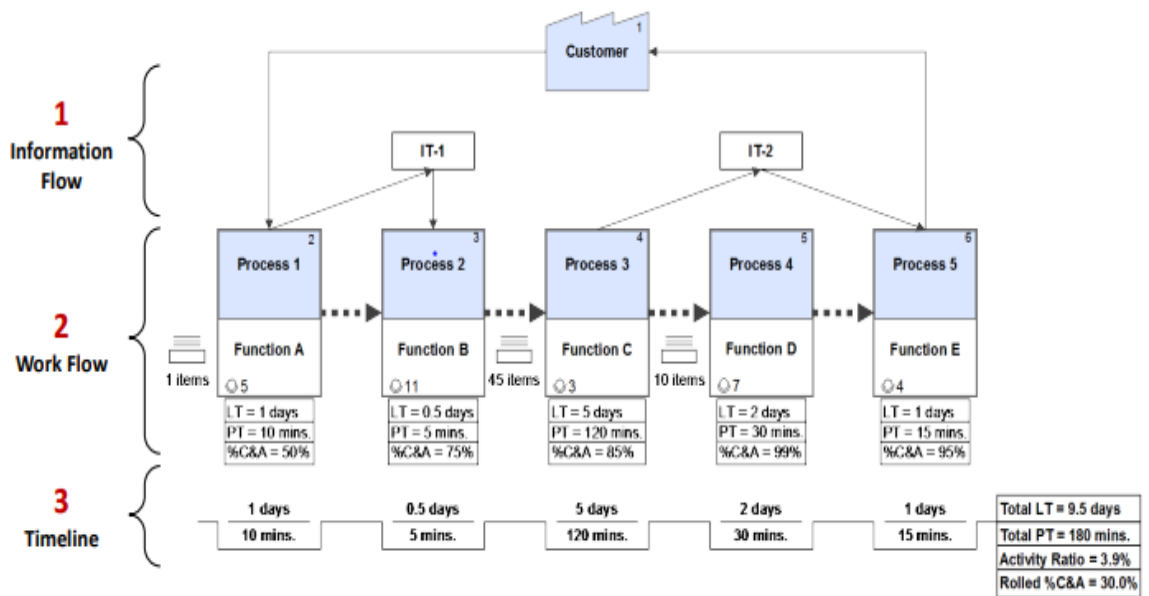
Johtajien on harkittava tarkkaan, mitä asioita haluavat mitata ja seurata organisaatiossaan, koska nämä mittarit voivat muokata käyttäytymistä ja vaikuttaa siihen, mihin energia ja ponnistukset suunnataan. Samalla se tunnistaa ihmisten luontaisen taipumuksen kilpailla ja ehdottaa, että kilpailu voi olla tehokas keino kannustaa ihmisiä saavuttamaan parempia tuloksia.

Mittarit määräävät asiat mitkä ovat tärkeitä, useissa asioissa ei tarvitse huolehtia luvuista vaan lukujen trendistä. Tärkeitä asioita on ymmärtää mittareiden tuomat ohjattavuudet ja mittareiden tulee olla selkeitä, eikä ristiriitaisia muiden viestimien kanssa. Huonoin tilanne olisi, että mitattavia asioita ei olisi lainkaan. (Carreira 2005, 15.)

3.1 Lean arvovirtakartoitus

Lean arvovirtakartoitus koostuu mistä tahansa työhön liittyvästä valmistuksen tapahtumavaiheiden määrittelystä. Sen tarkoituksena on sisällyttää vain ne toiminnot mistä on asiakkaalle arvoa. Tämä ajattelu ja toimintamalli pohjautuu asiakkaan näkökulmaan, jossa vain asiakkaalle tuottama arvo on kiinnostavaa.

Arvovirta on osa isoa toimintojen sumua, joka tuottaa arvoa kehityksen koko elinkaarelle. Virtaukset jotka sisältävät heikosti tai yhtään tuottavaa toimenpidettä prosessin hyväksi on tarkoitus minimoida tai tulla optimoiduiksi pois virtauksesta. Lisäarvon erittely tuottamattomasta työstä on tämän arvovirtakartoituksen perimmäinen tehtävä. (A value approach to product and systems development, Weiss, Stanley I. s.163–170)



Kuva 3. Arvovirtakarttoitus (Tuomas Mikkonen, Kuinka paljastan yrityksen salaiset sudenkuopat)

3.2 Läpimenoaika

Läpimenoaika kuvaa työn edistymistä tuotannossa. Läpimenoaika tarkoittaa tarvittavaa aikaa tilauksen vastaanottamisesta tuotteen toimittamiseen asiakkaalle. Kuva (3), esitetty mittaamisen ja vaiheistuksen suunnittelu alkaa tavoitteiden asettamisella ja mittareiden käyttöönotolla. Ratkaisuja selvitetään mittareiden ja dokumenttien analysoinnilla, joka antaa lopputulokseksi tilannekatsauksen nykyhetkestä kokonaisvaltaisesti.



Kuva 4. Läpimenoaikojen mittaaminen ja suunnittelu. (Samuli Holmström, Opinnäytetyö)

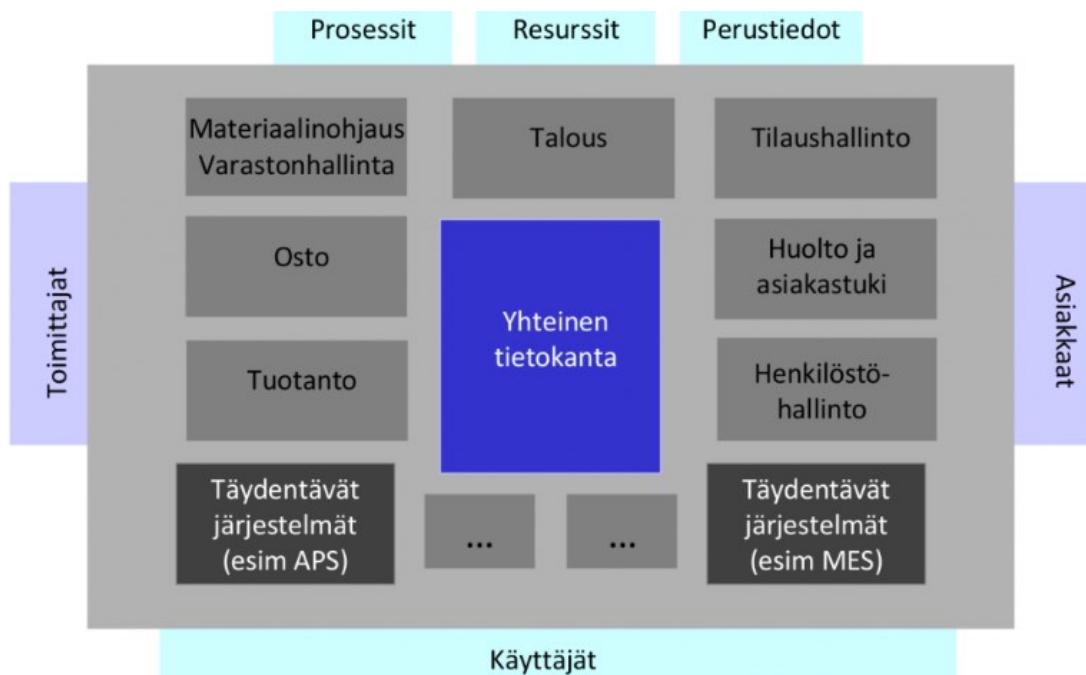
Usein puhutaan myös prosessin sykliajasta, joka viittaa tiettyyn tehtävään käytettyyn aikaan toisen samanlaisen tehtävän aloittamisesta käynnistääksesi samalla koneella tai samassa prosessissa. Prosessin läpimenoaika ei pidä sekoittaa läpimenoaikaan, joka sisältää normaalisti myös odotusajan ja ennen prosessia, sen aikana ja sen jälkeen. Myynnillekin tarkoitettu luotettava läpimenoaika on ehdottoman tärkeä työkalu, joka mahdollistaa asiakkaalle lupaamat tarkat toimitusajat. Myös läpimenoaika lisää asiakastyytyväisyyttä, kun nopeasta toimituksesta seuraa tyytyväisempiä asiakkaita.

3.3 ERP (Enterprise Resource Planning)

Toiminta perustuu nimensä mukaan yrityksen resurssien hallintaa ja suunnitteluun. Kehityksen ja tehokkuuden lisääntyessä tarvitaan tehokkaampia ja automatisoituja hallinnon työkaluja. ERP-järjestelmistä puhuttaessa tarkoitetaan yritysten laajempia ohjaukseen tarkoitettuja tietojenkäsittelyjärjestelmiä. Normaalisti tällaiset järjestelmät ovat yhdistettynä yhteiseen tietokantaan, joka palvelee organisaatiota reaaliaikaisella ja läpinäkyvällä tiedolla. Virheellinen tieto järjestelmässä on vaarallista ja erittäin raskasta selvittää ja korjata, siksi tietojen lisäämisen käsittelyssä on suotavaa

huolehtia tiedon aukeallisuudesta ja ajan tasaisuudesta. (Juha-Matti Lehtonen, v.2004)

Toiminnan erilaiset kohteet kuten tilausten käsittely, varaston- ja materiaalinhallinta, että kirjanpito hyödyntävät yhteisesti tätä ohjelmakantaa. Moderneissa toiminnanohjausjärjestelmissä toimintoja on jaettu moduuleittain, jolloin niiden käytön voi ajoittaa tarpeeseen tai oikeaan vaiheeseen. Tavoitteena järjestelmien hyödyntämisellä on tehokkuuden parantaminen, taloudellisempi ja organisoidumpi materiaalinohjaus, pienemmät varastoinnit, kapasiteetin korkea käyttöaste, yleisesti parempia resurssien käyttäjiä. Asiakaspalvelu tarvitsee tietoa toimitusajoista voidakseen vastata markkinoiden tarjontaa, toimitusvarmuus perustuu kokemukseen ja tietoon. (logistiikanmaailma, viittaus)



Kuva 5. Yrityksen resurssien suunnittelu (Tuotantotalous, Juha-Matti Lehtonen)

4 Työntutkimus

Tutkimusstrategiat voidaan perinteisesti jakaa kolmeen pääryhmään.

Ensimmäinen näistä on kokeellinen tutkimus, joka tunnetaan tyypillisesti siitä, että siinä analysoidaan näytteitä tai muutetaan niitä kokeellisesti tutkiakseen, miten tuloksissa havaitut muutokset vaikuttavat niihin. Tämän tyyppisessä tutkimuksessa halutaan selvittämään syy-seuraussuhteita. (Hirsjärvi 2007, s130.)

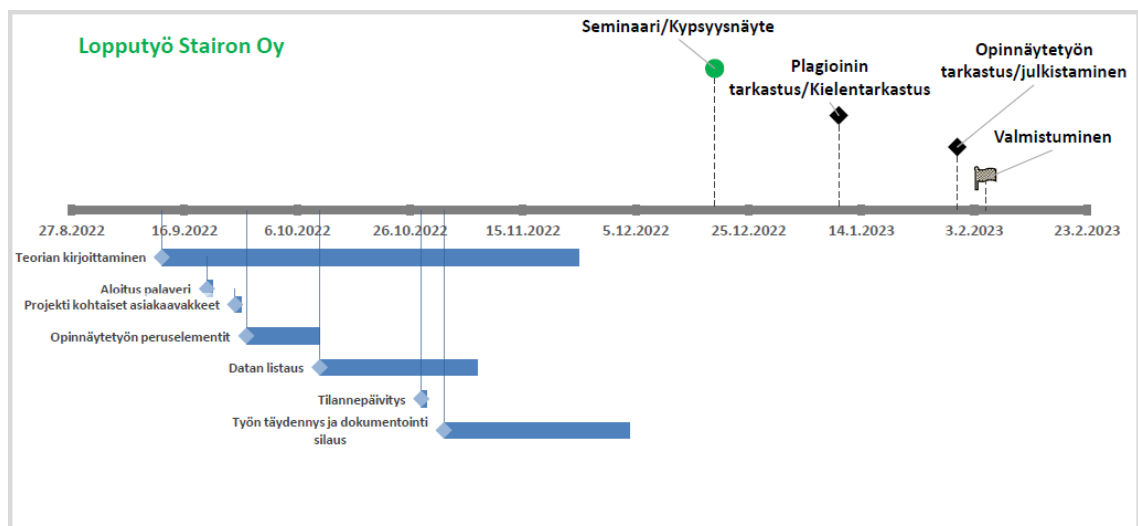
Toinen strategia on survey-tutkimus, joka toteutetaan kyselytutkimuksen avulla. Tässä tutkimusmenetelmässä kerätään tietoa eri haastateltavilta tai organisaatioita kyselylomakkeiden avulla ja näiden kerättyjen tietojen perusteella suoritetaan analyysi. (Hirsjärvi 2007, s130.)

Viimeinen tutkimusstrategia menetelmä on tapaustutkimus, jossa valitaan yksittäinen tapaus, tilanne tai joukko tapauksia, ja pyritään kuvailemaan ja tarkentamaan niiden ilmiöitä ja seurauksia. Tällainen tutkimus soveltuu erityisesti prosessien ymmärtämiseen ja eri muuttujien vaikutusten selvittämiseen. Tapaustutkimukset ovat normaalisti syvällisiä ja yksityiskohtaisia tutkimuksia. Näiden kolmen päästrategian valinta riippuu työntutkimuksen aiheesta ja -tavoitteista sekä käytettävissä olevista resursseista ja aineistoista. Strategian valinnalla on omat vahvuutensa ja heikkoutensa, ja niitä voidaan myös yhdistellä tarpeen mukaan tutkimuksen monipuolisuuden lisäämiseksi. (Hirsjärvi 2007, s130.)

4.1 Valmistusvaiheiden suunnittelu

Valmistelut tutkimukseen aloitettiin marraskuussa 2022, tuolloin minulta kysyttiin millaiset asiat itseäni kiinnostaa ja mihin haluaisin suuntautua. Tämä työtutkimus esiteltiin minulle, sillä omaan pidemmän kokemuksen kyseisestä firmasta ja siitä olisi hyötyä opinnäytetyön kokonaisuuden hahmottamisessa. Aloituspalaverissa kävimme läpi perusalueet ja tavoitteet. Hyväksyin ja kiinnostuin aiheesta saman tien.

Työhön tarvittavat työkalut ja oikeudet selvitettiin, lisäksi kävimme alustavan aineiston yhdessä läpi ja se annettiin minulle myös käyttöön. Tein GANT-aikajanan, jossa alustavat tapahtumat, deadlineet ja palaverit ovat esitettynä.



Kuva 4. Tavoitteet

Raaka-aineiston haravoiminen tutkimukseen oli minun vastuullani sekä sen loppuanalysointi ja perusteet. Järjestin aikataulunmukaisia palavereja johdon kanssa, jossa esitin kysymyksiä ja sain ohjeistusta oikeaa lopputulosta kohden. Analysoinnissa käytin omaa kokemusta alasta ja tuotteista. Lisäksi käytin apuna opinnäytetyössä käyttämiäni lähteitä oikeiden analyysien tekemisessä.

5 Tulosten dokumentointi

Analysointi suoritetaan Excel-taulukolla ja mittausdatan oikeaan optimoimiseen käytetään pivotointia. Aluksi rajataan mittadata tietylle kohteelle ja muokataan mahdollisimman todenmukainen graafi kuvastamaan tehon huippuja ja laskuja. Tuoteperheiden kohdalla, jokaisesta suoritetusta uniikista kuvaajasta perusteluineen. Mittausdataa ei tässä vaiheessa ole vielä täysin Back testattu, joten tulokset vaativat vielä lisää toimenpiteitä tarkempaan mittaustulokseen.

5.1 Analysointi

Tuoteryhmä 1, (kuvio 1): Tuotteita on valmistettu koko mittausajan 2013–2022, pylväsdiagrammit havainnollistavat kehityksen pientä laskusuhdannetta ensimmäiset 6 vuotta. Selkeästi mittaushistorian pienimmät kilomääräiset läpäisyt ovat 2014–2016. Seuraavaksi 2016–2018 aikajakso päättyy nousevaan suhdanteeseen, jota tarkasteltaessa pohjautuu ainakin jossain määrin tuotannon määrään.

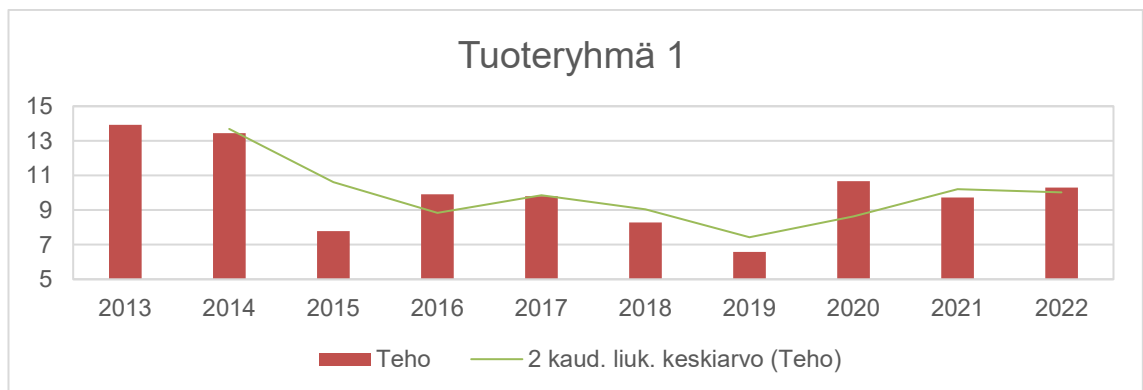
Tuoteryhmä 2, (kuvio 2): Teho-diagrammia analysoitaessa voidaan helposti todeta, että suunta on oikea ja oikeita asioita pystytään tekemään vuosi toisensa jälkeen. Mittausdataa on pitkältä ajalta ja tuotteiden suunnittelu/esivalmistus ja kokoonpano ovat henkilöstölle tuttuja.

Tuotantomuodon ollessaan erä- tai projektikohtaista, ei se yleensä palvele korkeaa kilomääräistä teholumia. Massatuotannossa taas pystytään tekemään suurempia määriä pienemmässä ajassa, kun tuotteet ovat yksinkertaisempia.

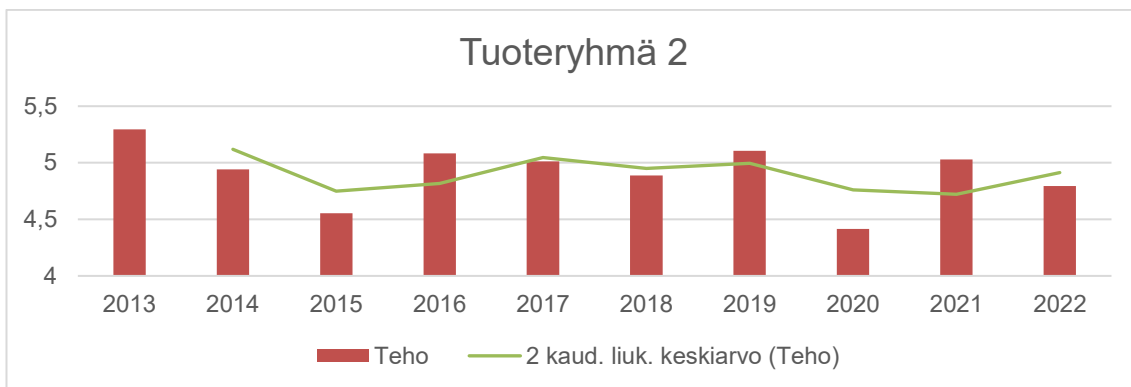
Tuoteryhmä 3, (kuvio 3): Tuotteiden osien valmistus ei vaadi useita laitteita eikä koneiden asetusajoja. Jouhevan ja selkeän valmistuksen saamiseksi layout suunnitelma ja varastointi määräävät turhan liikuttelun pois valmistusajasta ja parantavat imuohjautuvaa tekemistä. Kun tarkastellaan tuoteryhmän vuosikohtaista keskiarvoa teholuista, niin tulee mieleen, onko tavoitteet ja

työhön vaadittavat edellytykset ja ohjaus valmistuksen mukana. Huipputulokset ovat vuodelta 2013 ja sieltä hiivuttu noin 10Kg/h alas, onko tuotteille tapahtunut merkittäviä valmistukseen vaikuttavia kehityksiä vuosien varrella?

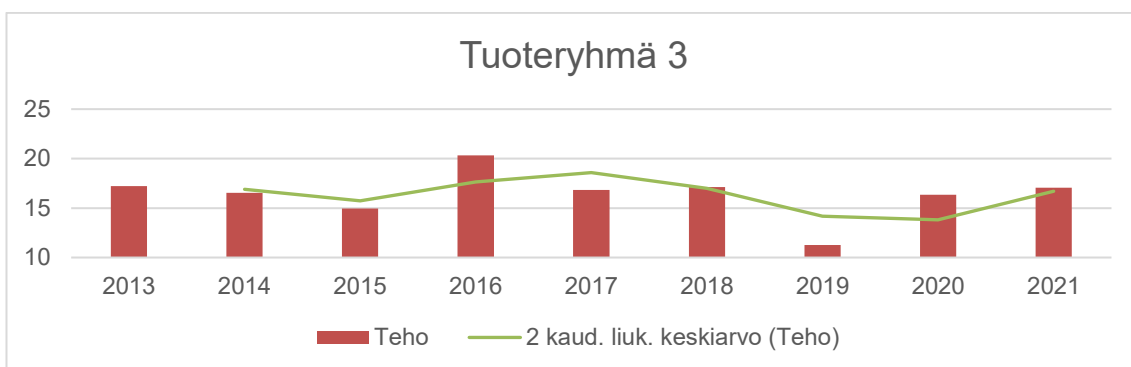
Tuoteryhmä 5, (kuvio 5): Toteutuneet kilomäärät vuosittain ovat suuria ja vaihtelevia, kaupallisesti tyypillinen konepaja kun valmistuksen määrää riippuu kysynnästä. Tuotteet ovat Make to Order (MTO), joten varmuusvarastoa ei ole. Lisäksi pienimmät tuotteet sisältävät useita satoja erilaisia kappaleita ja suuremmat tuotteet tuhansia kappaleita. Diagrammin rajusta heittelystä voidaan päätellä tuotannon vaihtuvuutta ja kehittämisen puutetta. Tästä voidaankin olettaa myös valmistuksessa olevan tilanteita, missä tuotanto pysähtyy ja päädytään tutkimaan sen ohjausta ja hallintaa.



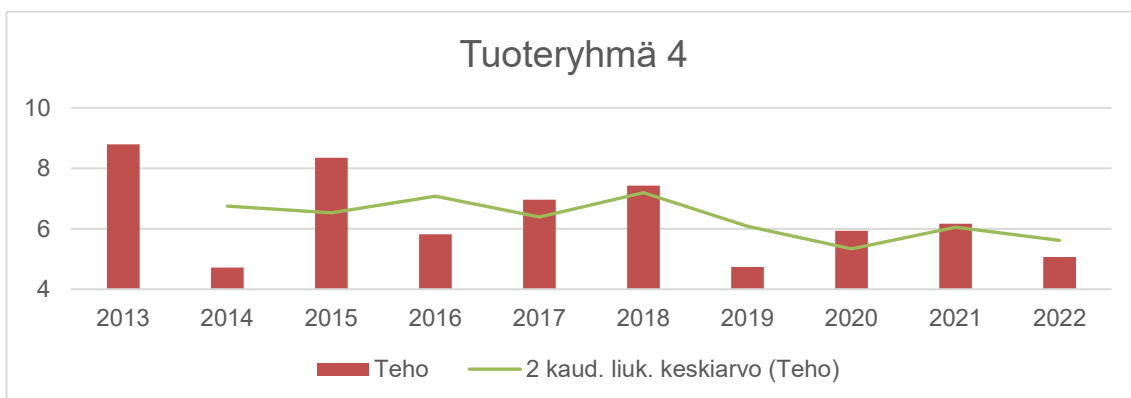
Kuvio 1 Tehokkuus tuoteryhmä 1



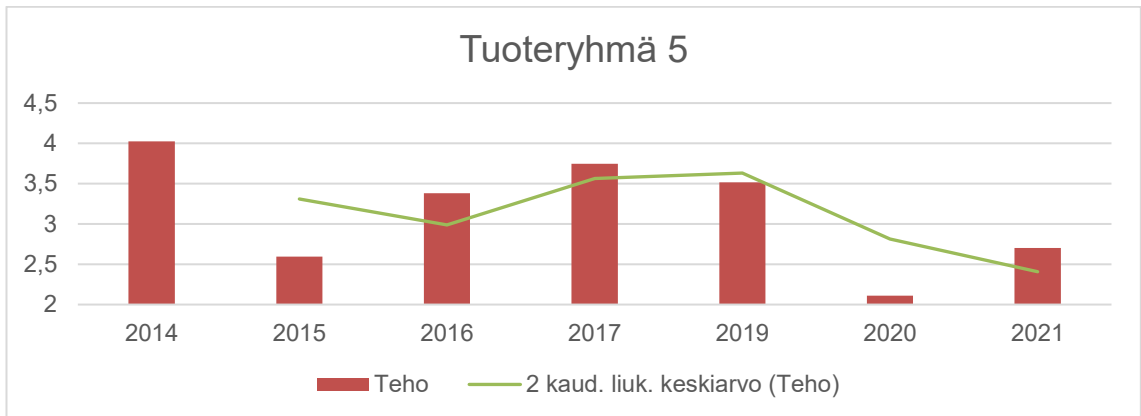
Kuvio 2 Tehokkuus tuoteryhmä 2



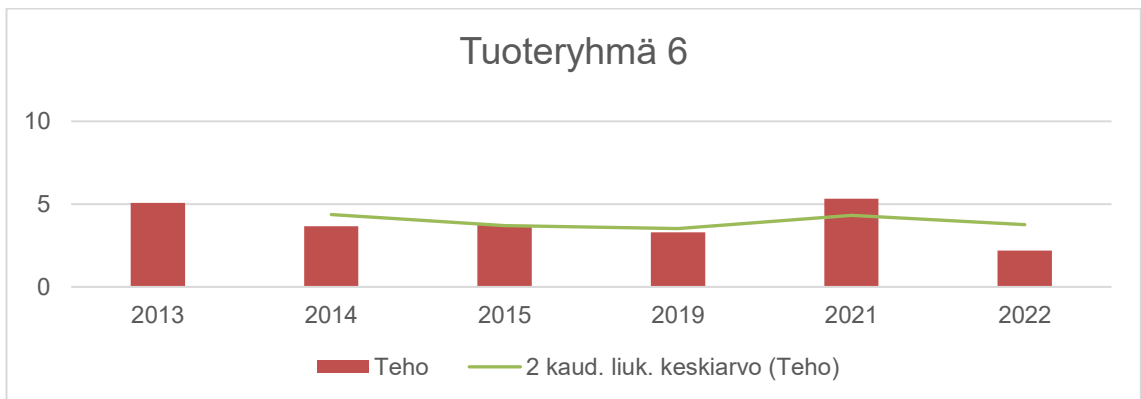
Kuvio 3 Tehokkuus tuoteryhmä 3



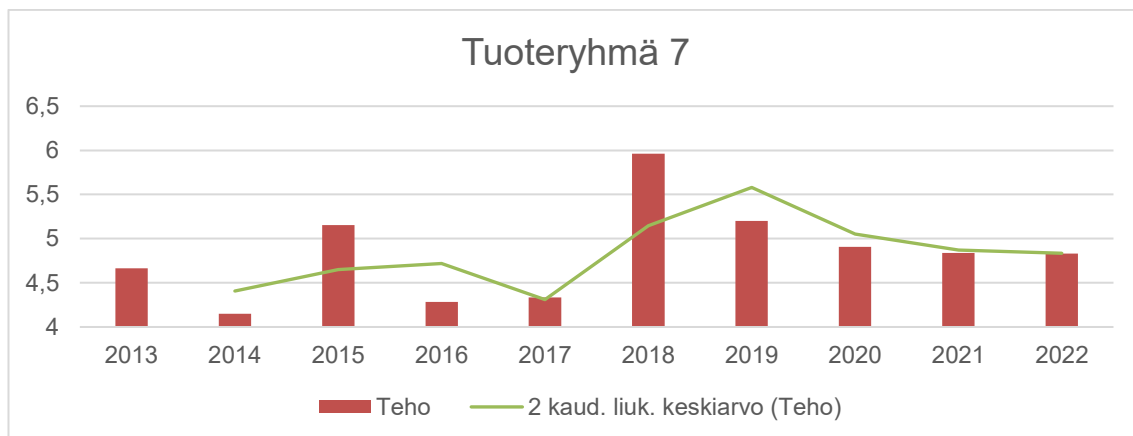
Kuvio 4 Tehokkuus tuoteryhmät 4



Kuvio 5 Tehokkuus tuoteryhmä 5



Kuvio 6 Tehokkuus tuoteryhmät 6



Kuvio 7 Tehokkuus tuoteryhmä 7

Riviotiskot	PROSESSI 1.	PROSESSI 2.	PROSESSI 3.	PROSESSI 4.	PROSESSI 5.	PROSESSI 6.	PROSESSI 7.	PROSESSI 8.	PROSESSI 9.
TUOTERYHMÄ 1.									
2013	5517	78154	760			8438992	842	233	
2014	11747	7197	1009			109499	1027	258	
2015	10515		755	9982			397	212	
2016	2215	2454	644				734	288	
2017	12090		763			3028	564	301	1187
2018	8281	3407	783			1045	539	147	2421
2019	8083	6991	786			1368	741	224	
2020	3680	13744	1113			1575	1032	280	
2021	7065	20597	730			1308	386	212	
2022	23631	17601	695			764	705	243	
TUOTERYHMÄ 2.									
2013	396	1023	77				1959	157	
2014	244	232	67				2329	122	
2015	254	334	85			95772	598	194	
2016	474	225	90		54008	1699	564	225	
2017	424	259	114			2020	1280	305	
2018	403	238	105		733743	325	1173	227	
2019	738	253	127			346	1421	245	
2020	985	246	122			272	1137	224	
2021	1959	262	129			453	3255	250	4767
2022	353	211	116			310	1003	596	
TUOTERYHMÄ 3.									
2013	4379	11488	909	6872			1420	885	
2014	3780	7977	2129				2081	1643	
2015	3639	9493	974	2256			1409	931	
2016	17654	12534	1609	3036		4550	1642	2618	
2017			1157	3676			806	1388	
2018	22403		1516	3184		1644	927	1135	
2019			1257			1594	1194	1005	
2020			1398			1565	1036	1069	
2021	5753		983			1498	793	1381	
TUOTERYHMÄ 4.									
2014	41754		50822					6704	27
2016	111849						6087		26

Taulukko 1 Tuoteryhmän resurssikohtainen matriisitaulukko.

6 Yhteenveto ja pohdinta

Tähän opinnäytetyöhön täsmättiin aloituspalaverissa selkeät rajaukset ja tavoitteet. Tavoitteena oli tuotannon tuottavuutta mittaavien mittareiden kehittäminen ja hyödyntäminen myynnissä, suunnittelussa ja johtamisessa. Aloitusdata ladattiin ERP-järjestelmästä tietyltä lomakkeelta, jolta dataa saisimme parhaiten vastaamaan tarpeellisten ja suunniteltujen mittareiden vertailukohtia, visiota ja tarpeita.

Lomakkeita järjestelmästä löytyy erilaisiin tilanteisiin ja käyttötarkoituksiin mm. tuotantoon, asiakaslähtöiseen palveluun, laatuun, henkilöstöjohtamiseen, ostotoimintaan ja myyntitilauksiin. Aloitus Excel-taulukon sisällytettiin siis tilauskohtaisesti kaikki projektit, jotka kuuluivat rajaukseen ja tuohon pohjaan projekti kerrallaan etsittiin painoarvoja.

Painoarvojen luotettavuus on korkea, mutta graafisien analysointien pidemmällä tarkastelulla marginaalivirheitä voi löytyä. Mittaustuloksien tarkkuuteen vaikuttavia asioita ovat myös toteutuneiden työtuntien vaihekohtaiset ajat, rajauksen takia joidenkin tilauksien osakokonaisuuksia eli positioita puuttuu vertailusta.

Lisäksi tilauksien kokonaisvääristymää lisää tilanteet, joissa materiaalikustannuksia, lisätöitä tai työaikaleimauksia on kirjattu vain yhdelle positiolle, mutta kustannukset on hajautettu tasaisesti projekteille. Tilauksen luonnista ja tilaukselle luoduista positioista lasketaan kokonaisuus tilaukselle. Tällä hetkellä erilaisia työvaiheita on tarkasteltavana 35 positiota. Joillakin työvaiheilla on yhteyksiä mitkä mahdollistaisivat yhdistämällä keskitetympiä kokoonpano mittaus tehoja.

Kun data on jälkitestattua ja täysin analysoitua, voidaan taulukon arvot importoida takaisin ERP-toiminnanohjausjärjestelmään ja lisätä teholuville oma sarake, joka ilmaisee tehokkuutta tuotannon eri vaiheissa. Päämääränä onkin seurata kilomääräisiä liikkeitä aikaan nähden, yhtenä tuotannon mittarina

tulevaisuudessa. Opinnäytetyössä suoritettuja mittareita voidaan hyödyntää helposti kaikkien osastojen kesken, tuotteiden erilaisuudesta huolimatta.

Kokonaisvaltaisen mittariston ylös ajaminen ja käyttöönotto yrityksessä tarvitsee järjestelmätoimittajan ja yritysjohdon yhteistyötä. Tämä pohjustustyö voi toimia aloituksena yrityksen tuottavuuden, suunnittelun ja dokumentointiin tarkoitettujen mittaristojen kehityksessä. Lisäksi täytyy muistaa, että olemassa ei ole yhtä oikeaa mittaristomallia tai variaatioita. On olemassa monenlaisia vaihtoehtoja, joista yrityksen tulee valita itselleen sopiva tai niiden yhdistelmä.

Työntutkielman tuloksena koottu Excel-taulukko mittausdatasta jää yrityksen jatkuvan kehityksen ja vielä tarkemman analysoinnin sekä arvioinnin käyttöön. Mittadata on tulkittavissa ja analysoitavissa hyvin, kun tietojen koostaminen on tehty järkevästi ja suunnitellusti. Päädata taulukosta voidaan korjata rivejä ja päivitellä dataa ja pivotoida uusille taulukoille kuvaajia mittausdatasta, ohje- ja väliaikaistuloksia yhdisteltäessä viimeisen datan keräämiseksi.

Lähteet

Carreira, B. 2005. Lean manufacturing that works: powerful tools for dramatically reducing waste and maximizing profits. New York: AMACOM

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. Keuruu: Otava.

Juha-Matti Lehtonen, v.2004

Kankkunen, K., Lehtinen, L. & Matikainen, E. 2005. Mittareilla menestykseen, sokkolennosta hallittuun nousuun. Helsinki: Talentum

Kamensky, M. 2010. Strateginen johtaminen, 2 painos. Talentum Media Oy

Logistiikan maailma 2022a. Viitattu 26.8.2023 Lean-ajattelu.

<https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/leanajattelu/>.

Martin, K. & Osterling, M., 2014. Value Stream Mapping: How to Visualize Work Align Leadership for Organizational Transform. 1 toim. McGraw Hill Education. 224 p.

Pietari, N. 2016. Tuotannon mittarit. Seinäjoen Ammattikorkeakoulu, Teknologia johtamisen Tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö, https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/166709/Pietari_Niko.pdf?sequence=2

Parempiin tuotantostrategisiin päätöksiin, (Ismo ruohomäki, Juha-Pekka Anttila, Annika Heikkilä, Markku henttua, Minna Kansola, Kalervo Leino, jukka Paro, Timo salmi, s.24–27).

Seppo Saari, Tuottavuus, väitöskirja, v.2001

Torkkola, S. 2015. Lean asiantuntijatyön johtamisessa. Helsinki: Talentum Pro

Teollisuustalous (Martti J.Haverila, Erkki Uusi-Rauva, Ilkka Kouri, Asko miettinen, s.20,398–399,402,430.)

Tuomas Mikkonen, Kuinka paljastan yrityksen salaiset sudenkuopat: viitattu <https://www.connection.fi/kuinka-paljastan-yrityksen-salaiset-sudenkuopat/> 21.11.2023

Tuottava tehdas, Arne Peltonen, 1997.

A value approach to product and systems development, Weiss, Stanley I.

Yrityksen kotisivut, Viitattu 26.8.2023, <https://www.stairon.fi/>

Samuli Holmström, Opinnäytetyö

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/337184/Holmstr%C3%B6m_Samuli.pdf?sequence=2