



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Viivi Hokkanen

# Tuotannollisten tavoitteiden määrittely asiakasohjautuvassa tuotannossa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalous

Insinöörityö

13.5.2020

Tekijä Otsikko	Viivi Hokkanen Tuotannollisten tavoitteiden määrittely asiakasohjautuvassa tuotannossa
Sivumäärä Aika	33 sivua 13.5.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Tuotantotalous
Ammatillinen pääaine	Teollisuuden prosessit
Ohjaajat	Lehtori Jarmo Toivainen Tuotantopäällikkö Jarkko Bäckman
<p>Insinööriyön tavoitteena oli kuvata tuotannollisten tavoitteiden asettamisen prosessi sekä määrittää syitä tuotannollisten tavoitteiden ja toteuman muutoksille. Työ toteutettiin seuraamalla tuotannon tavoitteiden ja toteuman kehittymistä usean viikon ajalta. Tavoitteiden asettamiselle ei ollut yhtenäistä selkeää menetelmää, tavoitteet vaihtelivat lähes yhtä paljon kuin tuotannon toteuma. Nykyisessä mallissa tuotannollisia tavoitteita asetetaan ensin tuotannonsuunnittelun toimesta, jonka jälkeen työnjohto muokkaa niitä viikko-, päivä- ja vuorokohtaisesti antamaan mahdollisimman realistisen kuvan tuotannon todellisesta kyvystä. Suurin syy tavoitteiden muokkaamiseen liittyy yleensä henkilöstöön liittyviin haasteisiin.</p> <p>Tuotannon toteumaan eniten vaikuttavia tekijöitä tutkittaessa havaittiin, että yksi yleisin syy on prosessin noudattamattomuus. Prosessin noudattamattomuus ei kuitenkaan johdu välttämättä työtehtävien laiminlyönnistä, vaan kyseessä saattaa olla tilanne, jota ei olla virallisesti ohjeistettu.</p> <p>Tuotannonsuunnittelun näkökulmasta tavoitteiden muokkaaminen antaa näkymän tuotannon todelliseen kykyyn, tämä tieto onkin usein heille arvokkaampaa kuin tuotannon kiinteät tavoitteet.</p>	
Avainsanat	Tuotannonsuunnittelu, prosessi, tuotannon seuranta

Author Title Number of Pages Date	Viivi Hokkanen Defining Productional Targets in a Customer-Oriented Production Line 33 pages 13 May 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Engineering and Management
Professional Major	Industrial Processes
Instructors	Jarmo Toivainen, Senior Lecturer Jarkko Bäckman, Production Manager
<p>The purpose of this thesis was to describe the setting of the productional targets and to define the causes behind the changes in production targets and actual produced units. As there were no guidelines in the case company to set the production targets, the targets seemed to vary as much as the production outcome. The thesis was carried out by analyzing the variation in productional targets during several weeks.</p> <p>Currently, the production targets are first set by the production planner, and afterwards altered by the supervisors weekly, daily and in the beginning of every shift. The greatest reasons behind the altering of the targets are challenges related to the workforce.</p> <p>Not following the process instructions when facing disorders in production seemed to affect the production outcome the most. Most of the time it was not due to negligence but lack of clear instructions.</p> <p>Altering the production targets to correspond to the outcome gives production planners a view to the actual ability of the production, which itself is more valuable information for them compared to unvariable targets in production.</p>	
Keywords	production planning, process, production management

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Työn tavoite	1
1.2	Työn toteuttaminen	2
1.3	Työn sisältö	2
2	ABB Drives yleisesti	3
2.1	Drives	3
2.2	Tilaus-toimitusprosessi ja tuotantoalue	5
3	Prosessin nykytila	8
3.1	Long & medium term planning	8
3.2	Short term planning	9
3.3	Työnjohto	12
3.4	Tuotantos suunnitelman tarkkuus	12
3.5	Häiriö vs häiriö	15
3.6	Vertailu naapurilinjaan	18
4	Tuotannonsuunnittelu ja prosessijohtaminen	19
4.1	Toiminnanohjausjärjestelmä	19
4.2	Kapasiteettisuunnittelu	20
4.3	Läpimenoaika	21
4.4	Tuotantomuodot	22
4.5	Prosessien tunnistaminen ja kuvaaminen	24
4.6	Prosessien kehittäminen ja työkalut	25
4.7	Prosessijohtaminen	25
4.8	Hayes-Wheelwrightin matriisi	26
5	Johtopäätökset	28
5.1	Henkilöstö	29
5.2	Vaihtoehtoiset mallit	29

5.3	Prosessin noudattamattomuus	30
6	Yhteenveto	31
	Lähteet	33

## Lyhenteet

ABB	<i>Asea Brown Boveri</i> , sveitsiläis-ruotsalainen teollisuuskonserni.
OPF	<i>One Piece Flow</i> , vaihestettu kokoonpanolinja.
SAP	<i>Systems, Applications and Products in Data Processing</i> . Tuotannonohjausjärjestelmä.
ERP	<i>Enterprise resource planning</i> , toiminnanohjausjärjestelmä.
OPP	<i>Order penetration point</i> , tilauksen kohdentumispiste.
MTS	<i>Make to stock</i> , varasto-ohjautuva tuotantomuoto.
ATO	<i>Assemble to order</i> , tilauksesta kokoonpano.
MTO	<i>Make to order</i> , tilauksesta valmistus.
ETO	<i>Engineer to order</i> , tilauksesta suunnittelu.

# 1 Johdanto

Tarkan tuotannosuunnittelun merkitys teollisuudessa on kasvanut merkittävästi. Tuotantoa ja sen tarkkuutta pyritäänkin jatkuvasti parantamaan erilaisilla ohjelmistoilla ja uudistuneilla prosesseilla. Liiketoiminnan näkökulmasta tarkka tuotannosuunnittelu on kriittistä yrityksen menestykselle. Tuotannonohjauksen tavoitteena onkin sovittaa myynti ja resurssit toisiinsa niin, että asetetut tuottotavoitteet saavutetaan.

## 1.1 Työn tavoite

Insinööritö toteutetaan ABB Drives Oy:n taajuusmuuttajamoduuleita valmistavalle yksikölle, joka käsittää useita eri tuoteperheitä sekä tuotantolinjoja. Työn tavoitteena on parantaa tuotannosuunnittelun prosessin läpinäkyvyyttä organisaation sisällä ”alhaalta ylöspäin” sekä mahdollisesti vähentää prosessin vaihtelua. Prosessin vaihtelun vähentäminen tarkoittaisi entistä tarkempaa tuotannosuunnittelua, mikä auttaisi tuotannon mahdollisimman tehokkaassa kuormituksessa. Koska prosessia ei ole aiemmin kuvattu, luo selkeä nykytila hyvän pohjan prosessin mahdolliselle kehitykselle.

Työn tarkoituksena on kuvata osaston tuotannollisten tavoitteiden asettamisen ja tuotannon seurannan prosessi. Tuotannon tavoitteiden asettamisella tarkoitetaan tuotannon vuoro-, päivä- ja viikkokohtaisia tuotantomäärällisiä tavoitteita. Tavoitteet määräytyvät myytyjen taajuusmuuttajamoduulien ja tuotannon kapasiteetin mukaan, mutta toiseksi tavoitteiden määrittelyn ja tuotannon seurannan prosessi on kuvaamaton. Tavoitteet muuttuvat lähes vuorokohtaisesti vastaamaan tuotannon senhetkistä kykyä.

Tuotannollisten tavoitteiden asettamisen prosessi on monivaiheinen. Nykyisessä tilanteessa on vaikeaa eritellä, miksi tuotannon toteuma poikkeaa suunnitellusta tavoitteesta, mikä tekee tarkasta tavoitteiden asetannasta niin haastavaa ja miksi tuotannon tavoite on muuttunut. Työssä pureudutaan myös tuotannossa aiheutuviin häiriöihin, joita on vaikea ennustaa ja jotka vaikuttavat tuotannon toteumaan, sekä syihin tavoitteiden muuttamisen taustalla. Työssä pohditaan myös realistisen tuotannosuunnittelun merkitystä liiketoiminnalliselta kannalta.

## 1.2 Työn toteuttaminen

Työ toteutetaan tekemällä prosessin nykytilasta prosessikuvaus. Prosessikuvauksen tarkoitus on selventää prosessin monivaiheisuutta ja eri toimijoita. Työssä tarkastellaan myös tuotannon toteumaan vaikuttaneita tekijöitä sekä niiden ennustettavuutta päivittäisessä tekemisessä. Työssä määritellään aiempaa dataa hyväksi käyttäen yleisimmät tuotannon toteumaan vaikuttaneet syyt. Prosessista jatkojalostetaan nykytila-analyysi, jonka avulla eritellään prosessin vahvuudet ja heikkoudet, jota myöhemmin sovelletaan prosessin tahtotilan määrittelyssä. Tarkoituksena on myös avata tuotannon tavoitteiden taustalla vaikuttavia tekijöitä tuotannon päivittäistekemisestä kapasiteettisuunnitteluun asti. Opinnäytetyö toimisi katsauksena ”alhaalta ylöspäin” aina itse tuotannosta sen pidemmän aikajänteen suunnitteluun vaikuttaneisiin tekijöihin.

Vaikka työssä sivuutetaan pitkän aikajänteen tuotannonsuunnittelua, keskitytään opinnäytetyössä kuitenkin lyhyen aikavälin tuotannonsuunnitteluun ja tuotantoprosessiin. Työn tarkoituksena on luoda katsaus tuotannon tavoitesuunnittelun nykytilaan, ei ratkaista sen mahdollisia haasteita. Opinnäytetyössä käydään myös laajalti läpi tuotannossa ilmeneviä häiriöitä ja niiden vaikutusta toteumaan. Teoreettisena viitekehyksenä työssä on tutkittu tuotannonsuunnittelun teoriaa ja prosessijohtamista. Työn tutkimusmenetelminä käytetään kvantitatiivista aineistoa, joka muodostuu toiminnanohjausjärjestelmästä sekä erilaisista raporteista saadusta informaatiosta. Aineistoa kerätään myös haastattelemalla yksikössä työskenteleviä henkilöitä.

## 1.3 Työn sisältö

Luvussa 2 käydään läpi ABB Drivesiä yleisesti ja perehdytään muun muassa sen tuotteisiin ja tuotantolinjoihin yleisellä tasolla. Luvussa 3 käydään läpi tuotannollisten tavoitteiden asettamisen nykytilaa ja muita siihen liittyviä prosesseja. Luvussa 4 perehdytään opinnäytetyön teoreettisena viitekehyksenä tuotannonsuunnitteluun sekä prosessijohtamiseen. Luvussa 5 analysoidaan prosessin nykytilaa sekä käydään läpi siitä tehdyt johdopäätökset. Luvussa 6 käydään läpi yhteenveto.



## 2 ABB Drives yleisesti

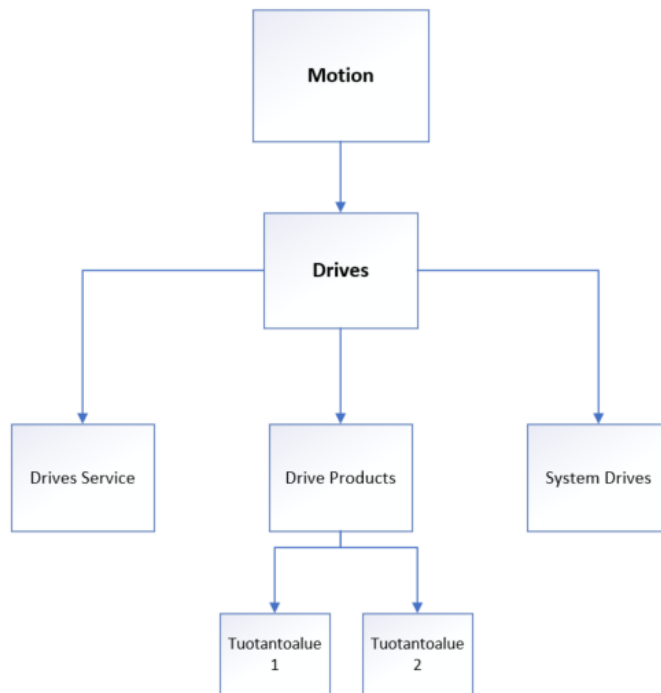
ABB eli Asea Brown Boveri on sveitsiläis-ruotsalainen teollisuuskonserni, joka jakautuu neljään eri divisioonaan, joita ovat:

- Electrification
- Industrial Automation
- Motion
- Robotics & Discrete Automation.

ABB Drives kuuluu Motion-divisioonaan. ABB-yhtymä syntyi, kun sveitsiläinen Brown Boveri ja ja Asea yhdistivät liiketoimintansa vuonna 1988. Suomessa ABB työllistää yhteensä noin 5300 ihmistä noin 20 eri paikkakunnalla. (ABB lyhyesti.)

### 2.1 Drives

ABB Drives Oy valmistaa Suomessa pienijännitteisiä taajuusmuuttajia sekä niihin yhdistettyjä ohjelmistotyökaluja kaikkiin sovelluksiin ja teollisuudenaloille. Helsingin Pitäjänmäellä sijaitseva tehdas on ABB:n taajuusmuuttajien tuotekehityksen johtava yksikkö. Pitäjänmäen tehdas työllistää noin 1300 ihmistä, mutta globaalisti taajuusmuuttajabisneksen parissa ABB:llä työskentelee noin 6000 ihmistä. Kuvassa 1 on esitetty Drives Productsin sijoittuminen Motionin organisaatiossa. (ABB lyhyesti, taajuusmuuttajilla kohti parempaa maailmaa.)



Kuva 1. Drive Productsin sijoittuminen ABB Motionin organisaatiossa.

Taajuusmuuttajat ovat sähkölaitteita, joita käytetään muun muassa teollisuuden sähkömoottoreiden ohjaukseen. Tällöin taajuusmuuttaja toimii osana moottori- tai generaattorikäyttöä, jossa se vastaa moottorin tai generaattorin ohjauksesta. Tähän opinnäytetyöhön liittyvässä yksikössä tuotetaan suoraan seinälle asennettavia teollisuustaajuusmuuttajia sekä kaappeihin asennettavia teollisuustaajuusmuuttajia. Kuvassa 2 on erinäinen joukko ABB:n valmistamia teollisuustaajuusmuuttajia. (Suomi 100-innovaatiot, sija 5: taajuusmuuttaja.)



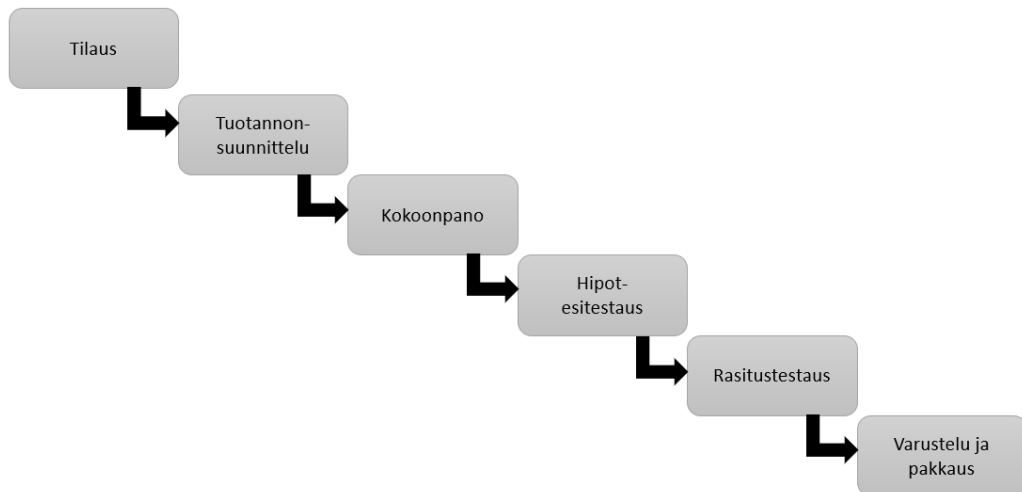
Kuva 2. ABB:n teollisuustaajusmuuttajia. (Teollisuustaajusmuuttajat)

## 2.2 Tilaus-toimitusprosessi ja tuotantoalue

Tuotantolinjan tuotanto on tilausohjautuvaa, eli tuotanto aloitetaan vasta asiakastilauksesta. Tilaus tulee tuotantoon SAP ERP -toiminnanohjausjärjestelmän kautta, jonka jälkeen tuotannonsuunnittelu ajoittaa tuotantotilauksen. Tuotantoalue puolestaan koostuu useista One Piece Flow (OPF) -tuotantolinjoista, jotka mahdollistavat moduulien nopean läpimenoajan sekä lyhentävät asiakkaan kokemaa toimitusaikaa. OPF-tuotanto on Lean-filosofiaa mukaileva tuotantomuoto, jonka tarkoituksena on maksimoida asiakastytyvyyttä mahdollisimman resurssitehokkaasti. OPF-tuotantolinjalla kootut moduulit liikkuvat työvaiheiden välillä yksitellen ilman välivarastointia. Läpimenoaika tarkoittaa työn suorittamiseen – tässä tapauksessa moduulin kokoonpanoon, testaamiseen ja pakkaamiseen – kuluvaa aikaa.

Tuotantoalueella on OPF-linjojen lisäksi myös rework-työpisteitä, joilla voidaan koota moduuleita joko yksittäin alusta loppuun tai korjata linjalla vikaantuneita moduuleita. Korjauksen tapahtuessa muualla kuin tuotantolinjalla, ei linjan työskentely keskeydy turhaan ongelmien syntyessä kokoonpanossa.

Kokoonpanon jälkeen moduulit siirtyvät High potential -esitestaukseen, jossa varmistetaan sähköeristysten toiminta. Tämän jälkeen laitteet menevät rasiustestaukseen ja sieltä eteenpäin loppuvarusteluun ja pakattavaksi. Kuvassa 3 on esitettyä yksinkertaistettu versio tuotantoalueen tilaus-toimitusprosessista.



Kuva 3. Tilaus-toimitusprosessi

Tuotantoalueen tuotteen jakautuvat karkeasti kahdella eri tavalla, joko tuoteperheen mukaan tai raamikoon mukaan. Raamikoko kertoo tuotteen teholuokan ja fyysisen koon, ja tuoteperhe puolestaan tuotteen käyttötarkoituksen. Tässä opinnäytetyössä tuotteet jaetaan karkeasti kahteen, tuoteperheiksi 1 ja 2. Tuoteperhe 1 sisältää vakiintuneita tuotteita ja raameja, joita on yksikössä valmistettu jo useita vuosia. 1:n tuotteet ovat seinälle tai kaappiin asennettavia teollisuustaaajuusmuuttajia. Tuoteperhe 2 sisältää elinkaarensa alkuvaiheessa olevia raameja, joiden tuotanto ja myynti on kehittynyt viime vuosina paljon. Tuoteperheen 2 tuotteet matalaharmonisia ja verkkoon jarruttavia taajuusmuuttajia.

Tuoteperheen 2 moduuleille on rakennettu lähiaikoina uusia OPF-tuotantolinjoja, joihin siirryttiin aiemmasta solutuotannosta, jossa moduulit asennettiin yhdessä vaiheessa alusta loppuun. Tuotantomäärät ovat siis kasvaneet samaa tahtia tilausten kanssa. Kasvaneet tuotantomäärät ja tilaukset aiheuttivatkin alussa jonkin verran ongelmia tavoitteiden määrittelyssä. Tuotteen myynnin vakiinnuttua ja linjojen kehittyttyä myös tuotannon tavoitteen määrittely tarkentui vastaamaan toteumaa.

Tuotantoalueella työskentelee ihmisiä päivittäin esimerkiksi seuraavissa rooleissa:

#### Tuotantopäällikkö

Tuotantopäällikkö on vastuussa tuotteiden saatavuudesta ja laadusta. Hän vastaa valmistusmenetelmien sekä tuotantoon liittyvien toimintatapojen parantamisesta ja kustannustehokkuudesta.

#### Työnjohtaja

Tuotannon työnjohtajan perustehtävä on varmistaa tuotantolinjalla valmistettavien tuotteiden saatavuus ja laatutaso vastaamalla työntekijätason esimiehenä tuotantolinjan päivittäisistä toimista ja resursoinnista tuotantosuunnitelmaa noudattaen. Työnjohtaja varmistaa tuotantolinjoilla valmistettavien moduulien sujuvan läpimenon ja puuttuu työvuo-ron aikana syntyneisiin tuotantoon vaikuttaviin häiriöihin. Näihin asioihin vaikuttamalla pyritään turvaamaan asiakkaalle luvatut toimitusajat ja tuotannon maksimoitu teho. Työnjohtaja varmistaa resurssien ohjaamisen tuotantosuunnitelman mukaisesti, ja tarvittaessa muokkaa tuotantosuunnitelmaa vuorokohtaisesti vastaamaan todellista tilan-etta. Työnjohtajan vastuulla ovat myös työturvallisuudesta huolehtiminen, prosessien laadun ja tehokkuuden varmistaminen, tuotantoprosessien ohjaus ja valvonta sekä työntekijöiden työsuhteasioiden hoitaminen.

#### Tuotannonsuunnittelija

Tuotannonsuunnittelijan perustehtävä on varmistaa tuotteiden saatavuus seuraamalla oman vastuualueensa tuotteiden kysyntää ja ylläpitämällä kapasiteettitilanteen mukaista tuotantosuunnitelmaa. Suunnitelman tavoite on optimoida asetettujen liiketoiminnallisten tavoitteiden saavuttaminen. Tuotannonsuunnittelijan tehtäviin kuuluu esimerkiksi tuotantotilausten työjonojen ja tuoterakenteiden ylläpito, tuotantosuunnitelman toteutumisen seuranta sekä aiheeseen liittyvä sisäinen raportointi. Tuotannonsuunnittelija toimii tuotantolinjan yhteyshenkilönä materiaaleihin liittyvissä haasteissa.

#### Tiimivetäjä

Tiiminvetäjän perustehtävä on huolehtia tuotannon virtauksesta sekä tukea työnjohtoa tiedonkulkuun liittyvissä asioissa. Tiiminvetäjän toissijaisiin tehtäviin kuuluvat normaalit

asentajan työtehtävät. Tiiminvetäjä ei ole esimiesasemassa eikä hänellä ole tulosvastuuta. Hänen tehtävänsä on mahdollistaa työn sujuvuus. Tiiminvetäjä avustaa työnjohtoa häiriötilanteiden ongelmanratkaisussa.

#### Työntekijä

Työntekijän päätehtävänä on pääsääntöisesti valmistaa taajuusmuuttajamoduuleita tuotantolinjoilla. Tuotantolinjalta laitteet lähtetään eteenpäin testaukseen. Osa tuotantolinjan ihmisistä työskentelee repair station -pisteellä, joka korjaa vikaantuneet moduulit ja jotka vastaavat taajuusmuuttajien hipot- ja rasiustestauksesta.

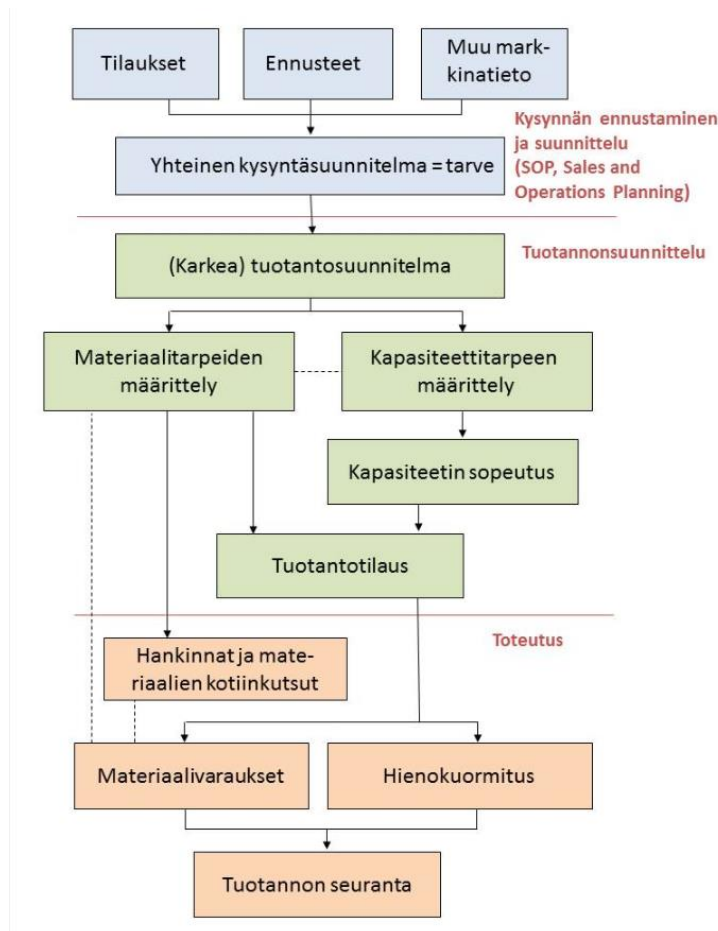
### 3 Prosessin nykytila

Insinööriyön tarkoituksena on kuvata erään ABB:n Drivesin yksikön tuotannollisten tavoitteiden asettamisen ja tavoitteiden tarkentamisen prosessi. Tässä osiossa perehdytään myös tuotannossa ilmeneviin häiriöihin ja tekijöihin, jotka sellaisenaan vaikuttavat tuotannon toteumaan ja aiheuttavat usein muutoksia tavoitteeseen sekä tekijöihin asetettujen tuotannollisten tavoitteiden taustalla.

#### 3.1 Long & medium term planning

Kysynnän ennustamista ja suunnittelua ABB:llä hoitaa erillinen Sales and Operations planning (SOP) -tiimi. Heidän tehtävänä on luoda kysyntäsuunnitelma, jonka taustatietona käytetään tilauksia, ennusteita ja muuta markkinatietoa. Kysyntäsuunnitelman pohjalta luodaan karkea pidemmän aikajänteen tuotantosuunnitelma, jonka pohjalta määritellään materiaalitytarpeet ja kapasiteetti. Tuotantosuunnitelma luodaan linja- ja raamikohtaisesti. Kapasiteettitarpeita tarkastellaan kuukausittain yhdessä linjapäällikön kanssa. Materiaalitytarpeita yliennustetaan tarkoituksella vähän yli oikean ennusteen, sillä tarkan tuotantosuunnitelman tekeminen on haastavaa. Ennusteiden ”kaula” turvaa myös asiakkaalle näkyvää saatavuutta. Materiaalisuunnitelmissa on myös tuotepäähkekohtaisia eroja – esimerkiksi ”ramp up” -vaiheessa olevia tuotteita, joiden myynti on vasta kehitysmässä ja elinkaari alussa, yliennustetaan tarkoituksella reilusti. Sen sijaan ”ramp down” -vaiheessa olevat tuotteet, joiden myyntiä lopetellaan ja joiden elinkaari on lopussa, pyritään pitämään materiaalityvarastot mahdollisimman alhaalla. Mitä pidemmän aikajänteen

tuotantosuunnitelmaa ollaan tekemässä, sitä enemmän materiaaleja voidaan ”yliennustaa”, koska niitä ei osteta vielä varastoon. Mitä lyhyempää aikajaksoa ennustetaan, sitä tarkempaa suunnittelun tulisi olla. Long ja medium term planningin mittareita ovat varaston kiertonopeus (inventory turnover) ja tuotantosuunnitelman tarkkuus (planning accuracy). Kuvassa 4 esitellään tuotannosuunnittelun prosessi.



Kuva 4. Tuotannosuunnittelun prosessi (Tuotannosuunnittelu- ja ohjaus)

### 3.2 Short term planning

#### Saatavuus

Saatavuuden hallinta kuuluu olennaisesti tuotannosuunnittelun tehtäviin. Saatavuudella tarkoitetaan asiakkaan näkemää ensimmäistä mahdollista toimituspäivää hänen tekemälleen tilaukselle. Jokaisella tuotantolinjalla on oma asiakaslupauksensa tuoteper-

heittäin, joka voi olla esimerkiksi ”Tuoteperhe A:n toimitusaika on minimissään 7 arkipäivää ja maksimissaan 4 viikkoa”. Tuotannosuunnittelijan on yritettävä taata asiakkaalle tilaukset sovittujen reunaehtojen mukaan mutta kuitenkin tuotantoa mahdollisimman tehokkaasti kuormittaen. Tuotannon yli- tai alikuormitus ei ole järkevää. Alikuormituksessa resurssien käyttö ei ole tehokasta ja ylikuormituksessa asiakastoimitukset saattavat myöhästyä ja materiaalit loppua. Tilausmäärien kasvaessa spesifisti esimerkiksi tietylle tuoterakenteelle voi saatavuuden hallinta osoittautua haastavaksi, eikä tuotteita välttämättä pystytä toimittamaan asiakaslupauksen mukaisesti. Tällöin tarkka tuotannosuunnittelu mahdollistaa tuotannon korkean käyttöasteen ja takaa asiakkaalle nopeimman mahdollisen toimituspäivän. Tarkalla tuotannosuunnittelulla voidaan myös tehostaa materiaalisuunnittelua, joka puolestaan johtaa pienempiin varmuusvarastoihin.

### Tavoitteiden määrittely

Tuotantolinjalla käytetään tuotannon tavoitteiden määrittelyyn ”tavoite-toteumaexceliä”. Kuvassa 5 on esitelty tavoite-toteumaexcelin kuvitteellinen yhden päivän tilanne yhden raamikoon osalta.

Raami 1	Päivä:	Maanantai		
	Vuoro:	Yö	Aamu	Ilta
	Tavoite:	5	5	5
	Hilomäärä	3	3	3
	Per vko 1			
	Per vko 2			
	Per vko 3			
	Toteuma:	6	2	5
Kommentit:	Aamuvuoro: Materiaalipuute			

Kuva 5. Tavoite-toteumaexcelin kuvitteellinen esimerkkitalanne

Excel laskee automaattisesti henkilömäärän perusteella raamikohtaisen tavoitteen kullekin vuorolle. Myös mahdollinen työntekijän perehdytys on otettu tavoitteessa huomioon – Jokaiselle ”perehdytysviikolle” on määritetty oma painotuskerroin, joka laskee tavoitetta sopivassa suhteessa. Tämä ”perehdytyskerroin” on kuitenkin laskettu täysin uuden työntekijän mukaan, eikä siinä ole otettu huomioon, jos työntekijä on jo aiemmin tehnyt



jotain toista raamikokoa saman tuoteperheen sisällä. Tällöin uuden raamikkoon oppiminen on yleisesti ottaen suhteessa huomattavasti nopeampaa kuin täysin uuden työntekijän perehdyttäminen kokoonpanoon.

Kommentit-kenttään työnjohtaja merkkää vuoron aikana ilmenneitä häiriöitä. Toteuman jäädessä alle tavoitteen, tulisi vuorosta aina olla kirjattuna selitys tapahtuneelle. Työnjohtaja muuttaa joka vuoron alussa myös henkilömääriä tarpeen vaatiessa. Henkilömääriä muutetaan esimerkiksi poissaolojen tai tuotannollisten haasteiden takia. Henkilömäärien muuttaminen johtaa viikkotavoitteen jatkuvaan elämiseen.

Koska tavoitteiden muokkaamiselle ei ole tehty omaa yhtenäistä ohjeistusta, on tavoitteiden muokkaamisesta tullut varsinainen villi länsi. Henkilöressurssien luomat haasteet – esimerkiksi osaamisen tason vaihtelu ihmisten välillä saattaa toisinaan johtaa tavoitteen muokkaamiseen ”henkilökohtaiseksi”. Koska tavoitteesta jäämiselle ei ole aina selkeää syytä, johtaa tämä tavoitteen muokkaamiseen vastaamaan tuotannon totuudenmukaista toteumaa.

Tuotannonsuunnittelijat määrittävät edellisellä viikolla tuotannolle tavoitteet raamikohtaisesti. Tuotannon tavoitteisiin viikkokohtaisesti vaikuttavat linjakapasiteetti, saatavilla olevat materiaalit, henkilöressurssit ja sisällä oleva tilauskanta. Etenkin henkilöressurssit aiheuttavat haasteita tavoitteiden määrittelyssä. Laaja tuotevalikoima sekä monet raamikoot yhdistettynä kolmeen vuoroon ja suureen työntekijämäärään johtaa siihen, että kaikki eivät yksinkertaisesti osaa koota kaikkia raameja. Kohdeyksikössä onkin tämän haasteen takia kiinnitetty tuotannon työntekijöiden perehdytysprosessiin ja osaamiseen laajemmin huomiota ja nyt osaamista sekä perehdytystarpeita tarkastellaan säännöllisesti. Siltikin usein tuotannossa kohdataan tilanne, jossa toivottu tuotannon tavoite ei toteudu henkilöressurssien osaamisen takia. Tämä haaste näkyi aiemmin etenkin uuden tuoteperheen kanssa sen kysynnän kasvaessa suuremmaksi. Tuotannonsuunnittelijoiden haasteena on myös haastava näkyvyys siihen, mitä linjalla oikeasti valmistetaan.

Koska tuotantoalueella on käytössä useita eri OPF-linjoja ja muita työpisteitä, kuuluu työnjohtajan tehtäviin kohdentaa henkilöressurssit linjoille ja työpisteille. Tuotantoalueella työskentelee tällä hetkellä niin paljon työntekijöitä, että resurssien ohjaaminen on aika ajoin haastavaa. Käytössä on tällä hetkellä niin sanottu ”pelipaikkataulu”, joka on kaikessa yksinkertaisuudessaan magneettitaulu, jossa siirrellään ihmisten nimiä linjalta toiselle. Vaikka taulu on varsin toimiva ratkaisu, se ei kuitenkaan takaa kovinkaan helppoa

läpinäkyvyyttä tuotannosta tuotannonsuunnitteluun. Jos halutaan tietää, kuinka monta ihmistä tekee tietyssä vuorossa tiettyä raamia, vaatii se vierailua pelipaikkataululle. Periaatteessa linjakohtaisen henkilömäärän näkee tavoite-toteumaexcelistä, mutta siihen kirjattu henkilömäärä ei aina vastaa todellista määrää linjalla työskentelevistä työntekijöistä.

### 3.3 Työnjohto

Työnjohdon tehtävänä tuotannonsuunnittelullisessa näkökulmassa on tehdä päivä- ja vuorokohtaiset muutokset viikkokohtaiseen tuotantosuunnitelmaan. Työnjohdolla on ensikäden tietoa tuotannossa tapahtuvista muutoksista, poissaoloista, häiriötilanteista ja resurssien asettamista haasteista. Päiväkohtaiset muutokset suoritetaan edellisenä päivänä saatujen tietojen perusteella. Vuorokohtaisista muutoksista ei ole selkeää ohjeistusta – joskus tavoitteita lasketaan tai nostetaan, mutta usein vuoron aikaiset häiriöt kirjataan tuotantosuunnitelmana vain sellaisenaan. Yleisimmät muutossyyt ovat sairaslomat ja linjakohtaiset muutokset. Tilauskannan eläessä toisinaan päiväkohtaisesti saattaa nousta tarve tehdä muutoksia tuotantosuunnitelmaan hyvinkin nopeasti.

Työnjohtaja myös seuraa tuotannon toteumaa linjakohtaisesti. Käytössä on myös häiriönkirjausjärjestelmä, jonka tarkoituksena on nopeuttaa linjalla häiriöihin reagoimista ja niiden ratkaisemista. Häiriönkirjausjärjestelmään häiriöitä kirjaavat työntekijät itse. Tuotannolle on asetettu linjakohtaisia tavoitteita ja tyypillisesti tuotannollisen toteuman ollessa pienempi kuin asetettu tavoite, tulisi työnjohtajan kirjata syy alhaiselle toteumalle. Työnjohtaja kirjaa häiriöiden syyt tavoite-toteuma-Excelliin.

### 3.4 Tuotantosuunnitelman tarkkuus

Tuotantosuunnitelman tarkkuus kokonaisuutena

Lyhyen aikajänteen tuotantosuunnitelman tarkkuutta mitataan sen tavoitteen muuttumisella viikon aikana. Taulukossa 1 on esitetty tuotantosuunnitelman tavoitteen määrän muutos prosentuaalisesti neljän eri viikon ajalta.

Taulukko 1. Tuotantosuunnitelman tarkkuus viikkotasolla

vko	Erotus su-ma %
1	100,0 %
2	98,0 %
3	109,5 %
4	110,6 %

Viikolla 1 tuotantosuunnitelma on harvinaisesti pysynyt muuttumattomana koko viikon ajan – tai sattumalta muuttunut takaisin alkuperäiseen tavoitteeseen. Viikolla 2 tavoite on pienentynyt, kun puolestaan viikoille 3 ja 4 tavoite on suurentunut viikon myötä.

Toinen yleisempi tapa mitata tuotantosuunnitelman tarkkuutta on verrata tuotannon toteumaa lopulliseen määriteltyyn tavoitteeseen. Taulukossa 2 on esitelty tuotannon viikoittaisen toteuman erotus prosentuaalisesti suhteessa tavoitteeseen.

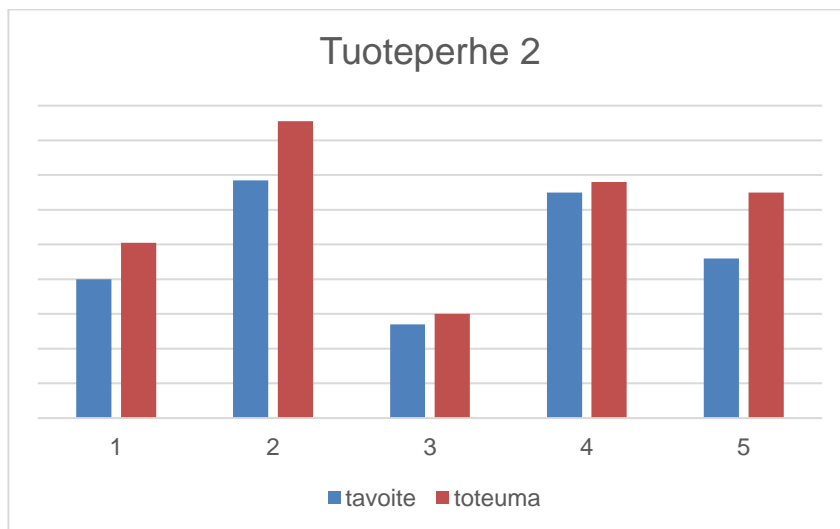
Taulukko 2. Tuotantosuunnitelman toteuman ja tavoitteen erotus

vko	erotus %
1	102,3 %
2	97,3 %
3	105,0 %
4	105,8 %

Pääsääntöisesti tuotannon toteuma tuntuu olevan jatkuvasti vähän korkeampi kuin arvioitu tavoite. Tuotannon jatkuva tavoitteet ylittäminen kuulostaa hyvältä asialta, mutta voi pidemmällä aikajänteellä johtaa esimerkiksi materiaalihaasteisiin, kun materiaalit loppuvat kesken alimitoituksen takia.

Tarkasteltaessa tuotannon tavoite-toteumaa tuoteperheittäin ovat erot kuitenkin suhteessa erilaiset. Taulukossa 3 on esitelty tuoteperhe 2:n viikoittaisen tavoite-toteuman erot viiden viikon ajalta.

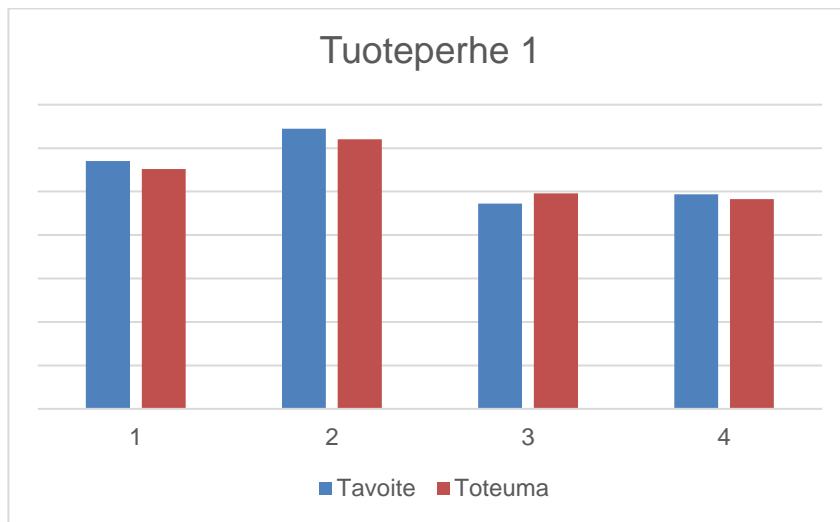
Taulukko 3. Tuoteperheen 2 tavoitteen muutos viikkotasolla.



Viiden viikon ajan tavoite on lähes jatkuvasti ollut toteumaa pienempi. Näyttää siltä, että tuoteperheen toteumaa arvioidaan jatkuvasti alakanttiin. Jatkuva korkeampi toteuma saattaisi selittyä esimerkiksi asiakkaalle poikkeavan lyhyellä toimitusajajalla luvattuja toimituksia, mutta kyseinen tuoteperhe ei asiakaslupauksessaan takaa myyntiä niin pienellä toimitusajalla.

Toisen tuoteperheen tilanne on puolestaan päinvastainen. Taulukossa 4 esitellään tuoteperhe 1:n tavoite-toteuma graafina neljän viikon ajalta.

Taulukko 4. Tuoteperheen 1 tavoitteen muutos viikkotasolla.



Tuoteperhe 1:n tavoite on suurimman osan ajasta aavistuksen korkeampi kuin toteuma. Jatkuva toteuman alittaminen saattaa pahimmassa tapauksessa johtaa myöhästymiin asiakastoimituksissa. Jatkuvaa toteuman alittamista tulisi tarkastella tuotannon näkökulmasta – ovatko asetetut tavoitteet realistisia pidemmällä tähtäimellä ja onko tuotannossa joitain toistuvia tekijöitä, jotka johtavat häiriöihin tuotantoprosessissa ja täten vaikuttavat toteumaan negatiivisesti.

Koska tavoite-toteumaa tarkastellaan viikottain lähinnä vain kokonaisuutena, jäävät raami- tai tuoteperhekohtaiset selkeät viikottain toistuvat haasteet huomiotta. Myös tavoitteen jatkuva muuttuminen päivittäin ei anna selkeää kuvaa kokonaisuudesta viikoittain. Raami- ja tuoteperhekohtaista toteumaa olisi hyvä tarkastella myös lyhyellä aikajänteellä.

### 3.5 Häiriö vs häiriö

Tuotantolinjoilla ilmeneviä häiriöitä seurataan häiriönkirjausjärjestelmällä, joka tarjoaa reaaliaikaista dataa linjalla ilmenevistä ongelmista ja joka mahdollistaa työnjohdon ja tuotannon tiiminvetäjien nopean reagoimisen ongelmiin. Häiriönkirjausjärjestelmästä saadaan myös dataa tuotannossa olleista häiriöistä pidemmällä aikajaksolla. Tätä dataa analysoimalla pyritään poistamaan suurella volyymillä ilmeneviä ongelmia yhdessä tuotannon sidosryhmien kanssa. Häiriönkirjausjärjestelmän avulla voidaan myös tutkia, kuinka paljon tuotannossa menee vuorossa aikaa ”hukkaan” esimerkiksi materiaaleihin

liittyvien haasteiden takia. Häiriöistä kerättyä dataa käyvät läpi tuotannon laatuvaastaava, tiimivetäjä ja työnjohto. Taulukossa 5 on esitetty tuotantolinjalla ilmenneitä häiriöitä viikon ajalta.

Taulukko 5. Viikon 1 häiriöt tuotantolinjalla

Häiriö	Määrä
Lavan vaihto	50
Materiaalipuute	48
Laatuongelma	38
Oma laatikko puuttuu	23
Muu häiriö	19
Tilaus puuttuu	18
Työpiste siivoamatta	9
Keräilyvirhe	9
Pakkauslinja jumissa	6
Laite korjauksessa, komponenttivyrihe	5
Laite korjauksessa, asennusvirhe	4
Ei laitteita	3
Viallinen työväline	2
Lähetysbufferi täynnä	2
Osaluettelovirhe	2
Ohjeistusta ei ole noudatettu	1
Tulostin häiriö	1
Työväline puuttuu	1

On otettava huomioon, että osa häiriönkirjausjärjestelmään kirjaituista häiriöistä toimii niin sanotusti "signaalina" esimerkiksi tiiminvetäjälle tai tuotantolinjapalvelulle. Tuotantolinjapalvelu hoitaa linjalla kaiken materiaalilogistiikan. Tällä selittyy täysin esimerkiksi eniten kirjattu "Lavan vaihto" -häiriö, jonka tarkoitus on viestittää tuotantolinjapalvelua

tyhjistä lavasta. Tämä häiriö ei siis tarkoita tuotannon pysähtymistä tai materiaalipuutetta.

Häiriönkirjausjärjestelmän on tarkoitus kerätä dataa tuotantoa hidastavista asioista. Dataa keräämällä pyritään pääsemään eroon suurimmista häiriöluokista, ja täten kehittämään tuotantoa entistä tehokkaammaksi.

Tuotannossa ilmenneitä häiriöitä kirjataan myös työnjohdon toimesta tavoite-toteuma-Exceeliin. Tavoite-toteuma-Exceeliin kirjataan työntekijöiltä kerätyt vuoron toteumaan vaikuttaneet tekijät. Vuoron tavoite on määritelty linja- ja raamikohtaisesti, ja se on sidonnainen linjalla työskentelevien ihmisten määrään. Työnjohtajan perustehtäviin kuuluu käydä linjan kanssa keskustelu vuoron alussa ja vuoron lopussa. Vuoron loppuun mennessä ilmenneet häiriötilanteet kirjataan tällöin Exceeliin. Taulukossa 6 on esitetty Exceeliin kirjatut yleisimmät häiriöt viiden viikon ajanjaksolta.

Taulukko 6. Yleisimmät häiriöt viiden viikon ajalta.

Viikko	1	2	3	4	5	yht.
Vajaa linja (henkilöt)	1	1	2	8	5	17
Vajaa linja (laitteet)	3	1	0	4	4	12
Laatuongelma	6	3	3	5	4	21
Rework	3	4	6	3	4	20
Robotti/Nostin/Työkalut	7	2	12	5	0	26
Tekninen ongelma (SAP/Tietokone)	2	2	1	0	1	6
Materiaalipuute	4	5	7	3	6	25
"Ei kokemusta"	1	0	1	4	0	6

Yleisimpinä häiriöinä näkyy viikolla kolme ilmennyt robotti/nostin/työkaluongelma, joka vaikutti kaikkiin tuotantolinjoihin. Tämä oli kuitenkin yksittäinen ja poikkeava häiriö, ei niinkään toistuva ongelma, joka tulisi ottaa huomioon. Toistuvia häiriöitä sen sijaan ovat vajaa linja, laatuongelma, materiaalipuute ja rework. Reworkillä tarkoitetaan joko kokoonpanovirheen korjaamista tai komponenttivrheestä johtuvaa korjaamista. Usein rework-maininnassa oli lisätietona reworkin tapahtuneen linjalla, joka ei vastaa prosessin

ohjeita. Rework saattaa johtua joko linjalla tapahtuneesta asennusvirheestä, tai viallista komponentista, joka johtaa laitteen osittaiseen purkamiseen. Rework-laitteet tulisi prosessin mukaisesti viedä erilliselle rework-pisteelle korjattavaksi, joka häiritsisi tuotantolinjaa mahdollisimman vähän.

Vajaa linja (henkilöt) viittaa OPF-linjaan, joka on linjasta riippuen joko 3-, 4- tai 6-vaiheinen. Tällöin kuusivaiheisella linjalla työskentelee esimerkiksi vain neljä ihmistä, joka johtaa linjan toimintaan prosessin ohjeiden vastaisesti. Vajaa linja saattaa johtua esimerkiksi liukuvasta työajasta, sairauslomasta tai puutteellisista henkilöresursseista. OPF-linjan toimiessa vähemmällä henkilömäärällä joudutaan usein toimimaan normaali-ohjeistuksesta poiketen, joka saattaa johtaa muihin poikkeamiin. Yksi yleisimpiä vajaasta henkilömäärästä johtuva häiriö on vajaa linja (laite).

Vajaa linja (laite) kuulostaa samankaltaiselta häiriöltä, mutta liittyy vain linjalla liikkuviin moduuleihin. Vuoron lopettaessa työnsä tulisi linjalle jättää moduuli jokaiseen työpisteeseen, paitsi ensimmäiseen. Tällöin seuraava vuoro pääsee aloittamaan työnsä prosessin mukaisesti. Vajaa linja tarkoittaa tällöin, ettei kaikissa vaiheissa olekaan moduulia ja kaikki linjalla työskentelevät eivät pääse aloittamaan kokoonpanoa heti. Tämä johtaa turhaan odotteluun linjalla ja hidastaa laitteiden läpimenoaikaa.

Materiaalipuute häiriönä on yksinkertainen, mutta voi johtua monista syistä. Yleisin lieenee, ettei linjalla ole käyttöpaikalla materiaalia. Tätä paikataan materiaalien varapainoilla. Toinen syy voi olla, että materiaalien toimitukset varastolta ovat syystä tai toisesta myöhästyneet. Jokaiselle materiaalille on määritelty tietty kiireellisyysluokka, jonka mukaan ne tulisi toimittaa tehtaalte. Joskus materiaalit pääsevät silti loppumaan. Syitä voivat ovat esimerkiksi puuttuvat tilaukset, häiriöt varastolla, kasvanut menekki ja erinäiset laatuongelmat komponenttien kanssa. Materiaalipuutteen kesto voi siis olla mitä vain muutamista minuuteista useisiin viikkoihin, riippuen ongelman juurisyystä.

### 3.6 Vertailu naapurilinjaan

Vertaillessa kohdelinjan tuotantosuunnitelman tekemistä naapurilinjan samaan prosessiin ovat eriäväisyydet selviä. Naapurilinjalla seuraavan viikon tuotannon tavoitteet määrittää tuotannonsuunnittelija kokonaan, työnjohto lähinnä ”tarkistaa”, onko kyseinen ta-



voite saavutettavissa. Tavoite pysyy muuttumattomana, vaikka prosessissa olisikin häiriöitä. Työnjohto siis pyrkii aktiivisesti koko viikon ajan pääsemään asetettuun tavoitteeseen. Tavoitetta muutetaan keskellä viikkoa harvemmin ja muutokset johtuvat tällöinkin esimerkiksi tietyn raamikoon lisääntyneestä myynnistä.

Kiinteää tavoitetta ja toteumaa on tosin helpompi peilata. Kiinteästä tavoitteesta näkee heti, päästiinkö siihen, ja tuotannonsuunnittelu pystyy antamaan realistista dataa tuotannon yli- tai alisuorituksesta.

Tässä tosin helpottaa linjojen erilaiset tuotantomuodot – naapurilinjalla tehdään moduuleita enimmäkseen varastoon, josta toinen linja loppukonfiguroi ne asiakkaalle, kun taas kohdelinjan tuotanto on täysin imuohjattua ja asiakaslähtöistä. Tällöin naapurilinjan tuotantoa on helpompi ennakoida ja suunnitella, kun asiakaskysyntä ei vaikuta suoraan tuotannon kuormitukseen.

Naapurilinjan tuotannonsuunnittelijoilla on tosin myös näkyvyys saatavilla oleviin viikko-kohtaisiin henkilöresursseihin, joita kohdelinjan tuotannonsuunnittelijat harvemmin puolestaan käyttävät hyväksi. Tässäkin on toki otettava huomioon näiden kahden linjan erilaiset tuotannot – kohdelinjalla tehdään useita eri tuotteita ja raamikokoja ja työntekijämäärä on paljon suurempi, joka johtaa osaamisen vaihteluun ihmisten välillä. Vaikka henkilöresursseja olisikin, eivät he välttämättä osaa tehdä tarvittavaa raamikokoja. Naapurilinjan tuotevalikoima puolestaan on pienempi, jolloin työntekijöiden osaaminen on laajempaa ja tällöin on helpompaa olettaa ”kaikkien osaavan kaikkea.” Toisin sanoen, vaikka kohdelinjan tuotannonsuunnittelijoilla on mahdollisuus tietää henkilöresurssien määrä viikko- ja päiväkohtaisesti, se ei välttämättä tuo heille juurikaan lisäarvoa ilman tietoa heidän osaamisestaan.

## **4 Tuotannonsuunnittelu ja prosessijohtaminen**

### **4.1 Toiminnanohjausjärjestelmä**

Toiminnanohjausjärjestelmä eli ERP-järjestelmä on yrityksen toiminnan ohjaukseen tarkoitettu tietojärjestelmä. ERP-järjestelmät ovat yleensä integroituja, eli sen ytimenä on yksi yhteinen tietokanta. Yhteinen ERP-järjestelmä mahdollistaa läpinäkyvyyden koko organisaatiossa. Myös jaettava tieto liikkuu suhteellisen reaaliaikaisesti. Samaa ERP-

järjestelmää voidaan käyttää lähes kaikkiin yrityksen toimiin: materiaalinohjaukseen, tuotannonohjaukseen, taloushallintoon ja henkilöstöhallintaan. Toiminnanohjausjärjestelmän tarkoitus on parantaa yrityksen toimintojen tehokkuutta.

Toiminnanohjausjärjestelmä tuotannonsuunnittelun näkökulmasta yhdistää tiedot tilauksista – sekä tulevista, menneistä, että tuotannossa olevista – yhteen paikkaan ja tarjoaa reaaliaikaista dataa esimerkiksi tuotannon läpimenoajoista. Toiminnanohjausjärjestelmä helpottaa tuotannon tasaisessa kuormituksessa ja materiaalien hallinnassa. (Toiminnanohjausjärjestelmä.)

#### 4.2 Kapasiteettisuunnittelu

Kapasiteetti edustaa yrityksen suurinta mahdollista toiminnallisuuden astetta. Kapasiteettiä voidaan mitata useilla eri tavoilla, mutta teollisuudessa kapasiteetti ilmoitetaan usein tuotantomäärinä per valittu ajanjakso. Jos tuotannon käyttöaste on 100 %, se tarkoittaa, että tuotanto tuottaa koko kapasiteettinsa verran. Käyttöaste tarkoittaa sitä tuotantokyvyn kapasiteetin osaa, joka on tuotannossa milloinkin käytössä. Kapasiteettisuunnittelun päätökset luodaan kysynnän ennusteiden perusteella. Kapasiteetti ja sen suunnittelu ovat tärkeitä osia yrityksen strategiaa. Pitkällä tähtäimellä kapasiteettisuunnittelun suurimmat haasteet ovat tuotantoon liittyvät haasteet. Näitä ovat esimerkiksi tuotannon laajentaminen, tuotannon sijainti ja mahdollinen ulkoistaminen.

Kapasiteettisuunnittelun tarkoituksena on saada yrityksen kapasiteetti mahdollisimman tehokkaaksi. Saavuttaakseen tämän on yrityksen ensin määriteltävä kapasiteetin tarve, verrattava sitä jo olemassa olevaan kapasiteettiin ja ryhdyttävä toimenpiteisiin näiden tietojen pohjalta. Kapasiteettisuunnittelun tärkein tavoite on tuottavuuden parantaminen. Toimiva kapasiteettisuunnittelu on riippuvainen esimerkiksi tuotannon layoutista, sijainnista, tuotantolinjoista, tuotantoteknologioista, henkilöstöstä sekä operaatorakenteesta. (Capacity planning.)

Lyhyen aikajänteen kapasiteettisuunnittelun päätöksen pyörivät lähinnä aikataulutuksen, töiden vuorotuksen ja resurssien balansoinnin välillä. Lyhyen aikajänteen tuotannonsuunnittelulla tarkoitetaan sitä tuotannonsuunnittelun prosessia, jossa tuotantotilauksia

aikataulutetaan ja tuotetaan jatkuvalla syötöllä. Lyhyen aikajänteen tuotannosuunnittelun haasteita ovat muun muassa epävarmuus materiaalien saatavuudessa, työvoimassa ja koneissa. Epävarmuutta ja haasteita voidaan vähentää seuraavilla metodeilla:

- Toimitusaika (Lead time)

Määritelty toimitusaika kertoo korkeimman mahdollisen hyväksyttävän ajan, jota tilatun tuotteen valmistukseen ja asiakkaalle lähetykseen saa kuluu. Pitkä toimitusaika peittää helposti taakseen tuotannolliset haasteet. Pitkää toimitusaikaa saatetaan käyttää turvaamaan ajallaan lähtevät asiakastoimitukset.

- Joustavuus (Flexibility)

Joustavuus kasvattaa käytettävissä olevien resurssien käyttöastetta. Joustavuutta voidaan kasvattaa monella eri tavalla. Lyhyellä aikajänteellä joustavuus koskee usein työvoimaa ja laitteistoa. Joustavuuden kasvattaminen on etenkin kannattavaa, kun joidenkin resurssien käyttöaste on matala.

- Uudelleen aikataulutus (Replanning)

Uudelleen aikataulutuksessa tuotanto aikataulutetaan uudelleen tuotannon maksimoimiseksi. Uudelleen aikatauluttaminen on hyödyllistä, jos töitä pystytään aikatauluttamaan vapaasti ja tarjolla on paljon töitä ja resursseja. Uudelleen aikataulutus ei pysty nostamaan kapasiteettiä korkeammaksi, mutta sen avulla voidaan maksimoida resurssien tehokas käyttö. (Short term production planning.)

#### 4.3 Läpimenoaika

Läpimenoajalla tarkoitetaan tuotannossa tuotteen valmistukseen käytettyä aikaa, johon kaikki työvaiheet kuuluvat. Läpimenoajan parantaminen ja kehittäminen on yksi tuotan-

non tärkeimpiä ja kannattavimpia tavoitteita. Läpimenoaika sellaisenaan toimii myös yrityksen toiminnan tehokkuuden mittarina. Läpimenoajan mittaaminen sopii kaikkeen tuotantoon, ja sen on yleisesti ottaen suhteellisen helppoa laskea.

Läpimenoaika muodostuu seuraavista osista:

- Processing time. Aika, joka kuluu tuotteen valmistukseen.
- Inspection time. Aika joka kuluu valmiin tuotteen laadun tarkastamiseen. Tarkastukseen saattaa kulua aikaa myös kesken tuotteen valmistuksen.
- Queue time. Aika, jonka tuote odottaa pääsyä esimerkiksi tuotannon seuraavaan vaiheeseen.
- Move time. Aika, joka kuluu tuotteiden liikuttamiseen tuotantoalueella ja pois sieltä.

Läpimenoajan mittaaminen ja analysointi voi auttaa tunnistamaan tuotantoprosessin pulonkaulat ja heikot kohdat, jotka johtavat läpimenoajan venymiseen. Läpimenoajan parantaminen parantaa asiakastytyvääisyyttä.

Läpimenoaika sellaisenaan tarjoaa kelvollista dataa tuotannon aikataulutukseen. Tällöin paikkansa pitävä data tuotteen läpimenoajasta mahdollistaa tuotannon tehokkaan kuormituksen ja aikataulutuksen, mikä johtaa parhaaseen mahdolliseen tuotannon käyttöasteeseen. (Throughput time.)

#### 4.4 Tuotantomuodot

Tuotannon jokapäiväistä toimintaa ohjaa tuotantostrategia, joka on yksi osa yrityksen liiketoimintastrategiaa. Tärkeimmät tuotantostrategian osa-alueet ovat:

- Sijainti arvoketjussa. Yrityksen tulee päättää, mitä tehdään itse ja mitä ostetaan ja ulkoistetaan.
- Tuotantokapasiteetti. Kapasiteetin pienentäminen ja suurentaminen sekä sijainti.

- Tuotantoverkosto. Tuotannon keskitys tai hajauttaminen ja segmentointi.
- Tuotantotavat. Käytettävät teknologiat, tuotannon kehittäminen, ohjaus- ja johtamisjärjestelmät.

Tilauksen kohdennuspiste eli Order Penetration Point (OPP) määrittää, millainen tuotantomuoto olisi optimaalisin tuotettavalle erälle. Tilauksen kohdennuspiste tarkoittaa sitä hetkeä, jolloin tilaus ja/tai kysyntä ”korvamerkitään” tiettyyn tuotteeseen. Varasto-ohjautuvassa tuotannossa tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että varastossa olevista tuotteista varataan asiakkaan tilaama määrä asiakkaita toimitusta varten. Kohdennuspiste määrittää asiakkaan kokeman toimitusajan täysin; mitä ”lähempänä” asiakasta tilauksen kohdennuspiste on, sitä lyhyempi toimitusaika tuotteellakin on. Erilaisia tuotantomuotoja ovat esimerkiksi Make to Stock (MTS), Assemble to Order (ATO), Make to Order (MTO) sekä Engineer to Order (ETO). (Tuotantostrategia.)

## MTS

Varasto-ohjautuvassa tuotannossa asiakkaan tilaamat tuotteet toimitetaan niiden loppuvarastosta. Varasto-ohjautuva tuotanto sopii esimerkiksi tuotteille, joita myydään jatkuvasti suurella volyymillä ja jonka varaston hyvä kierto voidaan taata. Myös asiakkaan lyhyt toimitusaikavaatimus voi johtaa tuotteiden varastointiin. Tuotannonsuunnittelu varasto-ohjautuvassa tuotannossa on yksinkertaisinta ja perustuu vain varastosaldojen ylläpitoon. Varasto-ohjautuvaa tuotantoa voidaan pitää myös kilpailuvalttina lyhyempien toimitusaikojen takaamiseksi.

## ATO

Tilauksesta kokoonpano eli Assemble to Order tarkoittaa tuotantomuotoa, jossa asiakkaan tilaamat tuotteet kootaan puolivalmisteista asiakkaan toivomalla tavalla. Tämä tuotantomuoto soveltuu parhaiten tuotteille, joilla on modulaarinen tuoterakenne. Tällä tavalla asiakkaalle voidaan mahdollistaa suhteellisen lyhyt toimitusaika mutta silti laaja valikoima erilaisia lopputuotteita.

## MTO

Tilauksesta valmistus eli Make to Order -tuotannossa asiakkaan tilaamat tuotteet valmistetaan lähes alusta asti valmiiksi lopputuotteeksi asiakkaan tilauksen mukaisesti. MTO-tuotannossa ei ole lopputuotevarastoa, joka vähentää sitoutuneen pääoman määrää, mutta toisaalta tässä valmistusmuodossa myös toimitusajat ovat usein suhteellisen pitkiä. Kaikki tuotannon varastot ovat tässä tapauksessa joko keskeneräistä tuotantoa sekä komponentteja. MTO-tuotantomuotoa hyödynnetään usein silloin, kun valmistettavat tuotteet ovat asiakaskohtaisesti räätälöityjä tai kun tarjolla oleva lopputuotevalikoima on suhteellisen laaja. MTO-tuotantomuoto työllistäjänä on kuitenkin suhteellisen herkkä vaihtelulle, sillä valmistus riippuu tällöin täysin kysynnästä. MTO-tuotanto vaatii joustavia tuotantoresursseja ja aktiivista tuotannon suunnittelua.

## ETO

Tilauksesta suunnittelu eli Engineer to Order -tuotanto on asiakkaan näkökulmasta kaikkein hitain tuotantomuoto. ETO-tuotannossa asiakkaalle valmistettava tuote suunnitellaan alusta alkaen vastaamaan täysin heidän tarpeitaan. ETO-tuotannossa valmistukseen liittyy siis myös suunnittelua. Tuotannossa ei yleensä ole ollenkaan materiaali- varastoja, vaan tavara hankitaan vastaamaan suunniteltua tuotetta. Tilauksesta suunnittelua käytetään, kun asiakas tarvitsee juuri heille suunnitellun tuotteen. Esimerkiksi laivanrakennus on ETO-tuotantoa. (Tuotantostrategia.)

### 4.5 Prosessien tunnistaminen ja kuvaaminen

Prosessien tunnistaminen on tärkeä osa toimitusketjun kehitystä. Tehokkaan toimitusketjun kehittäminen prosessien ja niiden johtamisen avulla voidaan jakaa neljään vaiheeseen:

- 1) prosessien tunnistaminen
- 2) prosessien kuvaaminen
- 3) toiminnan organisointi prosessien mukaiseksi

#### 4) prosessien jatkuva parantaminen.

Prosessien tunnistuksessa on tärkeää määritellä prosessin alku ja loppu. Toimiva periaate tuntuu olevan prosessin alun ja lopun asettaminen asiakkaasta asiakkaaseen. Näin yritys välttää funktionaalisen organisaation ongelman ja prosessit liikkuvat yhtenäisenä organisaation sisällä. Prosessien kannalta tärkeitä määriteltäviä asioita ovat prosessin keskeiset asiakkaat, tuotteet, syötteet ja toimittajat. Prosessien tunnistamisen tavoite on organisaation rakenteen ja toiminnallisuuden ymmärtäminen.

#### 4.6 Prosessien kehittäminen ja työkalut

Prosessia ei voida kehittää, ellei tiedetä mitä kehittää. Tällöin prosessien kehittämisen lähtökohta on kattava kuvaus prosessin nykytilasta. Prosessikaavio on toimiva väline yrityksen toiminnan ymmärtämisen avuksi. Prosessikaaviossa esitetään graafisesti valitun prosessin toiminnot, tietovirrat ja henkilöt tai roolit. Prosessien kuvaaminen mahdollistaa ymmärryksen, analysoinnin ja kehittämisen tulevaisuudessa. Toimiva prosessikuvaus pitää sisällään sen kannalta kriittiset asiat ja esittää asioiden välisiä riippuvuuksia. Prosessikaavio auttaa luomaan kokonaiskuvaa tilanteesta.

#### 4.7 Prosessijohtaminen

Prosessijohtaminen on johtamisoppi, jota usein sovelletaan valmistavassa tuotannossa. Prosessijohtamisessa usein eri prosesseilla on omat tiimit. Tärkeä tekijä prosessijohtamisessa on tunnistaa niin sanotut avaintekijät ja alkaa työstää niitä. Suunnitellessa prosessiorganisaatiota on lähtökohtana tyypillisesti asiakas, ja prosesseja suunnitellaan ”lopusta alkuun”. [Operations management, s. 98]

Tärkeä osa prosessijohtamista on arvoketjuajattelu. Arvoketjulla tarkoitetaan peräkkäisten toimintojen muodostamaa ketjua, jonka jokainen vaihe tuottaa lopputuotteelle asiakkaan näkökulmasta lisäarvoa. Arvoketjua kuvaamalla voidaan tunnistaa prosessin kannalta turhat ja arvoa tuottamattomat asiat. Arvoketjuun kuuluu olennaisesti myös toimintojen jatkuva parantaminen. Arvovirtakuvaus on työkaluna yksinkertainen ja tehokas. Se on kehitetty parannuskohteiden tunnistamiseen.

Lisäarvoa tuottamattomia asioita ovat seuraavat asiat:

- Ylituotanto – Kun tuotantoa tehdään imuohjautuvasti vain asiakkaan tarpeisiin, on kaikki ylimääräinen hukkaa.
- Odotusaika – Esimerkiksi seuraavien työvaiheiden odottaminen, pakkauksen odottaminen jne. on turhaa ja arvoa tuottamatonta.
- Liike – Ylimääräinen liikkuminen tuotantoalueella esimerkiksi etsien osia on turhaa.
- Virheet – Virheet prosessissa ovat hukkaa ja kuluttavat aikaa.
- Varastot – Ylimääräinen varastointi sitoo pääomaa eikä palvele asiakasta.
- Kuljetukset – Tuotteiden kuljettaminen esimerkiksi tuotannossa paikasta toiseen on turhaa.
- Yliprosessointi – Tarpeeton saman prosessin ”liika hiominen”, joka loppujen lopuksi kuluttaa vain aikaa arvoa lisäämättä.

#### 4.8 Hayes-Wheelwrightin matriisi

Hayes-Wheelwrightin matriisi on työkalu, jota käytetään analysoimaan valitun tuotteen asemointia tuotantoprosessissa. Matriisi tunnetaan myös nimellä tuote-prosessi-matriisi (product-process matrix). Matriisin ensimmäinen osio on tuotteen tai tuotteen markkinoiden elinkaari. Se vaihtelee erittäin asiakaskohtaisista matalan volyymin tuotteista standardoituihin korkean volyymin tuotteisiin. Matriisin toinen osio on tuotantoprosessin ”kypsyden” mitta. Tuotantoprosessin ”kypsyys” vaihtelee manuaalisista prosesseista, joilla on kalliit yksikköhinnat aina automatisoituihin virtaaviin prosesseihin, joilla on alhaiset yksikköhinnat. Yritykset voivat osua mihin tahansa matriisin kohtaan, mutta matriisin teorian mukaan yritys voi olla menestyksekkäs ainoastaan, jos tuotteen elinkaari on samassa



vaiheessa prosessin elämänkaaren kanssa. Yrityksen sijainti matriisissa riippuu kahdesta asiasta: prosessin rakenteesta/elinkaaresta ja tuotteen rakenteesta elinkaaresta. Prosessin rakenne ja elinkaari riippuu valitusta tuotantoprosessin tyypistä (projekti, erätuotanto, tuotantolinja jne.) ja tuotteen elinkaari viittaa tuotteen ”neljään elinkaaren vaiheeseen”, aina matalan volyymin tuotannosta korkean volyymin tuotantoon. Hayes-Wheelwrightin matriisi on esitelty kuvassa 6

	Product structure	Low volume Unique product	Low volume Multiple products	High volume Standardized products	Very high volume Commodity product
Process structure	Project				
Jumbled flow		Job shop			
Disconnected line flow			Batch		
Connected line flow				Assembly line	
Continuous flow					Continuous

Kuva 6. Hayes-Wheelwrightin matriisi.

Jokainen prosessityypin valinta vaatii erilaisia taitoja työntekijöiltä. Matriisin vasemman yläkulman tuotantomuodot (project, job shop, batch) vaativat osaavia työntekijöitä, joilla on laaja osaaminen ja jotka kykenevät työskentelemään joustavasti. Tämän tyyppisen tuotantomuodon tuotteet usein myös myydään pienemmille markkinoille. Oikean alakulman tuotantomuodot (assembly line, continuous) puolestaan vaatii työntekijöiltä vähemmän erityistaitoja tai joustoa työnteon suhteen. Näiden tuotteiden markkinat ovat usein kansainväliset ja tuotannon on oltava kilpailukykyistä. Tuote-prosessimatriisi vaikuttaa yrityksen kolmeen eri osa-alueeseen:

- Yksilöllinen kilpailukyky
  - Erottuva kilpailukyky on yrityksen ominaispiirre, joka antaa sille suhteellisen edun kilpailijoihin nähden. Matriisia voidaan käyttää kehyksenä yrityksen erottamiskyvyn tunnistamiseen ja analysointiin.
  
- Hallinto
  - Yritysten, jotka toimivat matriisin mukaisesti oletetaan toimivan paremmin, kuin matriisia noudattamattomat yritykset. Johto voi myös harkita sijaintiaan matriisissa strategian kannalta. Yrityksen asema matriisissa voi muuttua ajan myötä. Sen avulla voi myös ennakoida tulevien tuotteiden tai prosessimuutosten seuraukset
  
- Organisaatio
  - Toinen analyttinen tapa käyttää matriisia, on soveltaa eri tuotantomuotoja samalle tuotteelle tarpeen mukaan. (Link manufacturing process and product life cycles.)

## 5 Johtopäätökset

Opinnäytetyössä tutkittiin erään ABB Drivesin taajuusmuuttajamoduuleita valmistavan kokoonpanolinjan tuotannollisten tavoitteiden asettamisen prosessia ja tuotannon seurantaan. Dataa kerättiin erilaisista käytössä olevista raporteista, toiminnanohjausjärjestelmästä sekä haastattelemalla.

Tarkalla lyhyen aikajänteen tuotannosuunnittelulla voidaan ohjata henkilöresursseja tehokkaasti, joka mahdollistaa tuotannon korkean käyttöasteen. Seuraamalla tuotannon todellista kyvykkyyttä voidaan tuotannon kuormitusta tehdä entistä tarkemmin. Tarkalla

ja tehokkaalla kuormituksella pystytään vastaamaan asiakkaiden kysyntään mahdollisimman nopeasti. Tuotannon tarkka ja reaaliaikainen seuranta on myös tärkeää. Mitä läpinäkyvämpää informaatio on eri sidosryhmien välillä, sitä nopeammin mahdollisiin tuotannollisiin haasteisiin voidaan vastata.

## 5.1 Henkilöstö

Henkilöstön osaamisen kehittäminen lisää resurssien joustavuutta ja mahdollistaa tarkemman ja helpomman tuotantoplanin tekemisen. Myös vuorokohtaiset pikamuutokset aiheuttaisivat vähemmän päänvaivaa, jos henkilöstön osaamisen kanssa ei olisi haasteita. Koska kohdealueella on nyt kaksi eri tuotantoaluetta, voitaisiin ihmiset jakaa tällöin esimerkiksi tiimeihin näiden alueiden perusteella. Osaamisen tarkastelu alueittain saattaisi helpottaa resurssien tarkastelua ja ohjaamista. Työntekijöille voitaisiin myös määrittellä osaamisen taso prosentuaalisesti – esimerkiksi 60 % kaikista raameista. Tämä tarkoittaisi korkeampaa perehdytyskuormaa uusien työntekijöiden kohdalla, mutta helpottaisi henkilöresurssien ohjaamista huomattavasti. Myös työntekijänäkökulmasta laaja osaaminen toisi kokoonpanotyöhön monipuolisuutta, eikä kukaan joutuisi tekemään töitä samalla linjalla pitkiä aikoja putkeen. Koska kohdealueen tuotanto on imuohjautuvaa, saattaa päivittäinen kuorma raamitasolla vaihdella paljonkin. Päivittäis- ja viikottaisvaihtelu tuotannon raamikohtaisessa kuormassa vaatii joustavaa ja reaktiivista toimintaa sekä tuotannosuunnittelulta, työnjohdolta että tuotantolinjalla työskenteleviltä. Joustavuus yhdistettynä henkilöstöstä johtuviin haasteisiin, esimerkiksi sairaspöissaolot ja osaaminen, aiheuttaa lähes väistämättä poikkeavia tilanteita viikottain.

## 5.2 Vaihtoehtoiset mallit

Tuotantolinjalla voitaisiin myös testata naapurilinjan kiinteiden tavoitteiden mallia – tosin sen toimivuus asiakasohjautuvassa tuotannossa saattaa olla haastavaa. Tavoite-toteumaa voitaisiin kokeilla tarkastella myös linjakohtaisesti kokonaisuuden sijaan. Tuotantoalueella on kuitenkin linjakohtaiset kiinteät tavoitteet. Tätä mallia sovelletaan toisella naapurilinjalla, jonka tuotanto on myös asiakasohjautuvaa. Tuotantolinjoja ja työntekijöitä tällä linjalla tosin on vähemmän, mutta läpinäkyvyys tavoitteissa ja toteumassa on koettu toimivaksi myös tuotannon puolesta. Tuotannosuunnittelun ja työnjohdon tu-

lisi yhteistyössä päättää, mitä tavoiteasetannalla halutaan hakea ja mitä toimintaa tavoitteiden tarkalla seurannalla halutaan tukea. Tällöin myös tuotannolle olisi selkeämpää, miksi toteumaa seurataan niin tarkasti ja millainen merkitys tavoitteesta jäämisellä todellisuudessa on. Toteuman seuranta koetaan tuotannossa helposti ”kyttäämiseksi”, joten olisikin tärkeää osoittaa myös tuotannolle syyt seurannalle.

Koska tuotannossa on kuitenkin kiinteät linjakohtaiset tavoitteet, voitaisiin tavoitteiden seurannassa siirtyä raamikohtaisesta seurannasta linjakohtaiseen seurantaan. Linjakohmainen seuranta vaatisi toki työnjohdolta hivenen enemmän sitoutumista kuin raamikohmainen seuranta. Raamikohtaisuus peittää helposti alleen pienempiä linjakohtaisia haasteita.

Nykyinen ns. ”pelipaikkataulu” ei kaikessa magneettien siirtelyssään ole järin moderni ratkaisu. Tuotannonsuunnittelulla ei ole selkeää näkyvyyttä todelliseen työpistekohtaiseen suunnitelmaan. Olisikin tärkeää määritellä, kumpi on tuotannonsuunnittelulle tärkeämpää: tarkka henkilömäärä tuotannossa vaiko suhteellisen realistinen näkymä tuotannon todelliseen kykyyn. Työnjohdolle ja tuotannonsuunnittelulle on suunnitteilla uusi Excel-pohjainen työkalu, josta näkisi tarkan henkilömäärän kullakin linjalla. Tämän työkalun avulla voidaan myös suunnitella tulevia viikkoja ja päiviä paremmin kuin nykyisellä magneettitaululla, josta näkee parhaimmillaankin vain seuraavan tulevan vuorokauden henkilömäärän linjakohtaisesti.

Suunniteltaessa vuorokohtaisia tavoitteita, olisi hyvä ottaa huomioon, että ”tavoiteasetanta” on harhaanjohtava sana tässä tapauksessa. Nykyinen toimintamalli antaa kyllä realistisen näkymän tuotannon kykyyn, mutta tavoitteellisen tekemisen kanssa sillä ei ole niinkään tekemistä. Nykyisessä mallissa mennään hyvin paljon henkilöressurssien ehdoilla. Jos tuotantoa halutaan kehittää joustavampaan suuntaan, tulisi henkilöressurssien osaamiseen ja prosessin ohjeiden noudattamiseen kiinnittää erityistä huomiota.

### 5.3 Prosessin noudattamattomuus

Tuotannon toteuman poikkeaminen tavoitteesta johtuu usein yksinkertaisimmillaan prosessin noudattamattomuudesta. Yleisimmät häiriöt eli rework-linjalla sekä vajaa linja ovat tätä parhaimmillaan. Prosessin noudattamattomuus ei kuitenkaan välttämättä ole työtehtävien laiminlyömistä – toisinaan on esimerkiksi kannattavampaa korjata moduuli

linjalla kuin erillisellä rework-pisteellä. Vajaa linja taas usein johtuu henkilöresurssien puutteesta, joka johtaa vaiheistetulla OPF-linjalla väistämättä prosessin häiriöihin. Toisaalta myös toimintaa poikkeavissa prosessin tilanteissa – esimerkiksi OPF-linjan ollessa vajaa – ei ole ohjeistettu erikseen. Tämä johtaa erilaisiin käytäntöihin ja omiin toimintatapoihin. Tuotantolinjalla olisi hyvä luoda yhtenäiset ohjeet myös poikkeustilanteissa toimimiseen.

Tuotannossa ilmenevien häiriöiden kirjaaminen ”tuplana” vaikuttaa turhalta työltä. Jos dataa kerätään jo erilliseen häiriönkirjausjärjestelmään, miksei jo kerättyä dataa voida hyödyntää myös tuotantoon vaikuttaneina tekijöinä automaattisesti?

## 6 Yhteenveto

Insinööriyö toteutettiin ABB:n Drive Products -yksikössä sijaitsevalle taajuusmuuttajamoduuleja valmistavalle tuotantolinjalle. Työn tarkoituksena oli luoda kattava prosessikuvaus senhetkisestä tuotannon tavoitteiden asettamisen prosessista sekä pohtia, miksi tarkka tuotannonsuunnittelu on haastavaa. Työssä paneuduttiin myös tuotantolinjalla ilmeneviin häiriöihin, jotka vaikuttavat tuotannon toteumaan negatiivisesti.

Työssä tutkittiin tuotannon tavoitteiden määrittelyä ja toteuman seuranta. Nykyisessä mallissa tuotannollisia tavoitteita asetetaan ensin tuotannonsuunnittelun toimesta, jonka jälkeen työnjohto muokkaa niitä viikko-, päivä- ja vuorokohtaisesti antamaan mahdollisimman realistisen kuvan tuotannon todellisesta kyvystä. Tämä johtaa kuitenkin tavoitteen vaihteluun. Suurin syy tavoitteiden muokkaamiseen liittyy yleensä henkilöstöön liittyviin haasteisiin. Henkilöstön osaamista kehittämällä voidaan helpottaa resurssien ohjaamista linjakohtaisesti ja helpottaa täten työnjohtoa. Myös läpinäkyvyys henkilöstöön ja heidän osaamiseensa helpottaisi tuotannonsuunnittelijan työtä. Nykyinen ”pelipaikkataulu” on toimiva ja helppo ratkaisu tuotannon ja työnjohdonkin näkökulmasta, mutta mitään tarkempaa dataa se ei tarjoa. Sähköinen vaihtoehto tälle toisi sekä näkyvyyttä siihen, mitä tuotannossa sillä hetkellä tehdään, että tarjoaisi dataa siitä, mitä tuotannossa on aiemmin tehty. Tämä mahdollistaisi myös tuotannon resurssien ohjaamisen suunnittelua pidemmällekin kuin seuraaviin vuoroihin.

Tuotannon toteumaan eniten vaikuttavat tekijöitä tutkittaessa havaittiin, että yksi yleisin syy on prosessin noudattamattomuus. Prosessin noudattamattomuus ei kuitenkaan

johdu välttämättä työtehtävien laiminlyönnistä, vaan kyseessä saattaa olla tilanne, jota ei olla virallisesti ohjeistettu. Henkilöstöä ohjeistamalla ja osaamisen kehittämisellä voitaisiin mahdollisesti vähentää virheitä prosessissa. Mikäli tämä ei auta, voidaan prosessin häiriötilanteessa toimimista pohtia kokonaan uudestaan niin, että lopputulema palvelisi tuotantoa mahdollisimman tehokkaasti.

Tuotannosuunnittelun näkökulmasta tavoitteiden muokkaaminen antaa näkymän tuotannon todelliseen kykyyn, ja tämä tieto onkin usein heille arvokkaampaa kuin oikeaan henkilömäärään suhteutetut tavoitteet. Kun tuotannon todellinen kyky osataan arvioida, on tuotannosuunnittelijoiden helpompaa kuormittaa tuotanto siten, että asiakastoimistusten myöhästymältä vältytään.

## Lähteet

ABB lyhyesti. 2019. Verkkodokumentti. <<https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti>> Luettu 1.11.2019.

Capacity planning. 2019. Verkkodokumentti. <<https://www.managementstudyguide.com/capacity-planning.htm>> Luettu 3.11.2019.

Link manufacturing process and product life cycles Robert Hayes, Steven Wheelwright. 1979. Artikkelii. <<https://hbr.org/1979/01/link-manufacturing-process-and-product-life-cycles>> Luettu 15.4.2020.

Short term production planning. 2012. Verkkodokumentti. <[https://www.researchgate.net/publication/280223114\\_Short-term\\_Production\\_Planning\\_Methods\\_from\\_the\\_Cost\\_Planning\\_and\\_Lead-Time\\_Points\\_of\\_View](https://www.researchgate.net/publication/280223114_Short-term_Production_Planning_Methods_from_the_Cost_Planning_and_Lead-Time_Points_of_View)> Luettu 3.12.2019.

Suomi 100-innovaatiot, sija 5: taajuusmuuttaja. 2017. Verkkodokumentti. <<http://etn.fi/index.php/13-news/7240-suomi100-innovaatiot-sija-5-taajuusmuuttaja>> Luettu 3.12.2019.

Taajuusmuuttajilla kohti parempaa maailmaa. 2019. Verkkodokumentti. <<https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa/liiketoiminnat/drives>> Luettu 1.11.2019.

Teollisuustaajuusmuuttajat. 2019. Verkkodokumentti. <<https://new.abb.com/drives/fi/pienjannitetaajuusmuuttajat/teollisuustaajuusmuuttajat>> Luettu 27.10.2019.

Toiminnanohjausjärjestelmä. 2019. Verkkodokumentti. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/ohjausjarjestelmat/toiminnanohjausjarjestelma/>> Luettu 3.11.2019.

Troughput time. 2019. Verkkodokumentti. <<https://crushthecpaexam.com/accounting-glossary/what-is-throughput-time/>> Luettu 3.11.2019.

Tuotantostrategia. 2019. Verkkodokumentti. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotantostrategia/>> Luettu 27.10.2019.

Tuotannosuunnittelu- ja ohjaus. 2019. Verkkodokumentti. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotannosuunnittelu-ja-ohjaus/>> Luettu 27.10.2019.

