



jamk

Lentokonesuunnittelun töiden ohjaamisen kehittäminen

Santtu Heinonen

Opinnäytetyö

Tammikuu 2024

Tekniikan ala

Insinööri (AMK), Konetekniikka

Heinonen Santtu

Lentokonesuunnittelun töiden ohjaamisen kehittäminen

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Tammikuu, 2024, 62 sivua

Konetekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Opinnäytetyö toteutettiin toimeksiantona Patria Aviation Oy:lle. Työ toteutettiin kehittämistutkimuksena lentokonesuunnittelun töiden ohjaamisen toiminnan kehittämiseksi. Tavoitteena oli tuottaa toimenpideehdotukset, joiden avulla toiminnan ohjaamista voisi kehittää sujuvammaksi lentokonesuunnittelun pientöiden ryhmän toiminnan ohjaamiseksi. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä esitutkimus, miten toiminnan ohjaamista voisi kehittää.

Opinnäytetyön toteutus tehtiin tutkimuksellisenä kehittämistyönä, jossa hyödynnettiin pääasiallisesti laadullisia tutkimusmenetelmiä. Aineiston keruu pohjautui pääasiassa haastatteluihin sekä joko toimeksiantajan järjestelmistä tai järjestelmien toimittajien verkkosivuilta saatuihin tietoihin. Tutkimuksen aluksi määritettiin työn rajaus, jossa keskityttiin pelkästään pientöiden ohjaamisen toiminnan kehittämiseen vuoden 2023 tehtyjen töiden tietojen perusteella. Tutkimus ei myöskään koskenut muita suunnitteluryhmiä ja heidän toimintansa ohjaamiseen liittyviä asioita. Tutkimuksen ulkopuolelle rajattiin myös kehitysehdotuksien tuottamat toimenpiteet ja niiden käyttöönotto kokonaan.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi kehittämissuositukset, jotka esitettiin yksikön johtajalle, kuinka toimintaa jatkossa voisi kehittää kyseisen ryhmän pientöiden toiminnan ohjaamisen kehittämiseksi. Tulokset perustuvat asiantuntijoiden haastatteluista saatuihin selvityksiin ja työn toteuttajan näkemyksiin pohjautuen.

Johtopäätöksenä toiminnan kehittäminen ja sopivien järjestelmien käyttäminen toiminnan ohjaamiseksi voisi helpottaa useita asioita jatkossa ryhmän toiminnan kannalta.

Avainsanat (asiasanat)

Toiminnanohjaus, Tuotannonohjaus, Suunnittelu, Asiantuntijatyö, Prosessi, ERP, MES

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Julkisuuslain 621/1999 24§, kohdan 20: yrityksen liike- tai ammattisalaisuus, salassapitoperusteen mukaisesti kaikki liitteet on poistettu julkisesta käytöstä. Liitteiden salassapitoaika on kymmenen (10) vuotta työn julkaisusta.

Heinonen, Santtu

Development of the control of aircraft design works

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, January 2024, 62 pages.

Degree Programme in Mechanical Engineering. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The thesis was carried out as a commission for Patria Aviation Oy. The work was carried out as a development study to develop the operations of aircraft design work. The aim was to produce proposals for measures that could be used to develop the control of operations in a more fluent way to control the operations of the small-work group in aircraft design. The purpose of the thesis was to conduct a preliminary study on how to develop the steering of operations.

The implementation of the thesis was carried out as a research-based development, using mainly qualitative research methods. The data collection was mainly based on interviews and information obtained either from the contractor's systems or from the suppliers' websites. At the beginning of the study, a delimitation of work was defined, focusing solely on the development of the operation of directing small work based on the data of the work carried out in 2023. The study also did not cover other design work groups and matters related to directing their activities. The measures produced by the development proposals and their introduction were also excluded from the study.

The result of the thesis was development proposals, which were presented to the head of the unit to select how the activities could be developed in the future to guide the activities of the group in question. The results are based on reports obtained from interviews with experts and based on the views of the person carrying out the work.

As a conclusion, developing operations and using suitable systems to guide operations could make several things easier in the future for the group's operations.

Keywords/tags (subjects)

Production control, Manufacturing control, Design, Expert work, Process, ERP, MES

Miscellaneous (Confidential information)

All appendices are confidential and removed from public work. As a base for the secrecy is 24§ section of the Act on the Openness of Government Activities (621/1999), information concerning business or professional secrets of the company. The confidentiality period is ten (10) years from the date of publication.

Sisältö

Käytetyt termit ja lyhenteet	4
1 Johdanto	5
1.1 Työn toimeksiantaja	6
1.2 Työn tavoite.....	6
2 Tutkimusmenetelmät	7
2.1 Kehittämistehtävän tavoitteet	7
2.2 Tehtävän rajaus	8
2.3 Tutkimusasetelma	9
2.3.1 Kvantitatiivinen ja kvalitatiivinen tutkimus	9
2.4 Menetelmän valinta	10
2.5 Kyselyhaastattelu	11
2.6 Kyselylomake.....	12
2.7 Aineistonhallinta	13
2.8 Eettiset periaatteet	13
2.8.1 Haastateltavien informointi.....	13
2.8.2 Haastatteluaineiston litterointi	13
2.9 Laadullisen tutkimuksen arviointi	14
2.9.1 Tulkinnan yleistäminen.....	14
2.9.2 Luotettavuus (reliabiliteetti).....	14
2.10 Tutkimusetiikka	15
3 Teoria.....	15
3.1 Toiminnanohjausprosessi.....	15
3.2 Toiminnanohjaus.....	16
3.2.1 Kokonaissuunnittelu	18
3.2.2 Karkeasuunnittelu.....	18
3.2.3 Hienosuunnittelu	19
3.3 Tuotannonohjaus	22
3.4 Toiminnanohjauksen tietojärjestelmät.....	22
3.5 Prosessikuvaus	23
3.6 Tunnusluvut ja mittarit.....	25
3.7 Toiminnan kehittämisen kokonaisuus	26
3.7.1 Hyvät käytännöt.....	27
3.7.2 Kapasiteetin ja sen käyttöasteen parantaminen.....	27

3.7.3	Läpäisyajojen lyhentäminen	29
3.7.4	Toiminnanohjauksen tietojärjestelmät ja tiedonhallinnan automatisointi	30
3.8	Digitaalinen kaksonen	31
4	Nykytilanteen kartoitus	31
4.1	Käytössä olevat toiminnanohjausjärjestelmät.....	33
4.1.1	V10-toiminnanohjausjärjestelmä	33
4.2	Käytössä olevat MES-järjestelmät.....	34
4.2.1	EFACTE.....	34
4.2.2	TEAMS-Planner	34
4.2.3	Jira Software	35
4.2.4	MS Project.....	35
4.2.5	iPes-tuotannonohjausjärjestelmä	36
4.2.6	Solumina-tuotannonohjausjärjestelmä.....	37
4.3	Käytössä olevat mittarit	38
4.4	Prosessikuvaus tällä hetkellä.....	39
4.5	Toiminnanohjausjärjestelmästä saatavissa oleva data.....	39
4.6	Integraatiot.....	40
5	Työn tulokset.....	41
5.1	Ryhmän tilannekuva.....	41
5.2	Tunnistetut haasteet prosessikuvausten suunnitteluvaiheessa	42
5.3	Toiminnanohjausjärjestelmän data	43
5.4	Nykyiset mittarit.....	44
5.5	Hyvät käytännöt	44
6	Johtopäätökset.....	45
7	Toimenpide-ehdotukset.....	45
7.1	Yleistettävyyys ja luotettavuus	48
7.2	Eettisyys.....	48
Lähteet		49
Liitteet		51
Liite 1.	Prosessikaavio ennen muutoksia (salassa pidettävä).	51
Liite 2.	Prosessikaavio jo tehtyjen muutosten osalta (salassa pidettävä).	52
Liite 3.	Power Bi-data resurssien käytettävyydestä (salassa pidettävä).	53
Liite 4.	Power-Bi näkymä yhdestä ryhmän työtilauksesta kuormituksena (salassa pidettävä).	54
Liite 5.	Patria järjestelmäarkkitehtuuri kuvaus toiminnan- ja tuotannonohjausjärjestelmistä (salassa pidettävä).....	55

Liite 6. V10 toiminnanohjausjärjestelmän kuvaus suunnitteluosaston resurssiryhmistä (salassa pidettävä).....	56
Liite 7. V10 toiminnanohjausjärjestelmästä saatu kuvaus suunnitteluosaston suunnitellusta työkuormasta (salassa pidettävä).....	57
Liite 8. Ryhmän ennuste 2022 vuoden lopussa olevasta työkuormasta vuodelle 2023 sekä tilanne vuoden 2023 joulukuussa sen hetkisestä toteumasta (salassa pidettävä).....	58
Liite 9. Ryhmän suunnittelytyöt kuvaaja (salassa pidettävä).....	59
Liite 10. Ensimmäinen esimerkki tuotannonohjausjärjestelmän hyvistä käytännöistä (salassa pidettävä).....	60
Liite 11. Ensimmäinen esimerkki hyvistä käytännöistä toiminnanohjausjärjestelmän rakenteesta (salassa pidettävä).....	61
Liite 12. Toinen esimerkki hyvistä käytännöistä toiminnanohjausjärjestelmän rakenteesta (salassa pidettävä).....	62

Kuviot

Kuvio 1. Tutkimusprosessin vaiheet (Kananen, J. 2014, 31).....	9
Kuvio 2. Kehittämissyklin vaiheet (Kananen 2015, 42).....	11
Kuvio 3. Tuotannonohjausprosessin vaiheet (Haverila ym. 2009, 409).....	16
Kuvio 4. Rullaavan suunnittelun periaate (Martinsuo ym. 2016, 142.).....	17
Kuvio 5. Taaksepäin ja eteenpäin ajoitus (Haverila ym. 2009, 419).....	21
Kuvio 6. Organisaatio avoimena teknis-sosiaalisena järjestelmänä ja sen kytkeytyminen arvoa tuottaviin prosesseihin (Martinsuo ym. 2015, 187).....	24
Kuvio 7. Erilaisia keinoja toiminnan kehittämiseen (Martinsuo ym. 2016, 359).....	26
Kuvio 8. Esimerkki kuormitussuhteen laskemisesta (Haverila ym. 2009, 400).....	27
Kuvio 9. Resurssitehokkuus johdettuna kaavasta (Piirainen, A. 2020).....	28
Kuvio 10. Havainnollistus läpäisyajan koostumuksesta (Martinsuo ym. 2016, 362).....	29
Kuvio 11. Virtaustehokkuus johdettuna kaavasta (Piirainen, A. 2020).....	30
Kuvio 12. Näkymä esimerkki Solumina MES-järjestelmästä.....	38

Käytetyt termit ja lyhenteet

ERP = Enterprise Resource Planning termi, joka kuvaa yrityksen toiminnanohjausjärjestelmää.

MES = Manufacturing Execution System termi, joka kuvaa tuotannon ohjaamiseen, johtamiseen ja kehittämiseen liittyvää työkalua, tämä järjestelmä on usein integroitu toiminnanohjausjärjestelmään.

PLM = Product Lifecycle Management termi, joka kuvaa tuotteen elinkaaren hallintaa. Tällä järjestelmällä pyritään hallinnoimaan tuotetietoja ja sen elinkaarta ja hyvin usein on kanssa integroituna toiminnanohjausjärjestelmään.

SOP = Sales and Operations Planning termi, joka kuvaa yrityksen strategista prosessia, jossa yhdistetään yrityksen eri toimintojen tieto ja näkemys tulevaisuudesta, että nykytilasta yrityksen yhteiseksi suunnitteluprosessiksi. Toisin sanoen kysynnän ja tarjonnan suunnitteluprosessi.

Plana= IBM Planning Analytics-ohjelmisto yrityksen käytössä olevaan myynnin ja kysynnän enustamis- ja seurantajärjestelmä.

Prosessi = toisiinsa liittyvien toimintojen joukko, joilla prosessiin tulevat syötteen muutetaan tuotoksiksi

Toiminnanohjaus = Yrityksen tilaustoimitusketjun eri toimintojen ja tehtävien suunnittelua ja hallintaa tarkoittava termi

Tuotannonohjaus = Tuotannonohjaus käsitteenä on suppeampi termi kuin toiminnanohjaus. Tuotannonohjaus keskittyy siihen, miten asiat tehdään käytännössä, eli mitä, mistä ja miten jokin tuote esimerkiksi valmistetaan.

1 Johdanto

Toiminnanohjauksella tarkoitetaan yrityksen tilausketjujen eri toimintojen ja tehtävien suunnittelua ja hallintaa. Yrityksissä tapahtuu päivittäin useita erilaisia suunnitteluun, valmistukseen ja materiaalinkäsittelyyn liittyviä tehtäviä. Ohjaaminen koskee eri toimintoihin liittyvää suunnittelua, päätöksentekoa, toteutusta ja valvontaa. Toiminnanohjauksen tavoite on organisoida ja ohjata toimintaa niin, että yrityksen tuotannon tavoitteet toteutuvat parhaiten. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 397.)

Toiminnanohjauksessa huomion kohteena on siis ne henkilöt tai asiat, joilla tuotteita ja palveluja tuotetaan. Toiminnanohjausjärjestelmän tulisi olla ohjattavissa ja siitä olisi saatava ajantasainen tilannekuva nykyhetkestä sekä parhain mahdollinen ennuste tulevaisuuteen, jotta päätöksenteko olisi mahdollisimman tehokasta. Mitä parempi ohjattavuus on, sitä paremmin voidaan edistää resurssien kohdentamista tehokkaasti, välttää ylimääräisiä virheitä ja minimoida ylimääräisiä kustannuksia. Ohjattavuuden kehittämällä saadaan parannettua myös tuotannon tehokkuutta toisinsanoen. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2016, 139–140.)

Opinnäytetyön toimeksiantajalla Patria Aviation Oy:ssä ja tarkemmin Operations-liiketoiminnan Aeronautical Engineering & Avionics-yksikössä haluttiin kehittää töiden ohjaamista ja seurantaan. Kyseisessä yksikössä oli havaittu töiden ohjaamisen olevan nykyisillä työkaluilla käyttäen haasteellista kokonaistilannekuvan, työhyvinvoinnin, aikatauluttamisen, resurssien käytettävyyden sekä niin sisäisen kuin myös ulkoisen asiakastyytyväisyyden osalta, jolloin toiminnanohjausta voisi kehittää parempaan suuntaan koko suunnitteluosaston toiminnan parantamiseksi.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, miten töitä ohjataan tällä hetkellä käytettävissä olevilla tuotannonohjausjärjestelmillä. Tutkimuksessa on tarkoitus myös selvittää prosessikuvauksen keinoin, miten työt ohjautuvat ja mitä niistä syntyy tuotoksena ja kuinka järjestelmät tukevat prosessia tällä hetkellä. Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa kehitys- tai toimenpidelistaehdotus yksikön päällikölle, miten töiden ohjaamista tulisi kehittää jatkossa. Esitetyt ehdotukset tulevat muodostumaan tehtyihin havaintoihin sekä teoriaan perustuen.

1.1 Työn toimeksiantaja

Patrian internetsivujen mukaan yritys on kansainvälinen puolustus-, turvallisuus- ja ilmailualan luotettu elinkaaren tukipalvelujen, lentokoulutuksen ja teknologiaratkaisujen tuottaja. Patria tarjoaa kaluston käytettävyyttä ja suorituskyvyn jatkuvaa kehittämistä sekä tiedustelu-, valvonta- ja johtamisjärjestelmien tuotteita ja palveluita ilmailu- ja puolustusalan toimijoille. (Patria lyhyesti n.d.)

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi siis Patria Aviation Oy ja tarkemmin Operations-yksikön Aeronautical Engineering & Avionics-yksikkö, joka keskittyy asiantuntijatoihin kuten mekaaniseen ja sähköiseen lentokonesuunnitteluun, tuotekehitykseen sekä lujuuslaskentaan muun muassa. Yksikkö koostuu noin 170 hengestä, jotka työskentelevät lentokonesuunnittelussa sekä rakenteisiin että avioniikkajärjestelmiin liittyvissä tehtävissä. Ensisijaisena tehtävänä on tukea Suomen Puolustusvoimien lentävän kaluston elinkaarta. Yksikkö on jakaantunut tuotteiden mukaisesti tuoteperheittäin, ja ryhmien koot vaihtelevat riippuen tuoteperheestä.

1.2 Työn tavoite

Tämän tutkimustyön tavoitteena oli perehtyä ja tutkia yhden suunnitteluryhmän pientöiden tuotannonohjaamista. Yksikössä on havaittu töiden ohjaamisen olevan nykyisillä työkaluilla käyttäen haasteellista kokonaistilannekuvan, työhyvinvoinnin, aikataulutuksen, resurssien käytettävyyden sekä niin sisäisen kuin myös ulkoisen asiakastyytyväisyyden osalta, jolloin toiminnanohjausta voisi kehittää parempaan suuntaan koko suunnitteluosaston toiminnan parantamiseksi. Tämä opinnäytetyö toimisi toisin sanoen esitutkimuksena, jossa tarkoituksena olisi selvittää miten toiminnan- ja tuotannonohjausta kyseisessä asiantuntijatyössä voisi kehittää ja sujuvoittaa.

Tutkimuksessa perehdyttiin aiheeseen liittyvään tietoperustan lisäksi yhden suunnitteluryhmän pientöiden tuotannonohjaamiseen. Suunnitteluryhmän käytössä oleviin toiminnan- ja tuotannonohjauksen työkaluihin sekä näistä työkaluista saatavissa olevaan tietoon. Haastattelututkimuksilla tarkoitus on saada muodostettua nykytilakuvaus tämänhetkisestä toiminnasta. Nykytilakuvauksesta on tarkoitus tehdä prosessikaavio visualisoimaan työvaiheiden kulkua.

Aihe on merkittävä ryhmän sekä koko osaston näkökulmasta siitä syystä, että ryhmän vetäjällä ei ole aina selkeää ja nopeaa tilannekuvaa töiden kokonaiskuvasta ollut saatavissa. Tämän tilannekuvan puutteen vuoksi ohjaaminen resurssien käytettävyyden ja töiden valmistumisen osalta on näin ollen ollut myös hankalaa. Lisäksi keskeneräisten töiden määrä on läpimenoajallisesti sekä taloudellisesti merkittävää ja hukkaa muodostuu myös sen vuoksi että tilannekuvan läpinäkyvyys on heikko, jolloin ajantasaisen tilannekuvan saamiseksi tulee töiden keskeytymisiä entisestään. Nämä edellä mainitut asiat yhdessä aiheuttavat ryhmän kokonaissuunnittelussa vääristyneen tilannetiedon ja sitä kautta vaikuttavat suoraan tuloksellisuuteen, kuinka tehottomasti tai tehokkaasti ryhmä toimii. Lisäksi yrityksen toimintaympäristöjen muuttuessa nykyisessä maailmanmarkkina tilanteessa sekä toimialan kehittyessä ylipäänsä elinkaarensa aikana, toiminnan johtamisen ja -ohjaamisen kehittäminen voi parantaa näin ollen yrityksen kilpailukykyä taloudellisesti ja työhyvinvoinnillisesti paremmaksi.

2 Tutkimusmenetelmät

2.1 Kehittämistehtävän tavoitteet

Tämän työn tutkimusstrategiana on tutkimuksellinen kehittämistyö, joka perustuu pääasiallisesti teoriaan, saatuihin haastattelutietoihin ja tutkimusdataan. Tämän työn tarkoituksena oli tuottaa konkreettinen toimenpidesuunnitelma yksikön päällikölle, miten pientöiden toiminnanohjausta tulisi kehittää yhden suunnitteluryhmän osalta ja sitä kautta mahdollisesti koko yksikön osalta.

Tämän opinnäytetyön tärkeimpänä pääkysymyksenä on:

- Miten saada sujuvammaksi pientöiden tuotannonohjaaminen suunnitteluryhmässä?

Alakysymyksinä toimivat:

- Löytyykö nykyisistä menetelmistä parempaa toimintatapaa tai -menetelmää suunnitteluryhmän toiminnanohjaamiseksi?
- Onko muita vaihtoehtoja toiminnanohjaamisen menetelmäksi yrityksen muissa toiminnoissa käytettävissä tai onko sellaista tarjolla yrityksen ulkopuolelta
- Onko prosessi selkeä ja kaikkien tiedossa sujuvan toiminnan osalta?

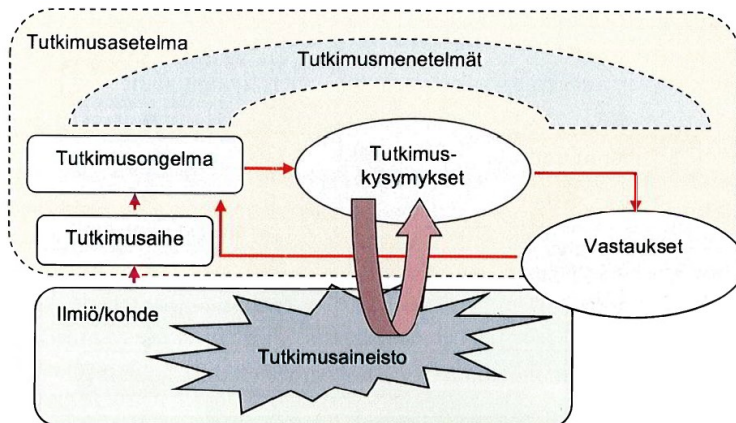
Pääkysymyksen osalta vastaaminen muodostuu luomalla toimenpide-ehdotus suunnitelman. Tämän muodostamiseksi tulee vastata alakysymyksiin haastatteleamalla aiheeseen liittyviä asiantuntijoita sekä perehtymällä käytössä oleviin toiminnanohjauksen työkaluihin. Lisäksi tulee selvittää yrityksen olemassa olevat toiminnan- ja tuotannonohjauksen työkalut ja toimenpide-ehdotusta varten perehtyä muihin mahdollisiin tuotannonohjaamisen järjestelmiin. Prosessikaavion ja prosessikuvauksen tekeminen haastatteluiden perusteella auttaa selkeyttämään myös kokonaisuuden hahmottamista ja tunnistamaan haasteita, joihin toiminnan- tai tuotannonohjaamisen kehittämisen toisi parannusta.

2.2 Tehtävän rajaus

Rajauksena tässä työssä perehdyttiin vain yhden suunnitteluryhmän töiden ohjaamiseen 2023 vuoden sisältämien töiden osalta. Haastattelut sekä tarvittavan datan selvittäminen tehtiin lisäksi vain tämän yhden suunnitteluryhmän 2023 vuoden töiden osalta. Tässä tutkimuksessa ei perehdytty muiden suunnitteluryhmien töiden ohjaamiseen, koska tavoitteena on tutkia ensin yhden ryhmän toiminta ottamatta kantaa, miten muut ryhmät toimivat. Tämän jälkeen olisi syytä pohtia onko tutkimustulos koko osaston kattava vai vaatisiko lisätutkimusta jatkossa. Lisäksi tutkimuksessa rajattiin toimenpidesuunnitelman tuottamat kehitys- tai parannusehdotusten käyttöönottoaminen yksikön omalle vastuulle.

2.3 Tutkimusasetelma

Kananen, J. (2014) mukaan tutkimus kohdistuu aina johonkin käytännön ilmiöön ja sitä voidaan tutkia eri tieteen näkökulmista (tutkimusaihe). Kuviossa 1 kuvataan, kuinka tutkimusilmiö muuttuu tutkimusongelmaksi, jonka jälkeen muotoillaan tutkimuskysymys, ja johon haetaan vastaus tutkimusaineiston avulla käyttäen erilaisia menetelmiä (Kananen 2014, 31.)



Kuvio 1. Tutkimusprosessin vaiheet (Kananen, J. 2014, 31).

Opinnäytetyöt tehdään tekniikan aloilla pääsääntöisesti kehittämis-, toiminta- tai case- eli tapaus-tutkimuksina. Opinnäytetyöt keskittyvät pääasiassa kehittämään yrityksen nykytilaa tai luomaan edellytyksiä uusille palveluille ja tuotannon kehittämiseksi. Toimintatutkimuksessa aikaisemmat havainnot ja ilmiöt ovat isossa roolissa, jotta toimintaa voidaan ylipäänsä kehittää. Kehittämisen kohde itsessään voi vaihdella yksittäisestä ihmisestä, toimintaprosesseihin, työyhteisöön, organisaatioon tai konkreettiseen tuotteeseen. (Kananen 2015, 76–77.)

2.3.1 Kvantitatiivinen ja kvalitatiivinen tutkimus

Kanasen (2015, 65) mukaan kvantitatiivista tutkimusta kutsutaan määrälliseksi ja kvalitatiivista tutkimusta laadulliseksi tutkimukseksi. Vilka (2007, 13) kuvailee määrällisen tutkimuksen menetel-

män olevan sellainen, joka tuottaa yleisen kuvaksen muuttujien välisistä suhteista ja eroista. Kananen (2015, 65) kuvaa taasen laadullisen tutkimuksen valittavan silloin, kun halutaan ymmärtää yksilöiden kokemuksia sekä näkemyksiä aiheeseen liittyen.

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa pyritään keräämään paljon vastauksia ja näin ollen vastaukset ovatkin pääasiassa numeerisia. Tuloksia esitellään yleisimmin taulukoissa numeraalisessa muodossa. Otokset ovat suuria, jolloin varmistutaan siitä, että saadut tilastot täyttävät merkittävyyden tavoitteen. Kyselyiden tarkoituksena on havainnoida mahdollisimman paljon yhteneväistä säännönmukaisuutta tulosten yleistämiseksi. Määrällisessä tutkimuksessa olisi tärkeää määrittää millainen tutkimuksen otantaan liittyvä joukko on, sekä rajata kysymykset opinnäytetyön tavoitteisiin nähden. (Kananen 2015, 73–75.)

Kvalitatiivista tutkimusta pyritään käyttämään erityisesti silloin kun tutkitaan luonnollista tilannetta ja muuttujia on huomattavasti. Tässä keskitytään laadulliseen aineistoon eikä yritetä mitata tutkimustuloksia. Tämän tyylinen tutkimus usein tulee muokkautumaan tutkimuksen ja tilanteiden edistyessä. Aineistoa tullaan keräämään tyypillisesti havainnoimalla, kirjallisiin lähteisiin ja dokumentteihin perustuen sekä haastatteluilla. Tiedonkeräyksessä havainnointi keskittyy pieniin kohdennettuihin otoksiin, näin ollen aineisto on hyvin yksityiskohtaista. Haastatteluita voi pitää yksilö-, ryhmä- tai focus-group haastatteluina. Laadullisen tutkimuksen haasteena tunnistetaan se että, haastattelijalle muodostuu suuri vastuu tutkimuksen luotettavuudesta. (Kananen 2015, 71.)

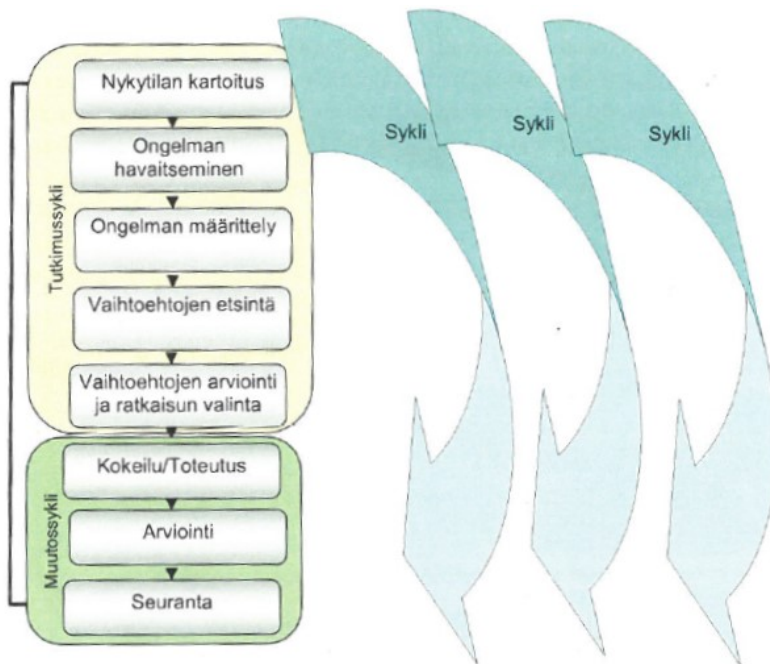
2.4 Menetelmän valinta

Tämä tutkimus tehtiin tutkimuksellisenä kehitystyönä, jossa käytettiin pääasiassa kvalitatiivista tutkimusta eli laadullista tutkimusmenetelmää hyödyntäen. Kananen (2015, 39) mukaan yhdistelmä tutkimuksilla (case-tutkimus, kehittämistutkimus ja toimintatutkimus) ei ole omia menetelmiään, vaan ne tukeutuvat laadulliseen ja määrälliseen tutkimukseen menetelmissään.

Laadullinen menetelmä valikoitui siksi, että tässä tutkimuksessa hyvin alkuvaiheessa kävi ilmi, että määrällistä dataa on vähän käytettävissä, jonka takia asioiden ja tilanteiden tarkastelussa muuttujia on paljon. Tutkimuksen edetessä tilanteet ja havainnot mukautuivat haastatteluiden sekä kerätyn kirjallisen aineiston perusteella. Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin kirjallisuudesta saatua tietoa, sekä perehdyttiin suunnitteluryhmän prosessikuvaukseen ja haastatteluiden perusteella

saatujen havaintojen keräämiseen. Kanasen (2015, 40) mukaan kehittämistutkimus tähtää muutoksen aikaansaamiseen, jolloin se eroaa perinteiseen tutkimukseen verrattuna niin että siihen kuuluu myös ongelman poistaminen.

Kanasen (2015, 42) mukaan kehittämistutkimuksen vaiheet, jotka ovat kuviossa 2 kuvattuina ja-kaantuvat seuraavanlaisesti: nykytilan kartoitus, ongelman havaitseminen, ongelman määrittely, vaihtoehtojen etsintä, vaihtoehtojen arviointi ja ratkaisun valinta, kokeilu/toteutus, arviointi ja seuranta. Tämän opinnäytetyön rajausosiossa eli kappaleessa 2.2 todettiin, että muutossykli toisin sanoen kokeilu/toteutus vaiheesta eteenpäin jää opinnäytetyön ulkopuolelle, joten siinä mielessä tämä eroaa hieman kuvauksen mukaisesta kehittämistutkimuksesta, että tavoitteena on tuottaa toimenpide-ehdotuksia, joita voisi lähteä kokeilemaan tämän prosessin mukaisesti.



Kuvio 2. Kehittämissyklin vaiheet (Kananen 2015, 42).

2.5 Kyselyhaastattelu

Vilkan (2021, 122) mukaan laadullisen tutkimusaineiston keräämiseen on valittavissa lomakehaastattelua, teemahaastattelua ja avointa haastattelua. Hyvärinen ym. (2017, 88) kertovat, että kyselyhaastattelu eroaa muunlaisista haastatteluista erityisesti siinä, että tutkija ei ole kiinnostunut yksittäisen haastateltavan vastauksista sellaisinaan, vaan osana isompaa aineistoa. Kysymykset ovat

käytännössä tutkimuksen tiedonkeruun raaka-ainetta, ja kysymyksistä riippuu käytännössä tutkimuksen luotettavuus ja laatu. Kysymysten tulee olla ymmärrettäviä ja laadittu ilman erikoistermejä, jolloin jokaisen vastaajan pitää ymmärtää kysymykset samalla tavalla. Lisäksi olisi hyvä varmistua siitä, että vastaaja omaa tarvittavan tiedon kysymyksiin vastatessaan. Vastaajaa ei saisi siis pakottaa tai altistaa vastaamaan sellaisiin kysymyksiin, joista hänellä ei ole kokemusta. Jokaisen kysymyksen osalta nämä asiat pitää täyttyä, jotta kyselytutkimus onnistuu. (Kananen 2014, 142–143.)

2.6 Kyselylomake

Kyselylomake on tavallisin määrällisessä tutkimusmenettelyssä käytetty aineiston keräämisen tapa. Sitä käytetään myös silti usein laadullisen tutkimuksen yhtenä aineistonkeruumenetelmänä. Kyselylomaketta nimitetään myös survey-tutkimukseksi. Tämä käytännössä tarkoittaa, että kysely on standardoitu eli vakioitu. Vakioimisella pyritään siihen, että jokaiselta kyselyyn vastanneelta kysytään samat asiat täsmälleen samalla tavalla. Kyselylomaketutkimuksessa vastaajan tehtävänä on lukea kirjallinen kysymys sekä muodostaa vastaus siihen kirjallisena. Tämänkaltainen tiedonkeräminen soveltuu hyvin suurelle sekä hajallaan olevalle joukolle. Kyselylomaketta voidaan hyödyntää pääasiassa myös silloin, kun tutkimuksessa käsitellään arkaluontoisia kysymyksiä. Lomakkeen etuna on se, että vastaajaan tunnistetiedot eivät tule esille oikein muotoillussa kyselylomakkeessa. Kyselylomakkeen haittana on riski siitä, että vastauksia ei tule tarpeeksi ja näin ollen vastausprosentti on alhainen. Tällöin puhutaan tutkimusaineiston kadosta. (Vilka 2021, 94.) Laadullisessa tutkimuksessa Kanasen (2017, 94) mukaan voidaan tarvita kyselylomakkeen tuottamia yksityiskohdaisia faktatietoja ilmiön taustoitusta varten.

Kyselylomake voidaan lähettää sähköpostitse tai verkkoa hyväksikäyttäen. Vilka (2021, 95) ja Kananen (2014, 156) molemmat toteavat, että tällöin on varmistettava etukäteen, että perusjoukkoon kuuluvilla on mahdollisuus internetin ja sähköpostin käyttöön. Sähköposti- ja internetkyselyyn voi liittyä myös tutkimuksen kannalta eettisiä haasteita. Vastaajan anonymiteetin turvaaminen on myös vaikeaa. (Vilka 2021, 95.) Kananen (2014) myös huomauttaa verkon apuna käyttämisen etuina olevan kustannusten säästön sekä nopean tiedonkeruun mahdollistamisen.

2.7 Aineistohallinta

Ennen haastatteluaineiston keräämistä on hyvä suunnitella aineiston käytettävyyteen liittyvät ratkaisut. Hyvä aineistohallinta tarkoittaa sitä, että haastattelut on kerätty ja käsitelty siten, että aineisto palvelee ensin tutkijan tarpeita. Tutkimuksen jälkeen aineisto hyvin arkistoituna on vielä mahdollisuuksien mukaan käytettävissä muun tiedeyhteisön toteuttamissa tutkimuksissa ja mahdollisesti myös opetuksessa sekä opiskelussa. Keskeisimmät asiat haastatteluaineiston hallintaan sisältyy tutkittavien informointiin, suostumukseen, tunnistetietojen käsittelyyn ja aineiston kuvailuun liittyen. Informointi sekä tunnistetietojen käsittely ovat olennaisia myös eettisten periaatteiden ja tietosuojalainsäädännön noudattamisessa. (Hyvärinen ym. 2017, 413.)

2.8 Eettiset periaatteet

Eettisissä periaatteissa korostuu haastateltavan olevan itsemääräämisoikeus. Itsemääräämisoikeuteen kuuluvassa vapaaehtoisuuden periaatteessa haastateltava valitsee, osallistuuko hän tutkimukseen vai ei. Tämä konkretisoituu käytännössä niin, että haastateltava voi päättäessään olla vastaamatta kysymyksiin alun perinkään. (Hyvärinen ym. 2017, 414.)

2.8.1 Haastateltavien informointi

Haastattelujen kerääminen ja analysointi sisältävät lähes poikkeuksetta henkilötietojen käsittelyä. Keskeisin haastattelututkimukseen sovellettava laki on tietosuojalaki (L 1050/2018). Henkilötietolain mukaan haastateltava voi antaa pätevän suostumuksen tietojensa käsittelyyn ainoastaan, silloin kun se perustuu vapaaehtoisuuteen ja tarpeeksi hyvin ja riittävästi saatuihin tietoihin, miten haastattelua tullaan hyödyntämään. Henkilötietolain mukaisesti tunnisteellisia aineistoja voi kerätä ja käyttää tutkimuksessa, kun se on tarkoituksenmukaista, suunniteltua ja asiallisesti perusteltua. Haastateltaville tulee esittää mahdollisimman selkeästi tiedot tutkimuksesta sekä haastattelusta. Henkilö suostuu haastateltavaksi sen tiedon varassa, jota hänelle tutkimuksesta kerrotaan. (Hyvärinen ym. 2017, 415.)

2.8.2 Haastatteluaineiston litterointi

Haastatteluaineiston analyysia suoritetaan haastattelun litteroinnista. Litteroinnilla tarkoitetaan haastatteluaineiston muuttamista tekstiksi. Tekstiksi muodostetutuista ääni- ja kuvatallenteista

tulee näin ollen tutkimusaineisto. Litteroinnin tarkkuustason määräävät tutkimuskysymys ja analyysitapa. Keskeinen litteroinnin tarkkuustasoa määrittävä seikka on tutkimuskysymys. Haastatteluiden litterointi on tärkeätä aineiston analyysien kannalta. Se on tapa tutustua omaan aineistoon ja samalla ottaa etäisyyttä itse haastattelutilanteeseen. Litteroitaessa tutkija joutuu valitsemaan, mitkä asiat ovat tärkeitä ja tarpeellisia vuorovaikutuksen ymmärtämisen kannalta. Litteroitsijan tehtäväksi jää tulkita aineistoa haastattelutilanteeseen osallistuneen näkökulmasta, miettiessään mitä aineistosta tarvitsee hyödyntääkseen tutkimukseensa ja tutkimuskysymyksiinsä. (Hyvärinen ym. 2017, 427, 435, 437).

2.9 Laadullisen tutkimuksen arviointi

2.9.1 Tulkinnan yleistäminen

Yleisyys laadullisella tutkimusmenetelmällä toteutetussa tutkimusmenetelmässä voidaan tuoda esille monella tapaa. Tutkimusta tehdessä tutkijan olisi syytä tiedostaa, että tutkimuksessa yleistäminen tehdään aina tulkinnasta, eikä tutkimusaineistosta. Tämä tulkinta syntyy toisin sanoen tuloksena vuoropuhelusta tutkijan, tutkimusaineiston sekä teorian välillä. Laadullisen tutkimuksen voidaankin sanovan etenevän koko ajan jonkinlaista yleistettävyyttä silmällä pitäen. Tutkimuksen voi sanoa silloin olevan pätevä, yleistettävä, kun tutkimuksen tulokset vastaavat tutkimukselle asetettujen päämäärien kuvausta, siitä onko jokin asia tutkijan toimesta kuvattuna jossakin tilanteessa, ajassa tai paikassa juuri näin. (Vilkka 2021,195–196.)

2.9.2 Luotettavuus (reliabiliteetti)

Laadullisessa tutkimusmenetelmänä tehtyjen tutkimusten voidaan sanoa olevan luotettava, kun tutkimuksen tutkimuskohde ja tulkittu materiaali ovat yhteensopivia eikä teorian muodostamiseksi ole vaikuttaneet epäoleelliset tai satunnaiset tekijät. Luotettavuuden arviointia tehdään muun muassa koko ajan suhteessa teoriaan, analyysitapaan, tuloksiin ja johtopäätöksiin nähden. Tutkijan on kyettävä kuvailemaan ja perustelemaan tutkimustekstissään valintansa eri vaihtoehtojen joukosta. Tässä perustelussa on kyettävä esittämään mitkä nämä ratkaisut ovat olleet ja kuinka hän on lopullisiin ratkaisuihin päätenyt. Näiden ratkaisujen tarkoituksenmukaisuutta on lisäksi kyettävä arvioida tai perustella niiden toimivuutta asetettujen tavoitteiden kannalta. Laadullista tutkimusta kuvaillaan niin, ettei sitä voisi käytännössä koskaan toistaa aivan sellaisenaan, siitä syystä,

että jokainen laadullisena tutkimusmenetelmällä tehty tutkimustyö on ainutkertainen kokonaisuus. Tutkimuksen teoreettisen toistettavuuden periaatteen mukaan lukijan on päädyttävä myös samaan lopputulokseen kuin tutkimuksen tekijän. (Vilka 2021, 196–197.)

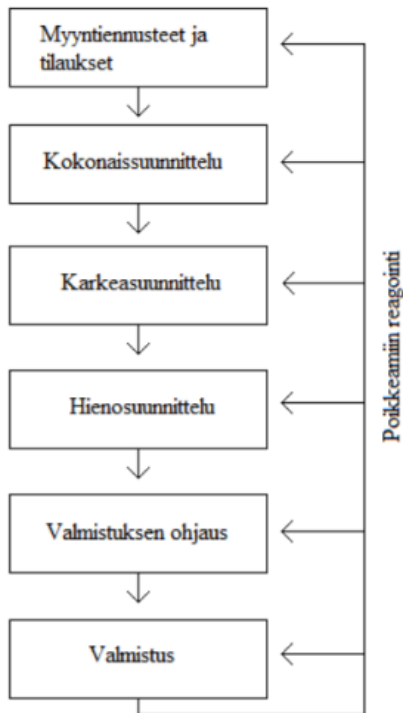
2.10 Tutkimusetiikka

Tutkimuksen tekeminen nivoutuu useilla tavoilla tutkimusetiikan eli hyvän tieteellisen käytännön noudattamiseen. Tutkimusetiikka on läsnä tutkimusprosessin ideointivaiheessa, aina tutkimustulosten jälkeiseen tiedottamiseen saakka. Tutkimusetiikkaa kuvaillessa puhutaan yhteisesti sovitusta säännöistä kollegoiden, tutkimuskohteen, toimeksiantajan ja tutkimuksen yleisöön nähden. Hyvällä tieteellisellä käytännöllä tarkoitetaan, että tutkijat noudattavat eettisesti kestäviä tiedonhankintamenetelmiä ja tutkimusmenetelmiä. Hyvän tieteellisen käytännön mukaan tutkija osoittaa tehdyllä tutkimuksellaan hallitsevansa käyttämiensä tutkimusmenetelmien, tiedonhankinnan ja tutkimustulosten käytettävyyden. Tutkimuksessa syntyneiden tulosten on myös täytettävä tieteelliselle tutkimukselle asetetut vaatimukset. Tutkimuksen on näin ollen tuotettava uutta tietoa tai esitettävä, miten vanhaa tietoa voidaan hyödyntää tai yhdistellä uudella tavalla. (Vilka 2021, 43–44.)

3 Teoria

3.1 Toiminnanohjausprosessi

Toiminnanohjauksen tehtävät ja päätöksenteko jakautuu organisaatiossa useille eri tasoille. Kuviossa 3 on esitetty tuotannonohjausprosessin yleiset vaiheet.



Kuvio 3. Tuotannonohjausprosessin vaiheet (Haverila ym. 2009, 409)

Korkeimmalla tasolla ei pyritä tekemään yksityiskohtaisia suunnitelmia, ajatuksena on huolehtia yleisellä tasolla resurssien riittävyydestä ja toimintojen koordinoinnista. Mitä alemmaksi siirrytään tasoilla, sitä tarkemmaksi ohjaus siirtyy valmistusta ohjaavammaksi tasoksi. Toiminnanohjausprosessit ovat pääasiassa jokainen hyvin uniikkeja yksilöitään riippuen yrityksistä ja toimialasta. Ohjaukseen liittyvät tehtävät, ohjaamiseen käytetyt periaatteet sekä käytännön menetelmät riippuvat yrityksen toimialoista, tuotteista, tavoitteenasetteluista, tuotantoprosesseista, organisointiperiaatteista ja käytettävissä olevista tietojärjestelmistä. (Haverila ym. 2009, 409–410.)

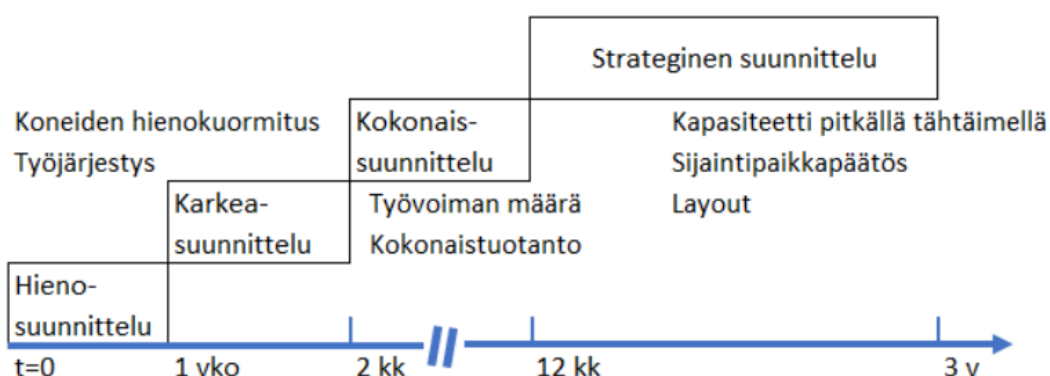
3.2 Toiminnanohjaus

Toiminnanohjauksen käsitteellä viitataan yrityksen tilaustoimitusketjun eri toimintojen ja tehtävien suunnitteluun ja hallintaan. Toiminnanohjaus on siis tuotannonohjaukseen nähden laajempi käsite, jossa isossa kuvassa seurataan yrityksen koko toimintaa.

Toiminnanohjauksesta kokonaisuudessaan puhutaan yleisesti tuotannonohjauksen sijasta. Tämä johtuu siitä, että yrityksen toiminnan hallinta pitää sisällään tuotannon muidenkin toimintojen hallinnan kuten esimerkiksi myynnin hallinnan, tuotesuunnittelun hallinnan ja hankintoihin liittyvän ohjauksen. Toiminnanohjauksen päätavoitteena on näin ollen järjestää ja ohjata toimintaa niin, että yrityksen tuotannon tavoitteet toteutuvat parhaiten. (Haverila ym. 2009, 397.)

Toiminnanohjauksen tehtäviä on tarkoituksenmukaisesti syytä jakaa organisaatioon eri tasoihin ja yksiköiden välille. Ylimmän johdon keskittyessä ohjaukseen tuotantostrategian muodostamalla tasolla. Toisin sanoen se pitää huolen tuotantojärjestelmä-, kapasiteetti-, sijoittelu- ja ulkoistamisvalinnoista sekä yleisen tason resurssien riittävydestä ja koordinoinnista. Keskijohto ja tuotannon suunnitteluun keskittyvät henkilöt keskittävät huomionsa kapasiteetin kohdentamiseksi, karkean tason kuormitukseksi ja tuloksiin keskittyen, toisin sanoen he keskittyvät kysynnän ja tuotannon karkeasuunnitteluun ja seurantaan. Työnjohto ja tuotantohenkilöstö osallistuvat ensisijaisesti hienosuunnittelun muodostamiseen ja viikoittaisen tuotanto-ohjelman määrittämiseen ja näin ollen näiden edellä mainittujen toteutukseen ja seurantaan. Ohjausta voidaan keskittää yhteiseen suunnitteluyksikköön tai hajauttaa osaksi eri valmistusyksiköitä. (Martinsuo ym. 2016, 140.)

Martinsuon ym. (2016, 142) mukaan on tyypillistä, että toiminnan suunnittelussa noudatetaan niin sanotun rullaavan suunnittelun periaatetta ja että suunnitelmaa tehdään aina sekä lyhyelle ja pitkälle aikajänteelle kuten kuviossa 4 on kuvattu.



Kuvio 4. Rullaavan suunnittelun periaate (Martinsuo ym. 2016, 142.)

3.2.1 Kokonaissuunnittelu

Haverila ym. (2009, 411) mukaan kokonaissuunnittelulla tarkoitetaan yrityksissä korkeimmalla tasolla olevan tason suunnittelutoimintoja. Sillä tasolla tehdään tuotannon kokonaistarjontaan ja talouteen liittyvät suunnitelmat. Tämä vaihe voidaan tehdä osana vuotuista budjettisuunnittelua, ja suunnitelmia joudutaan usein tarkistamaan tai muuttamaan budjettikauden aikana (Haverila ym. 2009, 412). Martinsuo ym. (2016) toteavat, että kokonaissuunnittelussa tuotetut tiedot ovat karkea- ja hienosuunnittelun lähtötietoja. Tämä kokonaissuunnittelu voidaan jakaa riippuen yrityksen käytössä olevien ohjausjärjestelmien mukaisesti tuoteperheisiin, markkina-alueisiin, tuotantoyksiköihin tai joillakin muilla periaatteilla. (Martinsuo ym. 2016, 143.)

Kokonaissuunnittelussa tuotteisiin liittyvät ennusteet ovat budjetti- ja kokonaissuunnittelulle tärkeimpiä lähtökohtia. Ennusteita tarvitaan sen takia, että menekin muutokset ovat nopeampia kuin yrityksissä olevien tuotantoprosessin muutoksiin reagoimiseen liittyvät kyvyt. Näillä ennusteilla pyrkimyksenä on arvioida tulevaisuuden kysyntämäärät ja näin ollen sopeuttaa kapasiteetti ja materiaalivarastot tuotannon tulevaisuuden tarpeisiin. (Haverila ym. 2009, 413.)

Yksi kokonaissuunnittelun tärkeimpiä tehtäviä on näin ollen menekinvaihteluiden hallinta. Tuotteiden menekki ei ole tasainen, vaan se vaihtelee eri syistä. Satunnaisvaihtelua voi syntyä asiakkaiden ostopäätöksiensä epätasaisesta jakautumisesta, sekä kausivaihtelua voi syntyä esimerkiksi vuodenaikojen vaihtelusta. (Haverila ym. 2009, 414.)

Haverilan ym. (2009, 414) mukaan tärkeimmät keinot menekinvaihteluiden hallintaan on; tuotteiden varastointi, kapasiteettijoustopien käyttö, toimitusaikojen siirto tai toimitusten menettäminen sekä menekkiin vaikuttaminen.

3.2.2 Karkeasuunnittelu

Karkeasuunnittelussa (Master Production Scheduling, MPS) kokonaisvolyymin, resurssitarpeen, varastojen ja hankintojen suunnittelua viedään kokonaissuunnitelmaa yksityiskohtaisemmalle, tuotantoerien tasolle ja sen toteutus tuotantojärjestelmässä aikataulutetaan. Karkeasuunnittelua tehdään säännöllisesti ja toistuvasti, tavallisesti muutaman viikon aikajänteellä. (Martinsuo ym. 2016, 145.)

Karkeasuunnittelua tehdessä sen lähtötietoina on yrityksen tilauskanta, varastossa olevat tuotteiden määrät sekä valmistukseen tarvittavan budjetin käytettävyyden. Ennusteisiin perustuvat tiedot ovat huomattavasti pienemmät kuin kokonaissuunnittelun osalta. (Haverila ym. 2015, 415.) Martinsuo ym. (2016, 146) kuvaavat että, karkeasuunnittelulla on kolme päätehtävää: tuotannon kokonaisaikataulun suunnittelu, resurssien käytön (kuormituksen) karkeasuunnittelu ja toimituskyvyn karkea suunnittelu.

Tuotannon karkean kokonaisaikataulun suunnittelulla tarkoitetaan tuotantoerien aikatauluttamista tuotantojärjestelmissä. Määrittelyssä hyödynnetään tilauksia, myyntiennusteita, varastotasoja ja tuotantokapasiteettia koskevaa tietoa ja tehdään karkea viikoittainen suunnitelma kysynnästä, tuotantovolyymeista ja varastotason kehittymisestä. (Martinsuo ym. 2016, 146.)

Tähän perustuen tarvetta on selvittää ja tiedostaa tuotannon vaatimuksiin tarvittavien resurssien (henkilöt, koneet ja laitteet) ja tuottaa suunnitelma näiden käytöstä.

Henkilö-, kone- ja laitekapasiteetti määritellään toisin sanoen hyvin karkealla tai yleisellä tasolla kuvattuna. Karkeasuunnittelun perusteella ei pyrkimyksenä ole ohjata valmistusta. Käytännössä tällä tarkoitetaan enemmänkin valmistuksen resurssien sopeuttamisesta kysyntää vastaavalle tasolle. Mikäli karkeasuunnittelussa kapasiteetti ei vastaa tuotannon kokonaisaikataulua, silloin tulisi olla suunnitelma kapasiteetin lisäämisestä, vähentämisestä tai aikataulusuunnitelman muuttamiseksi. (Martinsuo ym. 2016, 147.)

Toimituskyvyn määrittely viittaa siihen, missä toimitusaikataulussa yritys pystyy toimittamaan tuotteitansa. Tähän toimituskykyyn liittyen yritys suunnittelee resurssit ja aikataulut, jonka pohjalta pitää kiinni lupauksistaan asiakkaille. Tilausohjautuvassa tuotannossa toimitusajat perustuvat nimenomaan tuotannon karkeasuunnitteluun. (Martinsuo ym. 2016, 148–149.)

3.2.3 Hienosuunnittelu

Hienosuunnittelussa (Manufacturing planning) tarkoituksena on yksityiskohtaisen tuotantosuunnitelman tekeminen. Hienosuunnitteluvaiheessa pyritään tuotteiden valmistamiseksi suunnittelemaan mahdollisimman tarkkojen valmistusajankohtien määrittäminen tuotantoa varten. Hienosuunnittelua tehdään päivittäiselle ja viikoittaiselle tasolle. (Martinsuo ym. 2016, 149.)

Työnvaiheiden ajoittaminen edellyttää tuotteen eri työvaiheiden sekä vaiheaikojen tuntemisen. Näiden tarkkuus ja yksityiskohtaisuus riippuu hienosuunnittelulle asetetusta tarkkuusvaatimuksesta. Aikaisemmin ohjattiin varsin tarkasti jopa yksittäisiä työvaiheita. Tällä hetkellä pyritään kehittämään tuotantoprosessin itseohjautuvuutta siten, että hienosuunnittelu voidaan tehdä korkeammalla tasolla. Tuotantosolut esimerkiksi muodostavat yhden kuormitusryhmän, jota voidaan ohjata kuten yhtä vaihetta. (Haverila ym.2009, 417–418.)

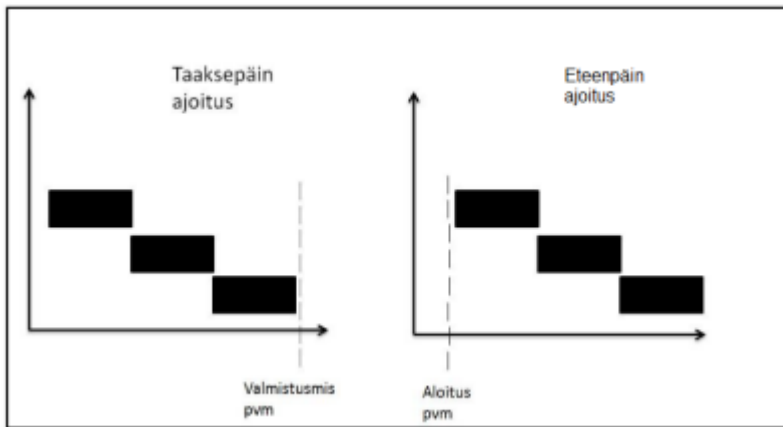
Martisuon ym. (2016, 149) kuvailun mukaan hienosuunnittelussa on joitakin yleisiä peruseriaatteita, joita nykyaikaisissa tuotantolaitoksissa tyypillisesti sovelletaan.

Tällaisia ovat esimerkiksi:

Asetusaikojen- ja kustannusten minimointi, jossa asetusten määrää voidaan vähentää yhdistelemällä tuotantoeriä, mutta riskinä voi olla toimitusaikojen piteneminen. Hienosuunnittelussa etsitään ihanteellista tuotantojärjestystä, jolla voidaan minimoida asetusajat ja samalla säilyttää lyhyt toimitusaika. (Martinsuo ym. 2016, 149.)

Resurssikapeikot (ns. pullonkaulat) ja niiden kuormituksen maksimointi, jossa esimerkiksi tuotannossa voi olla jokin testauslaite, jota tarvitaan kaikkien tuotteiden testauksissa. Tämän takia hienosuunnittelu tulee tehdä niin, että resurssikapeikkojen kuormitusaste on mahdollisimman korkea ja että muut työvaiheet eivät estä pullonkaulan korkeaa kuormitusastetta. (Martinsuo ym. 2016, 149–150.)

Tuote-erän ajoitus vaiheaikojen ja odotetun valmistumisajan perusteella, jossa kiinnitetään huomiota siihen koska tuotteet ovat asiakkaalla saatavilla. Tuote-erien ajoituksessa tarvitaan tietoa siitä, kuinka kauan aikaa kuluu tuotteen valmistamiseen ja milloin tuotteen pitää olla valmis. Tavanomaisesti ajoituksessa lähdetään laskemaan taaksepäin odotetusta valmistumisajankohdasta. Valmistumisajankohdasta vähennetään viimeisen vaiheen vaatima aika, jolloin saadaan viimeisen vaiheen aloitusajankohta. Kun koko valmistusketju on laskettuna tällä tavoin taaksepäin, saadaan selville viimeisin mahdollinen aloitusajankohta tuote-erän valmistamiselle. Myös eteenpäin laskentaa voidaan käyttää ajoituslaskennassa. (Martinsuo ym. 2016, 150.) Nämä mallit on kuvattu Kuviossa 5.



Kuvio 5. Taaksepäin ja eteenpäin ajoitus (Haverila ym. 2009, 419).

Arvovirran suuntainen ohjaus, tarkoittaa käytännössä sitä, että on aina pidettävä mielessä tuotantojärjestelmän suuntautuminen asiakkaalle ja liiketoimintaan syntyvän arvon saavuttamiseksi. Yleisimmin arvovirtaa on ohjattu työntöohjauksena, jossa valmistusjärjestyksen mukaisesti, ”työntämällä” aikataulutettu tuotantoerä menee tuotantoprosessin läpi. Suurivolyymiseen vakiotuotantoon soveltuvat nykyaikaiset ohjausperiaatteet nojaavat imuohjaukseen, jossa ideana on valmistaa komponentteja seuraavaan vaiheeseen vain tarpeen mukaan. (Martinsuo ym. 2016, 150.)

Tietojärjestelmät ja visuaaliset keinot hienosuunnittelun tukemana, muodostaa käytännössä erilaisia keinoja yksityiskohtaisemman aikataulu- ja resurssisuunnittelun helpottamiseksi. Yksinkertaisimmillaan tuotannon jonotusta voi visualisoida graafisin kuvin ja tauluin (esim. aikajana kuormitusryhmittäin), joita voidaan sijoitella tehtaalla eri kohtiin. (Martinsuo ym. 2016, 151.)

Optimointi, jolla pyritään siihen, että keskenään mahdollisesti ristiriitaisista tavoitteista päädytään parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen. Jotkin näistä mainituista periaatteista voivat olla keskenään ristiriidassa, silloin kun kokonaisuus otetaan huomioon. Toimintaympäristöissä jotka ovat varsin epävarmoja voi tapahtua muutoksia ja päätöksiin voi vaikuttaa muita, vaikeammin ennakoitavia asioita (esim. strategisten asiakkaiden tilauksia saatetaan käsitellä toisilla periaatteilla kuin ns. satunnaisten asiakkaiden tilauksia). Tämän vuoksi voi olla tarpeen kehittää matemaattisia malleja ja sellaisia toiminnan toiminnanohjausjärjestelmiä, joilla voidaan tukea tuotannosuunnittelijan päätöksentekoa tietyissä olosuhteissa. Tuotantojärjestelmästä saatavissa olevan ajantasaisen

tiedon simulointi tuotannosuunnittelijan toimesta voi hyödyntää vaihtoehtoisten päätösten osalta tekemisen mahdollisimman tehokkaasti. (Martinsuo ym. 2016, 151.)

3.3 Tuotannonohjaus

Tuotannonohjaus (Production Management) on käsitteenä suppeampi kuin toiminnanohjauskäsite. Se keskittyy toiminnanohjaukseen verrattuna siten että, kuinka asiat tehdään käytännössä fiksimusti. Toisin sanoen mitä yrityksessä valmistetaan, miten ja mistä materiaaleista ja missä aikataulussa.

Tuotannonohjausjärjestelmän osalta käytetään termiä MES (Manufacturing Execution System), jonka tarkoituksena on tuottaa valmistukseen liittyviin tarpeisiin työkalun perinteisten muistiinpanojen ja excel-taulukoiden seuraamisen sijaan näiden kasvaessa aina vaan työläämmäksi ja raskaimmiksi ylläpitää. (Fikuro 2023.)

Tuotannon ohjauksen periaatteet voivat lähteä liikkeelle varastotasoista tai tilauksista yrityksissä. Tilausohjautuvassa tuotannossa valmistuksen lähtökohtana on asiakkaan tilaus eli todellinen kysyntä. (Martinsuo ym. 2016, 137.) Lisäksi Martinsuon ym. (2016, 139) mukaan yrityksen tuotannonohjausta voidaan tarkastella vaiheittain etenevänä prosessina, jossa kysynnästä saatavilla olevaa todellista ja ennustetietoa tarkennetaan ja sovelletaan tuotannonohjauksessa.

Tuotannonohjauksessa huomion keskipisteenä on toisin sanoen yrityksen oma toimintojen joukko, joilla tuotteita ja palveluja pyritään tuottamaan. Yritysten tuotannonohjauksessa tarvitaan joitakin yleisiä ohjausperiaatteita ja pelisääntöjä, joita on tarpeen noudattaa tuotannon suunnittelussa ja toteutuksessa. Yrityksien ohjaukseen liittyvien tehtävien, periaatteiden ja näihin käytettävien menetelmien osalta vaikuttaa monet eri tekijät. Näitä tekijöitä voi olla esimerkiksi toimialaan, yrityksen historiaan, tuotteisiin liittyvien erityispiirteiden, tavoitteisiin, tuotantojärjestelmiin ja tietojärjestelmiin liittyen. (Martinsuo ym. 2016, 139.)

3.4 Toiminnanohjauksen tietojärjestelmät

Yrityksen toiminnanohjaamiseen ja tietojen hallintaan liittyen erilaisten tietojärjestelmien merkittävyys on kasvanut yrityksissä huomattavasti.

Ilman tämänpäiväisiä ja tulevaisuuden toiminnanohjauksen tietojärjestelmiä ei kykene mikään yritys oikeastaan toimimaan. Tällaista toiminnanohjaukseen liittyvää järjestelmää kutsutaan yleisesti ERP-järjestelmäksi (Enterprise Resource Planning – yrityksen resurssien suunnittelu). Järjestelmien avulla hoidetaan yrityksen eri toimintojen vaatimaa tietojenhallintaa, suunnittelua ja ohjausta. ERP-järjestelmän keskeisenä ajatuksena on tietojenkäsittelyn ja toiminnanohjauksen välille toteutettu integrointi. Tietojenkäsittelyssä sen tarkoitus on, että järjestelmään kerran syötetty tieto on kaikkien käytettävissä eikä kyseistä tietoa tarvitse toistamiseen syöttää. Tietojen integrointi mahdollistaa eri toimintojen tarkemman seurannan ja johtamisen. Tunnusluvut, raportointi ja kustannuksiin liittyvät tiedot ovat helposti saatavissa keskitetyistä järjestelmistä. (Haverila ym. 2009, 430.)

Haverila ym. (2009, 430) kuvaavat toiminnanohjauksen tietojärjestelmien tehtävät seuraavasti; perustietojen ylläpito, tapahtumatietojen hallinta, tietojen välitys organisaation sisällä, suunnitelmien laadinta ja ylläpito, toteumatietojen keruu ja ylläpito, asiakirjojen ja dokumenttien tuottaminen sekä tilastointi ja raportointi.

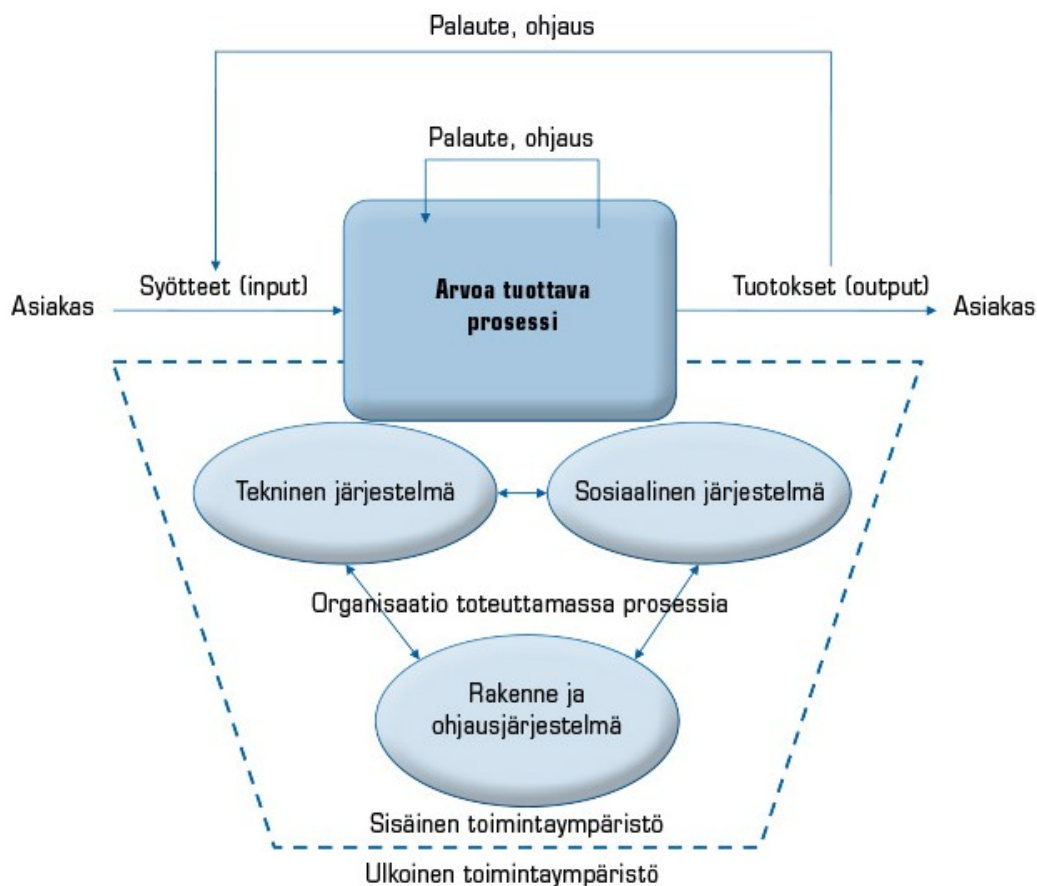
3.5 Prosessikuvaus

Prosesseja kuvataan sarjana toisiinsa liittyvinä työtehtävinä, joita yrityksissä tehdään.

Prosessi voidaankin määritellä toistuvaksi sarjaksi toimintoja eli toimintoketjuksi, jolle on määritetty tuotokset ja niiden vastaanottajat eli asiakkaat (niin sisäiset kuin ulkoiset). Ydinprosessin tarkoitus ensisijaisesti on tyydyttää asiakkaan tarpeet ja luoda ulkoiselle asiakkaalle lisäarvoa. Tämä kyseinen toiminta sisältää sellaista osaamista tai päätöksentekoa, jota ei voida luovuttaa organisaation ulkopuoliselle taholle. Tällaisia toimintoja voi olla esimerkiksi markkinointi ja myynti, palvelutuotanto sekä palveluiden kehittäminen. (Kiiskinen, Linkoaho & Santala 2002, 28–29.) Prosessien ja yksittäisten toimintojen erottaminen toisistaan on tärkeää, vaikka toiminnot sisältäisivätkin eri työvaiheita. Prosessin jokainen resurssi suorittaa eri vaiheita itsenäisesti, mutta kaiken kaikkiaan tavoitteena on kokonaistehtävän loppuunsaattaminen. Näin ollen prosessin tehtävänä on kuvata käytännössä toimintojen logiikka, jotka ovat keskeisiä näiden tavoitteiden saavuttamisessa. (Laamanen 2005, 37.)

Kiiskisen ym. (2002) mukaan tukitoiminnot ovat puolestaan arvoketjuun nähden toissijaisia toimintoja, jotka vain tukevat ydintoimintoja kuten taloushallinto, tietohallinto ja henkilöstöhallinto muun muassa. Nämä toiminnot palvelevat organisaation sisäisiä asiakkaita, eli henkilöitä, jotka ovat yrityksessä töissä (Kiiskinen ym. 2002, 29.)

Martinsuon ym. (2016, 188) mukaan prosessien suorituskykyä parannettaessa, niitä tulee seurata, ohjata ja kehittää. Kaikessa ohjauksessa lähtökohtana ovat aina yrityksen ja tarkastelun kohteena olevan prosessin päämäärät ja sen tuotokset kuten kuviossa 6. on kuvattuna. Koska organisaatiossa on usein käytössä keskenään ristiriitaisia päämääriä, ohjauksjärjestelmät ovat nykyaikana kehittyneet moniulotteisiksi kokonaisuuksiksi. (Martinsuo ym. 2015, 187–188.)



Kuvio 6. Organisaatio avoimena teknis-sosiaalisena järjestelmänä ja sen kytkeytyminen arvoa tuottaviin prosesseihin (Martinsuo ym. 2015, 187).

3.6 Tunnusluvut ja mittarit

Yrityksen toiminnanohjauksessa käytetään tunnuslukuja. Tunnuslukujen käytöllä pyritään asettamaan tavoitteita sekä seuraamaan toimintaa.

Toiminnan johtamiseksi tarvetta on taloudellisten (myyntikate, käyttökate ym.) lukujen lisäksi resurssien käyttöön ja toiminnan tuloksiin kuvaaviin tunnuslukuihin. Yritysten tuotannon tunnusluvuista löytyy useimmiten kustannustehokkuutta ja tuottavuutta sekä toimitusvarmuutta kuvaavia tunnuslukuja. (Haverila ym. 2009, 397–398.)

Näillä luvuilla pyritään johtamaan ja analysoimaan tavanomaisesti tuotannon keskeisten tavoitteiden toteutumista. Paikkaansa pitävien ja varsinkin vertailuun kelpoisien tietojen saaminen tuotantoprosessista on yleisesti ottaen hankalaa ja aikaa vievää. Näistä syistä tunnuslukujen käyttö vaihtelee eri yritysten välillä. (Haverila ym. 2009, 398.)

Martinsuo ym. (2016) kuvaavat tehokkuuden ja tuloksellisuuden taustalla olevan suorituskyvyn. Suorituskyky tarkoittaa prosessin tai henkilön valmiutta saavuttaa asetetut suoritustavoitteet käytävissä olevilla resursseilla tai osaamisella. Hyvä organisointi luo puitteet, jossa ohjaaminen on keino suorituskyvyn arviointiin, säätelyyn ja kehittämiseen. (Martinsuo ym. 2016, 189.)

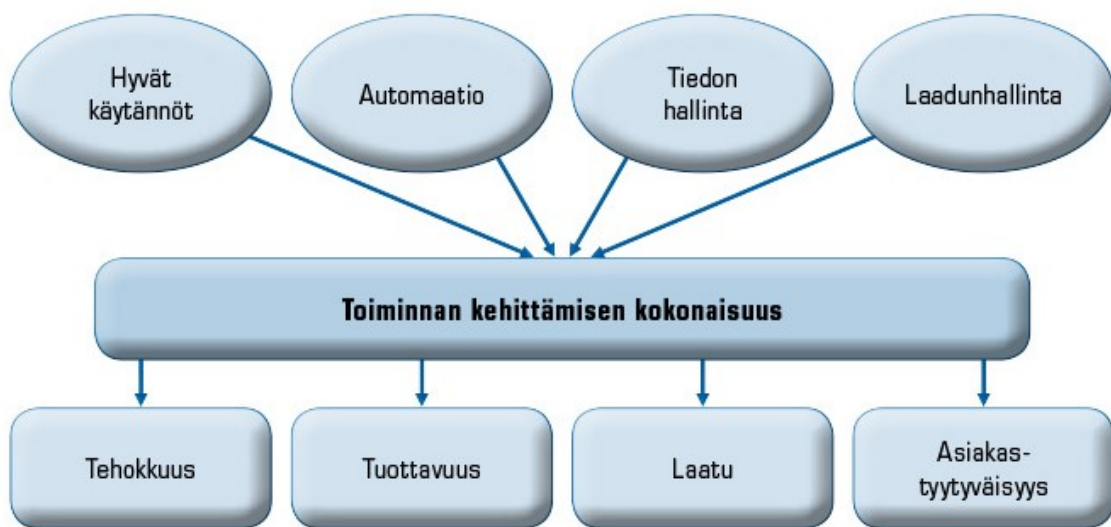
Martinsuo ym. (2016, 189) kuvaavat suorituskykyyn liittyviä työjärjestelmän osatekijöitä olevan seuraavan kaltaisia muun muassa; työn muotoilu ja organisointi, työtehtävät ja käyttäytyminen, henkilövalinnat sekä henkilöstön osaamiset ja henkilöresurssin kohdentaminen tehtäviin, työolosuhteet ja -välineet, työn kokeminen ja vaikutukset (motivaatio, työn kuormittavuus, hyvinvointi), johtaminen ja ohjaus ml. palkitseminen sekä työn ja organisaation kehittäminen.

Yrityksen kannalta hyvä tai tarkoituksenmukainen toiminta ei aina ole sellaista, jota voidaan ilmaista rahamääräisesti kustannuksina tai tuottoina. Tämän takia yrityksen toiminnan ohjaamiseen ja johtamiseen tarvitaan usein myös muuta kuin taloudellista informaatiota. Suorituksen mittaus voi auttaa ilmentämällä ja tekemällä näkyväksi asioita, joita ei ole helppo muuten täsmällisesti tunnistaa. Suorituksen mittauksessa pyritään nostamaan ja määrittämään sellaista yrityksen tekemistä tai toimintaa, jonka uskotaan olevan tärkeää, mutta joka näkyy taloudellisesti välillisenä taikka ilmenee jopa jonkinlaisen ajallisen viiveen jälkeen vasta. Mittarit johdetaan tekijöistä, jotka

ovat keskeisiä onnistumisen kannalta tai joiden seuraaminen näppituntumilla on hyvin vaikeaa. (Martinsuo ym. 2016, 265.)

3.7 Toiminnan kehittämisen kokonaisuus

Yrityksen kilpailukyvyyn, jatkuvuuden ja kannattavuuden parantamiseksi on olemassa useita toisi-
aan täydentäviä ja osin vaihtoehtoisia keinoja toiminnan kehittämiseksi kokonaisuuden kannalta
kuten kuviosta 7 voi havaita.



Kuvio 7. Erilaisia keinoja toiminnan kehittämiseen (Martinsuo ym. 2016, 359).

Kehittämisellä tavoitellaan parempaa tehokkuutta, tuottavuutta, laatua ja asiakastyytyväisyyttä. Teollinen automaatio on merkittävin teollisen tuotannon tehokkuuteen ja tuottavuuteen vaikuttanut trendi. Tämä on ilmennyt asettamalla uudenlaisia vaatimuksia toiminnanohjaukselle, sillä ihmisen ja teknologian vuorovaikutus on osoittautunut ohjauksen kannalta haasteelliseksi kehityskohdeksi. (Martinsuo ym. 2016, 358–359.)

3.7.1 Hyvät käytännöt

Martinsuon ym. (2016, 360) mukaan yrityksissä voidaan kehittää sellaisia käytäntöjä, joilla vaikute-
taan joko kapasiteettiin, tuotoksiin, panoksiin tai itse tuotantojärjestelmään, parantaakseen tehok-
kuutta, tuottavuutta tai laatua. Martinsuon ym. (2016, 360) mukaan esimerkkejä tällaisista kei-
noista ovat muun muassa:

- kapasiteetin ja sen käyttöasteen parantaminen
- läpäisyajojen lyhentäminen
- saannon parantaminen
- virheiden ja häiriöiden poistaminen
- työmenetelmien kehittäminen
- tuotantoprosessin teknisen järjestelyn eli layoutin kehittäminen
- toiminnan itseohjautuvuuden kehittäminen

3.7.2 Kapasiteetin ja sen käyttöasteen parantaminen

Kapasiteetti on yksi tuotantokykyä kuvaavista mittareista, joka ilmoittaa tuotantoyksikön enim-
mäissuorituskyvyn aikayksikössä. Kapasiteetin hallinta perustuu työpisteen kapasiteettiin sekä
suunniteltujen töiden kuormitukseen. Kuormitus kertoo, kuinka paljon suunniteltu tuotanto varaa
eli kuormittaa kapasiteettia. (Haverila ym. 2009, 399–400.)

Haverila ym. (2009, 400) kuvaa esimerkin avulla, jossa kokoonpanon kapasiteetti on 80 h/vko ja
lasketun kuormituksen ollessa 70 h/vko, jolloin suhteellinen kuormitus saadaan laskettua kuvion 8
mukaisesti.

$$\frac{\text{Kuormitus} * 100 \%}{\text{Kapasiteetti}} = \text{kuormitussuhde} = \frac{70\text{h} * 100\%}{80\text{h}} = 87,5 \%$$

Kuvio 8. Esimerkki kuormitussuhteen laskemisesta (Haverila ym. 2009, 400).

Haverila ym. (2009, 400) toteavat että, kuormitusasteen ja -suhteen rinnakkaiskäsitteitä ovat käytöaste ja -suhde, jotka kuvaavat suunnitellun kuormituksen sijaan toteutuneen tuotannon määrää ja suhdetta kapasiteettiin.

Piirainen, A. (2020) taasen kuvaa että, resurssitehokkuuden saralla mittaamista voidaan tehdä lasquemalla resurssin tehokasta käyttöä suhteessa määriteltyyn ajanjaksoon. Tätä kuvausta voidaan tarkastella kuviossa 9. Tämän resurssitehokkuuden voi käytännössä hyödyntää esimerkiksi asiantuntijatyön mittaamisessa.

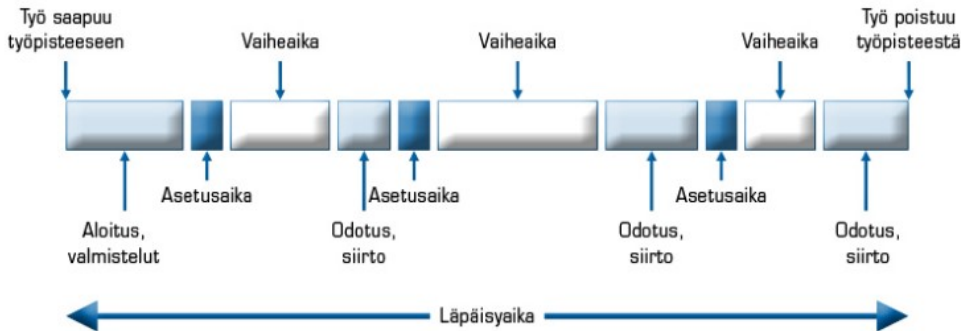
$$\frac{\text{Saapuvan työn nopeus}}{\text{Lähtevän työn nopeus}} = \text{Käyttösuhte (resurssitehokkuus)}$$

Kuvio 9. Resurssitehokkuus johdettuna kaavasta (Piirainen, A. 2020).

Sekä Martinsuo ym. (2016) ja Haverila ym. (2009) molemmat toteavat, että nettokapasiteetti kuvaa todellisen käytettävissä olevan kapasiteetin olevan huomattavasti vähemmän kuin käytettävissä oleva teoreettinen kapasiteetti. Teoreettista kapasiteettia vähentäviä tekijöitä molemmat edellä mainitut luettelevat olevan tyypillisesti sairauspoissaolot sekä koulutukset henkilöstöä koskettavina vähentävinä tekijöinä sekä erilaiset kone- ja laiterikot, huollot ja esimerkiksi materiaali- puutteet taasen muina tuotannon kapasiteetin vähentävinä tekijöinä. Nettokapasiteetti näin ollen onkin todellisuudessa 50–90 % luokkaa. (Martinsuo ym. 2016, 361–362 & Haverila ym. 2009, 400–401.)

3.7.3 Lämpäisyajojen lyhentäminen

Martinsuo ym. (2016, 362) ja Haverila ym. (2009, 401) molemmat toteavat, että lämpäisy aika kuvaa todellista aikaa, jonka toimintaketju vaatii.



Kuvio 10. Havainnollistus lämpäisyajan koostumuksesta (Martinsuo ym. 2016, 362).

Kokonaislämpäisyajassa (katso kuvio 10), otetaan huomioon tuottavien työvaiheajojen lisäksi tuottamattomat työvaiheajat eli odotusajat, joissa tuotteita tai tietoja siirretään, asetuksia määritetään tai tuotteita tai tietoja valmistellaan käsiteltäväksi. Valtaosa tuotteiden lämpäisyajoista koostuu juuri odotusajoista ja itse vaiheajat näyttävät pientä osaa kokonaislämpäisyajasta. Lämpäisyajojen lyhentämisessä perimmäisenä tarkoituksena ja lean-ajattelussa myös korostuu näiden hukkien poistaminen.

Piirainen A. (2020) kuvaakin kuviossa 11 virtaustehokkuutta, joka on rinnastettavissa kokonaislämpäisyajan käsitteeseen keskittyen vain yksittäisen tapahtuman virtaustehokkuuden osoittamiseksi. Lämpäisyajan lyhentämisellä voi olla suuria vaikutuksia toiminnan ohjattavuuteen, toimituskykyyn, sitoutuneen pääoman ja tuotannon kuormitusasteeseen. Tähän pyrkimykseen päästäkseen tulisi olla sopivasti välivarastoja ja sitä kautta tavoitella odotusaikojen lyhentämistä kuin myös valmistus- ja tuotantoerien kokojen pienentämistä. Materiaalivirtojen selkeyttämisellä saadaan tuotteet tai asiat virtaamaan sujuvasti niin tuotannon tekemisen kuin itse asiantuntijatyön tekemisenkin kannalta. (Martinsuo ym. 2016, 362–363 & Haverila ym. 2009, 401.)

$$\frac{\text{Prosessointiaikojen summa}}{\text{Kokonaisaika, joka kuluu tuotteen valmistamiseen}} = \text{Virtaustehokkuus}$$

Kuvio 11. Virtaustehokkuus johdettuna kaavasta (Piirainen, A. 2020).

3.7.4 Toiminnanohjauksen tietojärjestelmät ja tiedonhallinnan automatisointi

Kappaleessa 3.4 on aiemmin kuvattuna toiminnanohjausjärjestelmän toiminnan periaatteet, mutta toiminnanohjauksen kehittäminen edellyttää ohjattavien ja seurattavien prosessien selkeyttä ja vakiointia.

Prosessien kuvaaminen ja mallintaminen on tarpeen, jotta tietovirtojen rutiinit saadaan vakioiduksi ja jopa automatisoitua, tai että niitä voidaan ylipäättänsä ohjata. Toiminnanohjausjärjestelmät pohjautuvat pääosin käytettävissä oleviin tietokantoihin, niiden osatekijöiden selkeyteen ja niiden tapahtumakohtaiseen käyttöön. Toisin sanoen resurssit, materiaalit, tuotteet ym. keskeiset osatekijät viedään tietokantaan ja rekisterissä olevia tietoja voidaan hyödyntää yhä useammin. (Martinsuo ym. 2016, 371–372.)

Toiminnanohjauksen osajärjestelmien tulee olla myös kiinteästi kytkeytyneenä toisiinsa eli integroituneena. Silloin kun prosessit on laadukkaasti mallinnettu, tietokannat ovat kunnossa ja informaatio on oikealla tavalla rekisteröityneenä voi toiminnanohjausjärjestelmä auttaa optimoimaan prosessien toteuttamista. (Martinsuo ym. 2016, 371–372.)

Martinsuo ym. (2016) mukaan näiden aiemmin mainittujen asioiden tuottama kokonaistieto on lähtökohta päätöksenteolle. Järjestelmän tarkoituksena ei siis ole itse ohjata toimintaa, vaan antaa käyttäjilleen tietoa valintojen tekemisessä ja tukemisessa.

Toiminnanohjausjärjestelmän tarkoituksena ei ole toisin sanoen olla ”päättökentekoautomaatti”, vaan apuväline päättäjille muutostilanteissa ja päätöksentekoon reagointia varten ylipäättänsä. Jokainen toiminnanohjausjärjestelmä tarvitsee myös ylläpitoa, käyttäjätukea ja jatkuvaa parantelua

käyttöönottonsa jälkeen. Tietojärjestelmien liityttyä kiinteästi prosesseihin, ihmisten toimintatapoihin ja työpaikan rutiineihin, suurimmaksi haasteeksi tulee se, että miten uudistetaan prosesseja, luovutaan vanhoista rutiineista ja muutetaan ihmisten toimintatapoja ja ajattelumalleja toiminnanohjauksen kehittämiseksi. (Martinsuo ym. 2016, 371–372.)

3.8 Digitaalinen kaksosen

Digitaalisen kaksosen termiä kuvaillaan käytettäväksi pääasiassa sovellukseen, jonka pyrkimyksenä on digitaalisesti kuvailla fyysistä maailmaa ja sen toimintaa, sekä luomalla siitä ennustuksia.

Määritelmiä digitaaliselle kaksoselle on kuitenkin useita ja riippuu paljon toimialasta. Valmistavassa teollisuudessa digitaalisen kaksosen avulla voidaan seurata, simuloida ja testata sekä nykyisiä että tulevia suunniteltuja prosesseja. Tämän työkalun tavoitteena on tunnistaa pullonkauloja, poikkeamia tai heikkoja tai kriittisiä kohtia tuotannosta. Toisin sanoen saada tietoa mahdollisista kriittisistä tilanteista ja ennaltaehkäistä niiden toteutumista. Onnistuneella tuotannosuunnittelulla ja tuotantojärjestelyillä digitaalisen kaksosen avulla voidaan saavuttaa optimaaliset läpimenoajat sekä toimitusvarmuus. Toiminnasta tulee tehokkaampaa ja luotettavampaa simuloinnin avulla, kun iteraatiokierrokset nopeutuvat ja vähentyvät. Tuotantoprosessien kehittäminen on näin ollen myös helpompaa virtuaalimallin avulla. (Pinja Opas-digitaalinen kaksosen teollisuudessa n.d.)

4 Nykytilanteen kartoitus

Nykytilanteen kartoittamiseksi haastatteluita tehtiin järjestelmäarkkitehtuurista vastaavalle henkilölle, yksikön johtajalle, projektipäälliköille, ryhmän vetäjälle, toiminnanohjaajille, suunnittelijoille, asiantuntijoille sekä kehittämisspälliköille. Lisäksi kartoitusta tehtiin internetsivustoihin perustuvaan tiedonsaantiin eri palveluntuottajien toimittamiin ohjelmiin liittyen sekä Patrian oman intranet-sivustolta saatavissa oleviin tietoihin.

Järjestelmäarkkitehtuurista vastaavan henkilön kanssa palaverin tarkoitus oli selvittää montako erilaista toiminnanohjaus-, sekä tuotannonohjausjärjestelmää, on koko konsernissa käytössä em.

toimintoja varten. Palaverin aikaansaannoksena konsernin arkkitehtuurista vastaava henkilö toimitti konsernissa olevien järjestelmien listauksen tätä opinnäytetyötä varten käytettäväksi. Tämä on nähtävissä liitteessä 6.

Ryhmän vetäjän kanssa pidettiin useampi palaveri nykytilanteen kuvaamiseksi. Palaverissa selvitettiin ryhmän vetäjän kanssa, miten kokonaiskuorma sekä kysyntä ja ennusteet on määritelty sekä tiedostettu. Lisäksi tunnistettiin tuotannonohjaamiseen liittyvät mittarit ja miten karkeasuunnittelu sekä hienosuunnittelu on tällä hetkellä ryhmän osalta järjestetty.

Yhtenä osa-alueena nykytilan kartoituksessa pidettiin haastattelu projektipäällikön kanssa yhden käytössä olevan tuotannonohjausjärjestelmän osalta, jossa tarkoituksena oli perehtyä kyseiseen tuotannonohjausjärjestelmään sekä sieltä saatavissa olevaan dataan. Tallenne nauhoitettiin sekä litteroitiin myöhempää käyttöä varten. Haastattelu katsottiin uudelleen nauhoitettuna ja haastattelun litteroinnin tuloksena kirjattiin ainoastaan pääkohdat ylös.

Osaston johtajan kanssa pidettiin erillinen haastattelu, jossa tarkoitus oli selvittää mitä mittareita on käytössä tällä hetkellä kokonaisuudessaan osastolla, sekä toisena selvitettävänä asiana oli, miten SOP-prosessi (Sales and Operations Planning) on tällä hetkellä tunnistettuna ja miten SOP-prosessista muodostetaan kokonaisnäkyminen kokonaissuunnittelun kannalta.

Prosessikaavion ja prosessikuvauksen määrittämisessä käytiin ryhmän vetäjän avustamana luoden prosessikaavio sekä mitä siitä on jo muutettu hieman toimintatavoissa ennen tämän opinnäytetyön tutkimuksen alkamista. Prosessikaavio on kuvattu liitteissä 1 ja 2, mutta prosessikuvaus tarkemmin kappaleessa 5.2 minkälaisia haasteita toiminnanohjaamiseen prosessin suunnitteluvaiheessa pääasiassa liittyy suunnittelijoiden ja asiantuntijoiden haastatteluiden pohjalta.

Toisen liiketoimintayksikön osalta esitellyn haastattelun perusteella perehdyttiin toiminnanohjaajien kanssa päällisin puolin tuotannonohjausjärjestelmään, joka on heidän käytössään eli Pinja iPES-tuotannonohjausjärjestelmään.

Ryhmän vetäjän kanssa yhdessä palaverissa pohdittiin ja koetettiin tunnistaa mahdollisia hyviä käytäntöjä tai muita konsernin yksiköitä, joita voisi Benchmarking-menetelmällä mahdollisia käytäntöjä ottaa hyödyksi tähän ryhmään ja sen toimintaan liittyen.

Näiden edellä mainittujen palaverien lisäksi useita muita haastattelun omaisia keskusteluja kappaleen alkupuolella mainittujen asiantuntijoiden kanssa, joista on kerätty tämän tutkimukseen liittyvät tiedot.

4.1 Käytössä olevat toiminnanohjausjärjestelmät

Patria-konsernissa on käytössä haastatteluiden perusteella jokaisessa juridisessa liiketoimintayksikössä oma toiminnanohjausjärjestelmänsä. Tunnistettuja toiminnanohjausjärjestelmiä konsernissa on käytössä mm. seuraavanlaisia järjestelmiä: CGI V10, Digia Enterprise, C9000, Quantum Control, Ramco ja SAF.

4.1.1 V10-toiminnanohjausjärjestelmä

V10 ERP-toiminnanohjausjärjestelmä on CGI-sovellustoimittajan tuottama tietojärjestelmä. Haastatteluiden sekä Patrian sisäisen intranet-verkkosivuston perusteella saatuihin tietoihin liittyen jokaisella juridisella osakeyhtiöllä on oma V10-tietokantansa. Lisäksi kyseinen järjestelmä on integroitu useiden muiden järjestelmien kanssa mm. työaikakirjanpitoon, matkalaskuihin, projektin aikataulutussuunnitteluohjelmiin ym. liittyviin järjestelmiin. Tämä kyseinen järjestelmä toimii tämän opinnäytetyön rajauksen kohteena olevan ryhmän työkaluna kyseisessä liiketoimintayksikössä.

V10-toiminnanohjausjärjestelmässä on mahdollisuus testata erillisessä testiympäristössä muutoksia sekä toiminnallisuuksia ennen kuin ne viedään oikeaan käyttöön, jos niin halutaan. Tässä toteutuu kappaleen 3.8 mukaisesti digitaaliseen kaksoseen liittyvät asiat.

4.2 Käytössä olevat MES-järjestelmät

Haastatteluiden sekä Patrian oman sisäisen intranet-verkkosivun tiedon perusteella konsernin osalta liiketoimintayksiköissä ei ole käytössä käytännössä kuin muutamassa yksikössä tuotannonohjaamiseen oikeasti hankittu MES-järjestelmä. Muutamassa liiketoimintayksikössä konsernilla on käytössään iPES- sekä Solumina-nimiset MES-järjestelmät. Muissa liiketoimintayksiköissä näiden järjestelmien puuttumisen vuoksi käytössä on erilaisia ohjelmia hyödynnetty korvaamaan tähän tarkoitukseen oikeasti käytettävää tuotannonohjausjärjestelmää. Kyseisinä ohjelmina on käytetty Ecefte-tietojärjestelmää, MS-Project projektinhallintaohjelmistoa, MS Teams Planneria, MS Office Exceliä ja Atlassianin Jira Softwarea, ja perinteistä sähköpostia sekä exceliä hyväksikäyttäen esimerkiksi.

4.2.1 EFECTE

Efecte on Efecte Oy:n tietojärjestelmä, jolla hallitaan Patrian konsernitason tasoisesti seuraavia tietotekniikkaan liittyviä osa-alueita kuten tukipyynnöitä, laiterekistereitä, ohjeistuksia sekä asiantuntijatyön ohjaamisessa tämä järjestelmä on toiminut yhtenä tuotannonohjaamisen työvälineenä, jolla on kokonaistilannekuvan muodostamiseksi saatu käsitys resurssien työkuormasta ja työmääristä pääasiassa kappaleittain ei niinkään kokonaistuntimääränä tiedostettuna.

4.2.2 TEAMS-Planner

Microsoft Teams on ryhmätyön keskus, jota voi käyttää selaimella, Patrian hallinnoimalla iOS-mobiililaitteella tai työasemasovelluksella. Teamsia käytetään pääsääntöisesti viestintään mutta sen lisäominaisuus Planner-toiminto on myös käytössä ollut joillakin osa-alueilla tuotannonohjauksen yhtenä työkaluna. Plannerissa tiimin sisällä olevat henkilöt pystyvät luomaan ja seuraamaan tehtäviä, joita heille on luotuna tai luovat itse. Tässäkin järjestelmässä heikkoutena on se, että seurannassa ei pysty muuta seuraamaan kuin läpimenoaikaa ja todellista kestoja, jolloin toteutuneet tunnit on saatava talteen muusta järjestelmästä.

4.2.3 Jira Software

Yhtenä Patrialla käytössä olevana tuotannonohjausjärjestelmänä käytetään Jira-nimistä sovellusta, joka on tehtävienhallintaohjelmisto. Järjestelmä on Atlassianin nimisen yrityksen yksi ohjelmistoversio vaihtoehto, jonka voi hankkia yrityksen omalle palvelimelle tai käyttää pilvipalvelumuotona. Tämä tuotannonohjausjärjestelmä on Patrialla yleisimmin käytössä softaan liittyvässä suunnittelussa kuin mekaanisen puolen suunnittelun töiden ohjaamisen järjestelmänä.

Haastattelun ja esittelyn perusteella saatu kuva käytettävästä järjestelmästä koostui sen hyvinä ominaisuuksina siitä, että se on visuaalinen, helppokäyttöinen, monen henkilön yhteiskäyttöön soveltuvissa oleva tehtävienhallintajärjestelmä. Sen muina hyvinä ominaisuuksina on myös ohjelmistossa olevat valmiit visualisoinnin tueksi tulevat mittarit, jotka saa helposti ja vaivattomasti halutut asetusarvot valitsemalla näkyväksi. Tämä siis helpottaa visualisoinnin keinoin tilannekuvan saamista ryhmälle kuin sen vetäjällekin töiden tilannestatuksesta.

Tämä järjestelmä taipuu siis hyvin monien työmääräysten, virheiden ja tukipyyntöjen hallintaan, kunhan kaikille on selvät ”pelisäännöt” miten tehtävät avataan ja mitkä ovat tehtävien metatiedot ja miten pitkiä aikavälejä on kokonaissuunnittelun ja hienosuunnittelun vaiheissa olevilla tehtävillä työllä, jonossa tai keskeytyneenä tilassa.

Heikkoutena järjestelmässä tällä hetkellä on se, että sieltä ei ole saatavissa tuntiseurannallista dataa, ainoastaan läpimenoajallista dataa, jolloin tämä näkökulma ja seurattavuus on tehtävä jotain muuta järjestelmää hyödyntäen tarvittaessa.

4.2.4 MS Project

MS Project-ohjelmisto on Microsoftin kehittämä projektinhallintaohjelmistotuote. Se on suunniteltu auttamaan projektipäälliköitä (ja lisäksi ryhmien vetäjille) aikataulun laatimisessa, resurssien osoittamisessa tehtäviin, edistymisen seurannassa, budjetin hallinnassa ja työkuormien analysoinnissa.

Haastatteluiden perusteella osastolla on pyritty kaikki projektit sekä suuremmat työt viemään MS Project-ohjelmistoon, jossa se on integroitu Microsoftin Power BI-ohjelmistoon, jonka avulla tarkastellaan visuaalisesti koko osaston kokonaissuunnittelun kannalta resurssien suunniteltuja kuormituksia sekä vapaana tai jäljellä olevaa kapasiteettia ja tämä on havaittavissa liitteestä 3 myös.

Pientyöt ovat myös kyseisen ryhmän osalta viety tänne järjestelmään kuormituksina, mutta hyvin ylätasolla kuvattuina eikä tarkasti suunniteltuina kuten liite 4 kuvastaa. Lisäksi pientöiden osalta ei ole aikaa ollut tehdä tarkempia suunnitelmia kuormitusten tai aikataulun osalta, jonka takia MS Project on pääasiassa ollut isompien projektien osalta enemmän käytössä kuin pientöiden käyttämisen osalta työkaluna.

4.2.5 iPes-tuotannonohjausjärjestelmä

Tämä tuotannonohjausjärjestelmä on käytössä konsernissa eräässä liiketoimintayksikössä, joka ei kuulu tämän opinnäytetyön tilaajan liiketoimintayksikköön. Ohjelmiston virallinen nimi on iPES ja toimittajana on Pinja. SWD PES on tuotannonohjausjärjestelmä, joka sisältää tuotannosuunnittelun, tuotannon raportoinnin käyttöliittymän, materiaaliarpeiden suunnittelun ja varastonhallinnan. Kyseinen järjestelmä on integroitu liiketoimintayksikön omaan toiminnanohjausjärjestelmään sekä M-Files dokumentaationhallintajärjestelmään.

Esittelyssä tuotannonohjausjärjestelmässä selvisi hyvin nopeasti sen hyödyt valmistavaan tuotantoon ja sen tarpeisiin liittyen koetaan tarpeelliseksi. Integraatio heidän oman ERP-järjestelmänsä Digian kanssa on toimiva ja yhteensopiva. Kokonaissuunnittelu prosessi kyseisessä liiketoiminnassa on pääsääntöisesti ajateltu 12kk+ malliseksi ja rullaavan suunnittelun ajatusmallilla toimivaksi. Karkeasuunnittelussa pyritään 3–4 viikon suunnitteluun, jota hieman haastaa satunnaisien tilanteitten takia, jossa konfiguraationhallinta muutoksilla tulee sellaisia muutoksia valmistettaviin tuotteisiin ja näin ollen karkeasuunnittelua ei aina voida viedä välttämättä kaikissa töissä edes tälle halutulle tasolle nähden. Hienosuunnittelussa 1 viikon töiden ajoitus on kuitenkin pääasiassa toiminut kuten teoriassa kuuluisikin toimia.

Esittelyssä tuli lisäksi ilmi, että ERP-järjestelmän suunnitelmapohjien tulee olla hyvin rakenteellisesti suunniteltuja ennen kuin ne viedään MES-järjestelmään, jotta saavutetaan oikeasti se hyöty tuotannonohjaukselle mitä tarve vaatii. Käytössä olevan MES-järjestelmän muita tunnistettuja

hyötyjä on paperiton tuotannonohjaus tukeutuen M-Files dokumentaationhallintajärjestelmään integroituna, jolloin kaikki mahdolliset työohjeet ovat helposti saatavilla aina kyseisille työvaiheille mitä ollaan tekemässä, niiden ajantasainen ja valvottu ylläpito näin ollen myös. Resurssikapasiteettien osalta jatkuva ylläpito ja selkeät vastuualueet kuka vastaa mistäkin toiminnoista ERP:n osalta sekä MES:n osalta kuulostivat esittelyn perusteella myös hyvin synkronoiduilta ja sitä kautta saavutetaan kokonaisuudessaan hyvä ja haluttu lopputulos.

Asiantuntija työn ohjaamiseen suoraanaisesti tuotannonohjausjärjestelmää kyseisessä liiketoiminnossa ei käytetä, jolloin sen käyttökelpoisuuden arvioiminen siihen käyttötarkoitukseen olisi tehtävä erikseen. Lisäksi integroinnin mahdollisuuden selvittäminen toisen ERP-järjestelmän osalta, joka on eri kuin tässä kyseisessä yrityksessä, olisi myös tehtävä erillinen selvitys, mikäli sitä halutaan lähteä kokeilemaan.

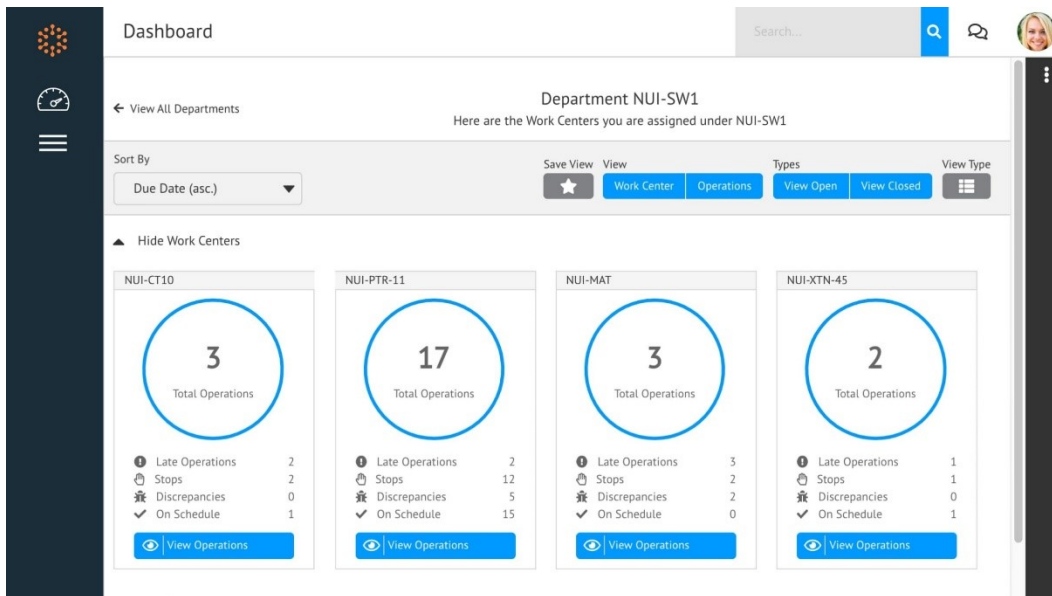
Yrityksen verkkosivuilla on sinällään mielenkiintoisia muita ohjelmistoratkaisuja tarjolla, joista voisi olla räätälöitävissä tarvittaessa sellainen tuote, joka palvelisi myös mahdollisesti muita ryhmiä, jossa tuotannosta nousisi esille tarvetta keskeytyneen työn suunnittelun ratkaisemiseksi esimerkiksi Pinjan kuvaaman Andon-tuotannon avunpyyntö ja raportointijärjestelmän avulla. (Pinja n.d.)

4.2.6 Solumina-tuotannonohjausjärjestelmä

Kyseinen järjestelmä on konsernissa ulkomailla sijaitsevan liiketoimintayksikön käytössä oleva tuotannonohjausjärjestelmä, jonka toimittaja on iBase-t. Tätä tuotannonohjausjärjestelmää käytetään kaikessa tuotannon toteuttamiseen liittyvässä toiminnassa kuten työohjeiden laadinnassa ja käytämissä sekä käytetyn työajan seuraamisessa esimerkiksi. Kyseinen järjestelmä on integroitu liiketoimintayksikön omaan toiminnanohjausjärjestelmään paremman kokonaisuhyödyn saavuttamiseksi.

Internetsivujensa mukaan iBase-t kertoo tuotannonohjausjärjestelmänsä mahdollisuuksista hyödyntää kokonaisvaltaisesti paperittoman tuotannon, MRO-toimintaan (Maintenance Repair & Overhaul), EQMS (Enterprise Quality Management System) sekä SQM (Supplier Quality Management) liittyviin ratkaisuihin. Kyseinen järjestelmä on mahdollista integroida muun muassa eri CAD-suunnitteluohjelmistoihin kuten PTC, Siemens sekä Dassault Systemes sekä toiminnanohjausjärjes-

telmiin kuten SAP, DELTEK, IFS ja Oracle ja lisäksi järjestelmä on myös mahdollista saada pilvipalvelupohjaisena. Internetsivujen esittelyvideon sekä mainoksien ja kuvien perusteella tätä voisi mahdollisesti hyödyntää myös asiantuntija työhön ja tulevaisuudessa erilaisten visuaalisten tilannekuvien havainnointiin kuten kuvio 12 voi nähdä. (iBase-t Solumina MES, n.d.)



Kuvio 12. Näkymä esimerkki Solumina MES-järjestelmästä

4.3 Käytössä olevat mittarit

Tällä hetkellä suunnitteluryhmällä on käytössä kaksi mittaria, joita myös seurataan koko suunnitelluosaston tarkkuudella. Nämä valitut mittarit ovat tulospalkkaukseen liittyvät OTD-mittari (On-time delivery), jossa mitataan valittujen töiden läpäisyajan keston perusteella onnistumista, ottamatta kantaa tehtyihin kustannuksiin eli käytettyihin tunteihin käytännössä, sekä toisena mittarina on Cost per Hour-mittari, jolla mitataan taasen käytettyjä tunteja suhteessa suunniteltuihin työtunteihin.

Osastolla on joskus aikojen saatossa kerätty dataa ja lisäksi yhtenä sisäisenä mittarina on aiemmin käytetty suunnitteluvirheitä, joka suoranaisesti ei taasen kuulu toiminnanohjauksen pariin vaan enemmän laatuun liittyviin asioihin. Toisaalta nämä suunnitteluvirheet ovat yhteydessä toiminnanohjauksen mittareihin siinä mielessä, että ne luultavimmin ovat tuottaneet sitten lisäkustannuksia ja aikatauluviiveitä mahdollisesti näiden suunnitteluvirheiden korjaamisien vuoksi.

Epävirallisena mittarina ryhmän vetäjä tunnistaa asiakkaan kanssa yhteisesti pidettävät kokoukset, joissa tarkastellaan asiakastilauksien statuksia, lähinnä aikataulua mutta vaihtelevasti myös kertyneitä kustannuksia eli käytettyjä työtunteja verrattuna budjetoituihin työtunteihin. Tämä mittari ei kuitenkaan seurannan kannalta ohjaa suoranaisesti tekemistä, koska sillä katsotaan hyvin vahvasti menneeseen aikaan ja todetaan enemmänkin tilanne, miten asiat ovat menneet. Hyötynä näistä kokouksista saadaan se, että jos tunnistettuna on enemmän töitä kuin on kapasiteettia niin miten töitä tulisi priorisoida jatkossa eteenpäin. Välillisenä mittarina tässä on myös tunnistettavissa asiakastytyväisyys, vaikka sitä ei suoraan kerätä mihinkään talteen muuta kuin suullisen palautteen perusteella tehtävinä johtopäätöksinä.

4.4 Prosessikuvaus tällä hetkellä

Haastattelun perusteella tehtiin visualisoinnin tueksi karkea kuvaus prosessikaaviosta, joka on liitteessä 1, miten prosessi pientöiden osalta kulkeutuu tilauksesta toimitukseksi. Haasteena ryhmän vetäjä totesi alun alkaen, että aiemmin työt ovat saattaneet tulla asiakkaalta suoraan tekevälle portaalle ilman että myynti tai ryhmän vetäjä on saanut tietoa toimeksiannosta tai tilauksesta.

Tilannetta on jo ennen tämän opinnäytetyön aloittamisen osalta parannettu ja saatu muutos siihen, ettei tilaukset tai toimeksiannot valuisi asiakkaalta suoraan toteutukseen vaan ne ohjautuvat myynnin tai vähintään ryhmän vetäjän kautta toteutukseen. Tämä muutos näkyy myös liitteessä 2 kuvattuna. Tämä on myös ollut tavoitteena kokonaissuunnittelun sekä kokonaistilannekuvan parantamiseksi alun alkaen.

4.5 Toiminnanohjausjärjestelmästä saatavissa oleva data

Opinnäytetyöhön liittyvän ryhmän töistä on saatavissa hieman dataa käytössä olevasta toiminnanohjausjärjestelmästä. Käytännössä V10-toiminnanohjausjärjestelmässä on avattuina työtilauksiin nähden työnumerot, joihin käytetyt tunnit kerrytetään mutta sieltä ei ole saatavissa nämä kuin päätasolla, jolloin tarkempi seuraaminen on myös haasteellista kokonaistilannekuvan muodostamiseksi.

Haastatellessa osaston johtajaa selviää, että tämä on tietoinen päätös, jossa nykyistä toiminnanohjausjärjestelmää ei käytetä tähän tarkoitukseen vaan toimitaan muilla työkaluilla kokonaissuunnitelman muodostamiseksi. Tämän päätöksen taustalla on asiantuntijatyön resurssienryhmittelyn muodostamisen haasteellisuus nykyiseen toiminnanohjausjärjestelmään sen takia, että ryhmiä tulisi tuhottoman paljon oikeaan osaamiseen nähden, jolloin haasteeksi muodostuisi oikean resurssiryhmän tunnistaminen ja sen kuormittaminen, toisaalta myös toiminnanohjausjärjestelmän resurssiryhmän geneerisyys ei kertoisi todellista tilannetta onko jollain tietyllä henkilöllä ylikuormitusta suhteessa toiseen työntekijään nähden.

Toinen syy miksi näin on toimittu, johtuu myös siitä, että kyseisellä osastolla ei ole riittävästi osaamista käyttää toiminnanohjausjärjestelmää, sillä tasolla kuin esimerkiksi tuotantoon keskittyvillä osastoilla on toiminnanohjausjärjestelmää hyödynnetty. Käytännössä keskitettyä valmistussuunnittelua tai tuotannosuunnittelua ei ole osastolla olemassa, jolloin ryhmien vetäjät, projektipäälliköt ym. joutuisivat sen opettelemaan nykyisten käytäntöjen sijasta tai rinnalle käytettäväksi.

4.6 Integraatiot

PLM-järjestelmänä eli tuotetiedon hallintaan kyseinen suunnitteluryhmä käyttää 3DEXPERIENCE Enovia PDM-ohjelmistoa lentoteknisen suunnittelun tuottamaan suunnitteludokumentaatioon ja siihen liittyvää dataan. Enovia on integroitu CATIA V5 3D-suunnitteluohjelmistoon, MS Office-tuotteisiin sekä V10 ERP-järjestelmään. Enoviaan laadittua dataa voidaan tarkastella web-käyttöliittymästä.

Ms-Project ohjelmisto on integroitu V10-toiminnanohjausjärjestelmästä saatavaan dataan eli sieltä tulee työnumeroilta tiedot toteutuksista, jotka käytetty kyseiselle tehtävälle, jos tehtävälle on oma työnumerosa. Tämä auttaa seurantaan siinä mielessä, että mitä tavoiteaika ja toteuma on määritetty alun perin helpottaa seurantamahdollisuuksia. Sekä kuten aiemmin on todettu niin MS Project-ohjelmisto on integroitu taasen Power Bi-ohjelmistoon ja se taasen auttaa visualisoimaan kokonaissuunnittelun osalta paremmin tilannetta suunnitellusta kuormasta, kapasiteetin käyttöasteesta, vapaana olevasta resurssista sekä jakamaan työkuormaa, mikäli mahdollista jos tunnistetaan että kyseinen resurssi tai resurssiryhmä on ylikuormitettu.

Muut käytössä olevat järjestelmät ryhmän toiminnanohjauksen ja tuotannonohjauksen osalta eivät taas ole integroituja millään muotoa esimerkiksi Jira, Efecte, Teams Planner, sähköpostit, jolloin ne toimivat erillisinä työkaluina tuotannonohjaamiseksi ja eivät sinällään palvele kokonaisuudessa oikein hyvin toiminnanohjaamisen näkökulmasta.

Tässä kysymyksessä tulee esille, että onko tietoa järkevä hajauttaa monen eri ohjelmiston välillä, vai pystyisikö toiminnanohjausjärjestelmän tai lisäosan eli MES-tuotannonohjausjärjestelmän avulla helpottamaan ryhmän toimintaa ja tilannekuvan parantamista, monen eri käytössä olevan järjestelmän tai toimintamallin sijasta. Toisin sanoen pystytäänkö joitain hyviä käytäntöjä ottamaan ryhmälle puuttuvan tuotannonohjausjärjestelmän vuoksi, tai ohjaamaan toimintaa nykyisen käytössä olevan V10-toiminnanohjausjärjestelmän avulla paremmin muuttamalla käytänteitä pientöiden osalta.

5 Työn tulokset

Työn tuloksissa osiossa on nähtävissä haastatteluiden sekä järjestelmistä kerättyjen tietojen perusteella tehtyihin havainnoiteihin liittyen huomioiteja sekä tunnistettuja asioita, joista voisi johtopäätöksissä olla mahdollista parantaa toimintaa.

5.1 Ryhmän tilannekuva

Haastatteluiden perusteella kävi ilmi, että lähes kaikki työt ryhmällä ovat tunti-laskutettavissa olevia jolloin ns. kiinteähintaisia töitä ei juurikaan ole ollut ryhmällä 2022–2023 vuosien aikana.

Ryhmän töiden karkeasuunnittelu resursoinnin osalta on tehty toiminnanohjausjärjestelmän sijasta MS-Projectiin, jossa tunnistetaan mahdolliset osaamiskategoriaan sidoksissa olevat resurssit kullekin työlle. Näin ollen resurssitehokkuus on hyödynnetty käytännön tasolla paremmin kuin toiminnanohjausjärjestelmä voisi taipua siihen tiedostaen tilanteen, että osastolla ei ole erillisiä valmistussuunnittelijoita tätä tekemään.

Kokonaissuunnittelussa ryhmän vetäjän osalta tunnistettiin, että kokonaiskysyntä on hyvin pieni, joka juontaa osittain myös juurensa siitä, että SOP-prosessissa käytänteet ennustamisen ja todellisen kysynnän osalta on hyvin maltillista. Tämä näyttäytyy ryhmän vetäjälle toisin sanoen niin että,

esimerkiksi ryhmän tilattu kysyntä vuodelle 2023 on käytännössä ollut puolikkaan henkilöresurssin vuosityökuorman verran ainoastaan. Ennustetta ei siis ole tiedossa tai se on hyvin maltillisesti viety kokonaissuunnitteluun, jolloin kapasiteetin varaaminen ryhmälle on osittain haasteellista ja aiheuttaa kesken vuotta tulleisiin asiakastilauksiin oman haasteensa, miten töitä voi resursoida ja aikatauluttaa jos kapasiteettia ei ole käytettävissä, varsinkin silloin kun kokonaiskapasiteetista resurssia on siirretty muihin tilauksiin tai ryhmiin käytettäväksi.

Toinen asia mikä tuli myös esille miksi käytännössä nimettyä ryhmää ei ole myös osittain voitu muodostaa töiden vähyyden lisäksi, on ollut osaamistarpeen osalta tunnistettuna haaste, jolloin on jouduttu käyttämään muita osaamisresursseja tilatuissa töissä kuin on ollut resurssia vapaana kyseisessä ryhmässä.

Tähän SOP-prosessin kuvaamaan haasteeseen esimerkiksi 2023 vuoden osalta on toteuma joulukuussa saadun haastattelun perusteella kaksinkertainen verrattuna suunnitelmaan, joka oli 2022 vuoden lopussa olleessa ennusteessa. Tämä on todettavissa liitteessä 8 josta käy hyvin ilmi, että ennusteeseen nähden töitä on ollut huomattavasti enemmän, sekä saadun haastattelutiedon perusteella ennuste vuodelle 2024 on edelleen maltillinen. Kokonaissuunnittelun kannalta on odotettavissa, että tämä ennustettu työmäärä on edelleen alimitoitettu ja tulee haastamaan resursoinnin ja aikatauluttamisen osalta varmasti myös tulevaisuudessa kuten voi havaita myös liitteestä 9 jossa kerättyä dataa on nähtävissä useammalta kuukaudelta jo vuodesta 2022 kysynnän ja toteuman osalta.

5.2 Tunnistetut haasteet prosessikuvauksen suunnitteluvaiheessa

Nykyisillä käytännöillä suunnitteluryhmän haasteina on jatkuvasti töitä tehdessä erilaiset keskeytykset työssään. Oli kyseessä sitten informaation kulun puutos, puutteelliset lähtötiedot työtä aloittaessa ja tehdessä sekä sidosryhmien välisten tiedonkulun puutokset sisäisten asiakkuuksien osalta kuin myös ulkoisten asiakkuuksien osalta.

Työn määrien arviointi ja kestot ovat myös yleensä melko haasteellisia ja aiheuttavat täten erilaisia haasteita niin resursoinnin kuin aikatauluttamisen suhteen ja sitä kautta koko toiminnanohjauksen suhteen erittäin paljon.

Tiedontaltiointi ja sen sijainnit ovat myös yksi iso haaste, joka tunnistetaan työtä tehdessä suunnittelijoiden ja asiantuntijoiden osalta, varsinkin jos kyseessä on sidosryhmät mukana kuten esimerkiksi tuotantoa, jossa jotain valmistetaan tai fyysinen tuote sijaitsee ihan eri paikalla kuin suunnittelutyötä tekevä henkilö. Tämän takia sidosryhmien kanssa kommunikoinnit pääasiassa tapahtuvat puhelimitse ja sähköpostilla, jolloin oma haaste on, että miten ja millä tavalla kyseiset tilanteet saadaan taltioitua ja muistettua ja kuinka helppoa niihin tilanteisiin on palata, kun työ on keskeytynyt joksikin aikaa taikka selvisikö asia kuten oli ajateltu, jotta pystyy etenemään työssä ja lopputulos on sitä mitä on haluttu ja tilattu.

Lisänä sidosryhmien osalta näkyvyys miten suunnittelussa olevien pientöiden edistymiset ovat kyseisellä hetkellä menossa, on välillä aika näkymättömissä tai vaikeasti saatavissa, jolloin sen selvittäminen vaatii aina oman keskeytystilanteessa, jossa työn statusta kysellään joko ryhmän vetäjältä taikka suoraan työn tekijältä.

5.3 Toiminnanohjausjärjestelmän data

V10-toiminnanohjausjärjestelmässä ei ole suunniteltuna ryhmän töitä ja näin ollen myöskään työlle asetettuja tavoitepäiviä sekä tavoiteaikoja mitä on budjetoitu tai suunniteltuna kyseisille tilauksille. Lisäksi V10-toiminnanohjausjärjestelmässä on kokonaiskapasiteetti osittain määritettyinä resurssiryhmiin kuten liitteestä 6 voi sen havaita.

Kokonaiskuorman nähden taasen järjestelmästä saatavissa oleva data näyttää koko yksikön osalta, että töitä on suunniteltu todella vähäisesti toiminnanohjausjärjestelmään kuten liite 7 sen kertoo.

Näistä havainnoista päätellen kokonaissuunnittelun osalta toimintaa suunnitellaan jollain muulla tavalla. Osaston johtajan kanssa pidetyn haastattelun perusteella kokonaissuunnittelu tuotetaan SOP-prosessista Planning Analytics-työkalulla (PLANA), jossa tilaukset sekä myyntiaihiot suunnitellaan ja näin ollen saadaan kokonaissuunnittelua varten muodostettua todellinen kokonaiskysyntä suhteessa käytössä olevaan kokonaiskapasiteettiin nähden.

Tämä tarkastelu sitten kokonaissuunnittelun osalta pyritään tekemään MS Project-työkalulla, johon resursoidaan projektit sekä muut työt kuten pientyöt ja sitä ylläpidetään kyseisellä työkalulla.

MS Projectilta sitten nämä kuormitukset saadaan Microsoftin Power BI avulla muutettua visuaaliseksi, jotta tarkastelua on helpompi tehdä etenkin resurssiryhmien ja kuormitusryhmien osalta kuten liitteissä 3 ja 4 on havaittavissa.

5.4 Nykyiset mittarit

Tulospalkkaukseen liittyvät mittarit, joita käsiteltiin kappaleessa 4.4 kertovat hyvin vahvasti sen, että toimintaa mitataan pääasiassa menneeseen aikaan.

Pientöiden osalta työn kokonaismäärä selviää osittain nykyisestä käytössä olevasta tuotannonohjaus järjestelmästä, mikäli se on kuormitettu ja ylläpidetty MS-Project-ohjelmiston avulla oikein. Näitä asioita sivutaan osaston johtajan toimesta pidettävillä kokouksilla, jossa tarkastellaan kuormituksia resurssiryhmittäin kapasiteettiin nähden ja sieltä tulee ilmi lähinnä ne tilanteet, joissa jonkun henkilön tai resurssiryhmän kuormitus on korkeampi kuin käytettävissä oleva kapasiteetti.

Lisäksi ryhmien vetäjät pyrkivät oman ryhmänsä kuormituksia ja kapasiteetteja seuraamaan ja sitä kautta järjestelemään töitä tarvittaessa uudelleen joko siirtämällä resurssilta toiselle tai aikataulua uudelleen sovittamalla.

Mittaria missä seurataan keskeneräisen työn määrää kokonaisuudessaan tunteina tai kappalemäärinä ei ole tällä hetkellä olemassa tai ole suunniteltu käytettäväksi.

5.5 Hyvät käytännöt

Perehtyessä V10-toiminnanohjausjärjestelmästä saatavissa olevaan dataa, sekä käytettyyn tuotannonohjausjärjestelmään MS-Project ohjelmasta saatavissa olevaan dataan, selviää että pientöiden osalta molemmissa järjestelmissä kyseisen ryhmän työt on suunniteltu hyvin karkealla tasolla.

Vastaavan kaltaista asiantuntijatyötä tehdään toisessa liiketoimintayksikössä samoilla toiminnan- ja tuotannonohjausjärjestelmillä kuin tätä opinnäytetyötä koskevassa yksikössä. Haastatteluiden sekä liitteestä 10 olevan saadun datan myötä selviää, että he käyttävät järjestelmää hyvin paljon enemmän hyödyksi ja tarkemmin suunniteltuna kuin tätä opinnäytetyötä koskevan ryhmän töiden osalta on tällä hetkellä tehty. Lisäksi muita hyviä käytäntöjä löytyy tällä hetkellä tämän

opinnäytetyöhön liittyvän osaston sisältä jo, kuten liitteissä 11 ja 12 on nähtävissä selvitettyjen toiminnanohjausjärjestelmän rakenteista. Nämä rakenteet ovat myös samalla lailla toteutettu käytössä olleeseen MS-Project-ohjelmistoon, joten tuotannonohjaamisen osalta on huomattavasti helpompi saada kokonaiskäsitys käytetyistä tunneista suhteessa suunniteltuihin ja tämä sama helppo seurattavuus pätee aikataulunkin seuraamisen osalta, kun rakenne on tehty molempiin järjestelmiin samalla lailla.

6 Johtopäätökset

Tutkimuksen johtopäätöksinä selviää, että useamman eri toiminnan- ja tuotannonohjaamiseen käytettävän järjestelmän käyttäminen, yhden tai kahden siihen tarkoitukseen oikeasti suunnitellun toiminnan- sekä tuotannonohjausjärjestelmän sijasta ei ole kokonaisuudessaan järkevää. Kustannustehokkaan ratkaisun mielestä jo sekä usean eri järjestelmän osalta saadun hyödyn ja niiden käytettävyyden osalta tämän tutkimustyön tulokset näyttävät siten että toiminnan- ja tuotannonohjaus ei ole sujuvaa nykyisillä järjestelmillä. Pienillä sujuvoittavilla toimenpiteillä ja hyvillä käytännöillä voidaan ohjaamisen suhteen tehdä pieniä parannuksia, mutta kokonaisuudessaan tämän tutkimuksen pohjalta olisi syytä tehdä isompi muutos ja tutkia tarkemmin mikä tai mitkä järjestelmät voisi vastata asiantuntijatyön ohjaamisen tarpeisiin tulevaisuudessa paremmin ja päästä eroon muista järjestelmistä siinä samalla.

7 Toimenpide-ehdotukset

Ehdotukset pohjautuvat havainnointiin, sekä saatuihin haastattelutietoihin ja teoriaan perustuen, joita voisi lähteä ryhmän toiminnan kehittämisen osalta edistämään tulevaisuudessa. Järjestys ehdotusten osalta ei ole millään tavalla määräävänä tekijänä eikä tässä listauksessa oteta kantaa tulisi siko nämä kaikki toteuttaa vai vaan osa ehdotuksista, joten se jää kuten opinnäytetyön rajauksesakin on mainittu niin osaston päätettäväksi jatkossa.

Ensimmäisenä ehdotuksena jo aiemmin tunnistettujen hyvien käytänteiden jalkauttaminen olisi luultavimmin helpoin ja nopein keino, jolla voi parantaa tilannetietoa ryhmän vetäjän sekä työnteekijöiden osalta. Tämä tarkoittaisi, että vakiinnutetaan jokaiseen työhön liittyvät minimivaatimukset, jotka ovat esimerkiksi mitä tietoja nykyiseen toiminnanohjausjärjestelmään tulee tehdä. Tämä

sama tieto on sitten helpommin monistettavissa MS Project-ohjelmistoon, jossa resurssien kuormitukset sekä työmäärät ovat muutoinkin tarkastelussa nykyisen osaston kokonaissuunnittelun osalta. Työtä avattaessa V10-toiminnanohjausjärjestelmään jokainen työ tulisi olla rakenteeltaan kunnossa eli aikataulutettu, kuormitettu sekä ajoitettu järjestelmään ja samalla tavalla tehtynä myös pääasiallisesti nykyisin käytössä olevaan tuotannonohjausjärjestelmään, jolloin seuranta MS-Projectin kautta olisi järkevää. Tämä palvelisi myös osaston kokonaissuunnittelua jatkossa luultavasti hieman paremmin ja resurssien osalta tarkastelu tulisi entistä tarkemmaksi. V10-toiminnanohjausjärjestelmän käytettävyyden nosto liittyy edellä olevaan toimenpide-ehdotukseen oleellisesti, tämän toimintatavan jalkauttaminen sekä vaadittavat perehdytykset ovat myös tarpeen tehdä ennen kuin voidaan vaatia edellä mainitun ehdotuksen käyttöönottamista ryhmälle.

Toisena kehitysehdotuksena tulisi miettiä uusien mittareiden käyttöönottoa ja seuranta. Tämän harkitsemisen osalta tavoitteena olisi menneeseen katsomisen sijasta se, että ryhmällä olisi seuranta jatkossa keskeneräiseen työhön nähden. Mittarilla katsottaisiin keskeneräisten töiden määrää kappaleittain tai tunneittain, taikka vaihtoehtoisesti valmiusastetta kyseisen tehtävän taikka kokonaisuuden osalta. Siirryttäisiin toisin sanoen resurssitehokkuuden tai virtaustehokkuuden pariin enemmän ja tämä edesauttaisi tuotannonohjaamisen tarkempaan hienosuunnitteluun, resursointiin ja aikataulutukseen liittyviin haasteisiin. Tämän mittarin käyttöönotosta toivottavasti saataisiin tulevaisuudessa myös näin ollen selville keskeytyksien juurisyyt eli hukka, joka syntyy työtä tehdessä, oli se sitten tiedonkulusta tai suunnitteluvirheistä tai muusta syystä johtuvana syntyvää hukkaa. Lisäksi mittarin hyvänä puolena on myös se, että jos jokin asia odottaa jotain valmistuvan, jotta työ pääsee etenemään, niin se on helpommin konkretisoitavissa ja jatkuvan kehittämisen prosessia hyödyntämällä parannettavissa pidemmällä tähtäimellä katsottuna sekä yhtenä palautteenannon keinona ryhmälle kuin myös sidosryhmille jatkossa.

Kolmantena ehdotuksena SOP-prosessin kehittäminen kokonaissuunnittelua varten olisi myös varteenotettava kehityskohde, toisaalta se olisi omissa käsissä helposti tehtävissä, kun sovitaan yhdessä, miten ja millä työkaluilla ennusteita laaditaan tulevaisuuteen nähden. Toisaalta tämän prosessin osalta haasteellisuus on siinä, että se vaatii myös tietynlaista yhteistyötä ja jatkuvuutta suurimman asiakkaan sekä muiden asiakkaiden taholta ja yhteisymmärrystä siitä, miten tämä

puutteellinen ennustettavuus aiheuttaa kokonaissuunnittelun kannalta kysynnän ja tarjonnan suurimman ristiriitaisuuden ja näin ollen ei ainakaan lisää asiakastyytyvää osalta, että tilattuihin töihin ei löytyisi vapaata resurssia tai läpimenoajat muodostuvat näin ollen pitkiksi tilatuilla töillä. Hyötynä tämän SOP-prosessin kehittämisen osalta on parempi resursointi ja kokonaissuunnittelun osalta parempi ennustettavuus kuin tällä hetkellä on ollut tilanne, jossa ryhmällä on ollut huomattavasti enemmän työtä kuin on ennustettuna ollut ja näin ollen aiheuttaa myös haasteen kokonaistoiminnan suunnittelemiseksi.

Neljäntenä ehdotuksena tulisi selvittää ryhmän sekä osaston tarpeisiin soveltuvan tuotannonohjaamiseen liittyvän järjestelmän hankinta ja käyttöönotto. Tämä selvitystyö kannattaisi ottaa omana tutkimuksenaan, jossa tutkittaisiin tarkemmin konsernissa olevien tuotannonohjausjärjestelmien sekä mahdollisten muiden järjestelmien osalta käyttökelpoisin työkalu ryhmälle sekä isommassa mittakaavassa koko osastoa mieltien. Tähän liittyvät hyödyt olisivat luultavasti ne, että moni erillinen ohjelma, joita tällä hetkellä yritetään käyttää tuotannonohjaukseksi yhden ainoan soveltuvan ohjelman sijasta, voisi selkeyttää toimintaa ja mahdollistaisi tulevaisuudessa helpommin erilaiset simuloinnit digitaalisten kaksosten luonnin osalta sekä näissä ohjelmissa jo sisäänrakennettujen mittareiden käyttömahdollisuudet ja niiden visuaaliset kuvaajat käytettäväksi manuaalisen mittarien tiedon haeskelemisen ja jäsentelemisen sijasta. Tällaisia järjestelmiä on jo tämän opinnäytetyön osalta selvitetty konsernissa olemassa olevien järjestelmien osalta, mutta vastaavia järjestelmiä on myös muita tarjolla, joihin tätä opinnäytetyötä tehdessä tuli erilaisten selvitysten takia löydettyä internetistä ja tästä syystä niitä olisi tässä erillisessä tutkimuksessa syytä ottaa tarkasteluun myös.

Viimeisenä ehdotuksena edellä mainittua ehdotusta on myös mahdollista ottaa kehitettäväksi yhdessä koko konsernissa jo käynnistettyyn toiminnanohjausjärjestelmiin liittyvän yhtenäistämisen/uudistamisprojektin kanssa, jolloin ei välttämättä vaatisi tämän opinnäytetyön liittyvältä osastolta isoa panostusta itsekseen, vaan olla mukana projektissa antamassa oman näkökulmansa perustuen siihen, miten toiminnan- ja tuotannonohjaaminen on tällä hetkellä tämän opinnäytetyön osalta jo selvitettyä olevan haasteellista nykyisillä olemassa olevilla työkaluilla.

7.1 Yleistettävyys ja luotettavuus

Lähdemateriaalina käytettiin aiheeseen liittyvää kirjallisuutta, perehdyttiin vastaavan kaltaisiin opinnäytetöihin sekä verkkojulkaisuihin ja toimeksiantajan omaan intranetista saatavissa olevaan aineistoon. Aineiston keräämisen osalta ja haastattelemalla paljon eri asiantuntijoita laajasti tutkimuksessa, pyrittiin mahdollisimman avarasti tarkastelemaan tutkimuskohdetta ja lähestymään näin ollen sen tulkinnan yleistettävyttä suhteessa teoriaan nähden. Yleistettävyyden osalta tarkastellessa tulee kuitenkin pitää mielessä, että tässä tutkimuksessa keskityttiin yhden ryhmän toiminnanohjauksen kehittämiseen, joten koko osaston toiminnanohjauksen kehittämiseen nähden tätä tutkimusta ei voi yleistää ilman lisätutkimista.

Luotettavuutta pyrittiin tarkastelemaan koko tutkimuksen ajan. Luotettavuuden osalta tätä tutkimustyötä tehdessä pyrittiin valitsemaan sellaisia teoriaan sopivia lähteitä, jotka ovat mahdollisimman tuoreita ja joista löytyisi tätä tutkimustyötä auttaakseen mahdollisia kehittämiseen liittyviä aihealueita. Haastatteluihin pyrittiin valitsemaan asiantuntijoita, joilla oli paras näkemys aiheeseen liittyen, kuten esimerkiksi koko konsernin järjestelmäarkkitehtuurista vastaavan henkilön osalta toimiessa tehtiin.

7.2 Eettisyys

Eettisyyden periaatteiden noudattamisessa yrityksen liikesalaisuudet sekä aineiston säilyttämiseen liittyvät asiat olivat hyvin vahvasti esillä tätä tutkimusta tehdessä. Tutkimustyön tekijällä oli ennen tämän tutkimustyön aloittamista jo yritykseen liittyvät salassapitosopimukset allekirjoitettuina sekä yrityksen eettisten periaatteiden noudattaminen selvillä. Eettisyys tuotiin julki myös haastatellessa henkilöitä, että heidän yksityisyydensuojansa säilyy, jolloin heidän nimiään ei tulla julkaisemaan tässä tutkimuksessa. Lisäksi haastateltavista ei kerätty tietoa vaan heidän osaamisestaan ja näkemyksistään tätä tutkimusta varten.

Lähteet

Haverila, M., Uusi-Rauva, E. Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6.p. Tampere: Infacs.

Hyvärinen, M., Nikander, P. & Ruusuvuori, J. 2017. Tutkimushaastattelun käsikirja. Tampere: Vas-tapaino.

iBase-t, Solumina MES-system. N.d. Yrityksen verkkosivut. Viitattu 15.11.2023.

<https://www.ibaset.com/solutions/manufacturing-execution-system/>

Kananen, J. 2014. Verkkotutkimus opinnäytetyönä. Laadullisen ja määrällisen verkkotutkimuksen opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kananen, J. 2015. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylä: Jyväskylän am-mattikorkeakoulu.

Kananen, J. 2017. Laadullinen tutkimus pro graduna ja opinnäytetyönä. Jyväskylä: Jyväskylän am-mattikorkeakoulu.

Kiiskinen, S., Linkoaho, A. & Santala, R. 2002. Prosessien johtaminen ja ulkoistaminen. Helsinki: WSOY.

Laamanen, K. 2005. Johda liiketoimintaa prosessien verkkona. Ideasta käytäntöön. Helsinki: Laatu-keskus.

Martinsuo, M., Mäkinen, S., Suomala, P. & Lyly-Yrjänäinen, J. 2016. Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. Helsinki: Edita.

Patria lyhyesti. N.d. Yrityksen verkkosivut. Viitattu 7.8.2023.

Piirainen, A. 2020. Virtaustehokkuus ja resurssitehokkuus- tuottavuuden paradoksi. Tehdasfy-siikka. Viitattu 25.9.2023. <https://tehdasfyysiikka.fi/virtaustehokkuus-ja-resurssitehokkuus/>.

Pinja. N.d. Yrityksen verkkosivut. Viitattu 15.11.2023. <https://pinja.com/>

Pinja. N.d. Opas-Digitaalinen kaksonen teollisuudessa. Viitattu 20.12.2023.

https://blog.pinja.com/hubfs/Pinja/Guides/Opas%20-%20Digitaalinen%20kaksonen%20teollisuudessa.pdf?utm_campaign=OE%20-%20Novi%20-%20Kunnossapidon%20asiantuntijat%20kohtaavat%20-%20Vertaistukea%20ja%20uusia%20ideoita%20toiminnan%20kehitt%C3%A4miseen&utm_medium=email&hsmi=271387468&utm_content=271387468&utm_source=hs_automation

Tietosuojalaki L 1050/2018. Laki luonnollisten henkilöiden suojelusta henkilötietojen käsittelyssä sekä näiden tietojen vapaasta liikkuvuudesta. Viitattu 7.8.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2018/20181050#L6>.

Tuotannonohjaus: mitä, miksi ja miten. N.d. Fikuro yrityksen verkkosivut. Viitattu 15.11.2023
<https://fikuro.visma.fi/tuotannonohjaus/#tuotannonohjausvstoiminnanohjaus>

Vilka, H. 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Helsinki: Tammi.

Vilka, H. 2021. Tutki ja Kehitä. 5.p. Jyväskylä: PS-kustannus.

Liitteet

Liite 1. Prosessikaavio ennen muutoksia (salassa pidettävä).

Liite 2. Prosessikaavio jo tehtyjen muutosten osalta (salassa pidettävä).

Liite 3. Power Bi-data resurssien käytettävyydestä (salassa pidettävä).

Liite 4. Power-Bi näkymä yhdestä ryhmän työtilauksesta kuormituksena (salassa pidettävä).

Liite 5.Patria järjestelmäarkkitehtuuri kuvaus toiminnan- ja tuotannonohjausjärjestelmistä (salassa pidettävä).

Liite 6. V10 toiminnanohjausjärjestelmän kuvaus suunnitteluosaston resurssiryhmistä (salassa pidettävä).

Liite 7. V10 toiminnanohjausjärjestelmästä saatu kuvaus suunnitteluosaston suunnitellusta työkuormasta (salassa pidettävä).

Liite 8. Ryhmän ennuste 2022 vuoden lopussa olevasta työkuormasta vuodelle 2023 sekä tilanne vuoden 2023 joulukuussa sen hetkisestä toteumasta (salassa pidettävä).

Liite 9. Ryhmän suunnittelytyöt kuvaaja (salassa pidettävä).

Liite 10. Ensimmäinen esimerkki tuotannonohjausjärjestelmän hyvistä käytännöistä (salassa pidettävä).

**Liite 11. Ensimmäinen esimerkki hyvistä käytännöistä
toiminnanohjausjärjestelmän rakenteesta (salassa pidettävä).**

Liite 12. Toinen esimerkki hyvistä käytännöistä toiminnanohjausjärjestelmän rakenteesta (salassa pidettävä).