

Reetta Kaasalainen

# Tilaus-toimitusketjun kehittäminen tuotannon vaiheistuksella – CASE: ABB Oy

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalous

Insinöörityö

9.5.2018

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Reetta Kaasalainen Tilaus-toimitusketjun kehittäminen tuotannon vaiheistuksella – CASE: ABB Oy 65 sivua 9.5.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	tuotantotalous
Ammatillinen pääaine	logistiikka
Ohjaajat	Toimintasuunnittelija Lu Zhou Yliopettaja Antero Putkiranta
<p>Työn tavoitteena oli kehittää ABB Oy:n Tahtikoneiden generaattorin komponenttien setitystä tuotannon eri työvaiheille niin, että tavoitetilassa materiaalit tuodaan eri tuotantovaiheille oikea määräinen oikeaan aikaan. Työn aihe muodostui tekijän omakohtaisen työkokemuksen pohjalta ABB Oy:llä ja työ toteutettiin vuoden 2018 alkupuolella Juvanmalmin varastolla ja Pitäjänmäen tehtaalla.</p> <p>Työn asiakas on Helsingin Motors and Generators -yksikköön kuuluva Tahtikoneet. Generaattorin tilaus-toimitusketjun nykytilan tarkasteleminen rajataan alkavaksi mekaniikkasuunnittelusta päättyen tuotannon viimeiseen vaiheeseen. Tämän lisäksi työhön otetaan mukaan poikkeamat.</p> <p>Työn teoriaosuuden ja havaintojen pohjalta luotiin kuvaus generaattorin tilaus-toimitusketjun toiminnasta osa- ja kokonaistasolla, jonka jälkeen pohdittiin ratkaisuehdotuksia ja niistä ilmeneviä hyötyjä nykytilan tutkimuksen ja valitun teorian avulla.</p> <p>Työn nykytilan avulla havainnoitiin, että tilaus-toimitusketjun haasteiden ja niiden juurisyiden muodostumiseen vaikuttaa moni asia ja ilman juurisyiden korjaamista ketjun toiminta ei tule olemaan virtaava. Työn tuloksena saatiin luotua tuotannon materiaalikohtainen vaiheistus-ehdotus.</p> <p>Työn tulosten nähdään olevan merkittäviä sen asiakkaalle etenkin tilaus-toimitusketjun haasteiden kuvaamisen ja niistä saatujen havaintojen kannalta. Havainnoista selviää myös tuotannon vaiheistuksesta syntyviä hyötyjä, joiden nähdään kehittävän monia toimintoja tilaus-toimitusketjussa. Vaiheistusehdotus antaa pohjan generaattorin tuotannon vaiheistukseen ja sen toteutukseen tulevaisuudessa käytännössä.</p>	
Avainsanat	lean, täsmätoimitus, tilaus-toimitusketju, keräily, BOM

Author Title Number of Pages Date	Reetta Kaasalainen Developing the Order-Supply Chain by Phasing Production – Case: ABB Ltd 65 pages 9 May 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Engineering and Management
Professional Major	Logistics
Instructors	Lu Zhou, Operations Planner Antero Putkiranta, Principal Lecturer
<p>The main goal of this bachelor thesis was to develop the material sets in the Synchronous Machines' generator at ABB Ltd, so that in target stage the materials would be delivered for each production stage as the right quantity and at the right time. The subject of the thesis was based on the author's own work experience with ABB Ltd and the thesis was carried out at the beginning of 2018 in the Juvanmalmi warehouse and in the Pitäjänmäki factory.</p> <p>The client of the thesis is the Synchronous Machines from the Motors and Generators unit in Helsinki. The current status of the order-supply chain of the generator is limited to start from mechanical design and end in the final stage of production. In addition, notifications are also included in the thesis.</p> <p>Based on the theoretical part and the findings of the thesis, a description of the operation of the generator's order-supply chain at partial and total levels was created. After that the suggestions and the resulting benefits were studied by means of current research and selected theory.</p> <p>From the current state of the order-supply chain, it was observed that the challenges of the order-supply chain and their root causes were influenced by many issues, and the chain's operation would not be flowing without fixing the root causes. As a result a material-based, phased production proposal was created.</p> <p>The results of the thesis are seen to be significant for the customer, especially in terms of describing the challenges of the order-supply chain and the perceptions made based on them. The findings also reveal the benefits of phasing production, which are seen to develop many functions in the order-delivery chain. The phasing proposal will provide a base for the generator's phased production and for its implementation in practice in the future.</p>	
Keywords	lean, on-time-delivery, order-supply chain, picking, BOM

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Työn teoriatausta	2
2.1	Lean-ajattelu	2
2.2	Hankinta	11
2.3	Varastointi	14
2.4	Materiaalien toimitus	16
2.5	Tilaus-toimitusketju	21
3	Yritysesittely	23
3.1	ABB	23
3.2	Motors and Generators -yksikkö	24
4	Nykytilan arviointi	24
4.1	Tilaus-toimitusketjun prosessit	25
4.2	Prosessin kuvaus kokonaisuutena	35
4.3	Haasteet	37
4.4	Yhteenveto työn havainnoista	49
5	Työn tulosten arviointi	54
5.1	Tuotannon vaiheistus	54
5.2	Toteutusehdotus	55
5.3	Hyödyt	59
5.4	Yhteenveto työn tuloksista	60
6	Yhteenveto	60
	Lähteet	64

## Lyhenteet

4P	Leanin neljä tasoa: filosofia, prosessi, ihmiset ja yhteistyökumppanit sekä ongelman ratkaisu (Philosophy, Process, People and Partners ja Problem solving).
5S	Leanin visuaalisen ohjauksen työkalu, jonka nimi tulee japaninkielisistä sanoista Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu ja Shitsuke (lajittele, järjestä, puhdista, standardoi sekä ylläpidä).
ABC-analyysi	Tuotteiden luokitteluun käytettävä menetelmä, jolla luokitellaan tuotteet niiden kulutuksen mukaan A-, B-, ja C-ryhmiin.
BOM	Bill of Materials, tuotteen osaluettelo.
ERP	Enterprise Resource Planning, Toiminnanohjausjärjestelmä. Yrityksen tietojärjestelmä, joka integroi eri toimintoja.
FIFO	First In, First Out -periaate. Ensimmäisenä varastoon tuleva tuote lähtee sieltä myös ensimmäisenä.
JIT	Just-In-Time eli JIT, yksi tunnetuimpia lean-ajattelun metodeja.
JOT	Juuri oikeaan tarpeeseen, suomenkielinen vastine Just-In-Timelle.
MRP	Material Requirements Planning, Ohjelmatyyppi, jolla lasketaan saatujen tilausten ja myyntiennusteiden mukaan tuotannon aikataulu.

## 1 Johdanto

Työn tavoitteena on vaiheistaa ABB Oy:n Tahtikoneiden erään generaattorin tuoterakenne niin, että jokaiselle tuotannon työvaiheelle on oma standardoitu materiaalisetti, josta jokaisella on oma nimikekoodi, jolla mahdollistetaan generaattorin tilaus-toimitusketjun toiminta toimivana kokonaisuutena niin, että se tukee leanin mukaisesti ostoa, varastotoimintoja sekä ennen kaikkea tuotantoa. Toisin sanoen työn tavoitteena on kehittää työhön valitun generaattorin komponenttien setitystä tuotannon eri työvaiheille niin, että tavoitetilassa materiaalit tuodaan eri tuotantovaiheille oikea määräisinä oikeaan aikaan.

Työn tavoitteen pohjalta muodostui tutkimuskysymys: ”Miksi materiaaleja ei saada toimitettua Juvanmalmin varastolta tuotantoon juuri oikeaan aikaan, juuri oikean laatusina, ja juuri oikeaan paikkaan?”. Tutkimuskysymyksen avulla etsitään juurisyytä, joita arvioidaan nykytilan yhteydessä ja joiden pohjalta luodaan rakennevaiheistuksen ehdotus sekä ehdotus toteutuksesta.

Työn asiakas on Helsingin Motors and Generators -yksikköön kuuluva Tahtikoneet. Generaattorin tilaus-toimitusketjun nykytilan tarkasteleminen rajataan alkavaksi mekaniikkasuunnittelusta päättyen tuotannon viimeiseen vaiheeseen. Nykytilan kuvaukseen otetaan mukaan myös ABB Oy:n toiminnan kehittämisen kannalta olennaiset poikkeamat, joilla seurataan projektikohtaisella tasolla tilaus-toimitusketjun laatua kokonaisvaltaisesti. Työstä rajataan pois sivuamista enempää After Sales -osasto sekä Tahtikoneiden kanssa samaan yksikköön kuuluva Induktiokoneet. Myös reklamaatiolähetysten suorittaminen ja niiden osallisuus tilaus-toimitusketjusta rajataan pois.

Olen toiminut harjoittelijana ABB Oy:llä varaston vastaanottajana sekä varaston esimiehenä vuosien 2015–2018 aikana, minkä pohjalta idea insinööriyön aiheelle muodostui. Työ toteutettiin vuoden 2018 alkupuolella Juvanmalmin varastolla ja Pitäjänmäen tehtaalla. Työhön kerättiin tietoa useilla haastatteluilla, omakohtaisilla havainnoilla sekä hyödyntämällä omaa työkokemusta Juvanmalmin varastolla. Työn teoriaosuuteen koottiin tietoa eri lähteistä, jotka olivat alan kirjoja ja verkkoaineistoja. Niiden pohjalta luotiin kuvaus generaattorin tilaus-toimitusketjun toiminnasta osa- ja kokonaistasolla, jonka jälkeen pohdittiin ratkaisuehdotuksia ja niistä ilmeneviä hyötyjä nykytilan tutkimuksen ja

valitun teorian avulla. Työn lopuksi esitellään jatkotutkimushankkeita, joita ilmeni työn toteuttamisen aikana, mutta jotka eivät kuuluneet työn rajaukseen.

Työ etenee seuraavaan tapaan. Ensimmäisessä luvussa kerrotaan insinöörityön tavoite, asiakas, rajaus, tausta, toteutustapa sekä rakenne. Toisessa luvussa käsitellään työn teoriaosuus, joka alkaa lean-filosofian ja sen työkalujen esittelystä, jonka jälkeen käsitellään yleisellä tasolla hankintaa, varastointia, materiaalien toimittamista sekä tilaus-toimitusketjun toimintaa. Kolmannessa luvussa esitellään asiakasyritys sekä tarkemmin Helsingin Motors and Generators -yksikköön kuuluva Tahtikoneet, joka toimii työn tilaajana. Neljännessä luvussa esitellään Tahtikoneiden generaattorin tilaus-toimitusketjun nykytila osaprosesseina sekä kokonaisprosessina, minkä jälkeen kuvaillaan osaprosesseissa syntyviä haasteita, jotka kerrataan vielä yhteenvetona. Viidennessä luvussa esitetään työn tulosten arviointia, joka on jaoteltu vaiheistuksen- ja toteutustavan ehdotelmiksi sekä mahdollisesti saavutettaviin hyötyihin, jotka kaikki kootaan työntulosten yhteenvedoksi. Kuudennessa luvussa käsitellään koko työn yhteenveto, jossa käydään läpi työn toteutusta sekä pohditaan työtä ja sen hyödynnettävyyttä asiakkaan näkökulmasta. Yhteenvedon yhteydessä pohditaan myös työn pohjalta syntyviä jatkotutkimushankkeita asiakkaalle.

## 2 Työn teoriatausta

### 2.1 Lean-ajattelu

Lean-ajattelu on johtamisfilosofia, joka perustuu Toyota Production Systemin (TPS) periaatteisiin. Sanana Lean kuultiin ensimmäisen kerran 1990-luvulla, ja siitä lähtien se on ollut pohjana menestyvien yritysten toiminnan kehittämisessä. [Lean-ajattelu. 2018.]

Leanin ydinajatus on tunnistaa ja poistaa yrityksen kaikesta toiminannasta hukkaa eli toimintaa, joka ei tuota lisäarvoa tuotteelle ja näin ollen edelleen asiakkaalle, ja sen toteuttamisen avuksi on luotu useita työkaluja. Työkalujen avulla on tarkoitus löytää systemaattinen keino hukan vähentämiseen ja edelleen poistamiseen sekä löytää jatkuvanparantamisen ja oppimisen kulttuuri, jossa kaikki toiminnot pyritään tekemään kerralla oikein. Näin virheistä oppimalla kasvetaan yrityksenä koko ajan paremmaksi. Prosesseista etsitään hukat ja niitä aiheuttavat juurisyyt, joita ymmärtämällä voidaan korjata prosessi kokonaisvaltaisesti. Leanin tulee olla vallitseva kulttuuri koko organisaatiossa,

ja sitä ei tule pitää hetken mielijohteenä, vaan pitkän ajan filosofiana, jonka toteutus organisaatiossa lähtee ylhäältä alas ja tavoittaa koko henkilöstön ja kaiken toiminnan yrityksessä. [Liker & Meier 2006: s. 34.]

Toyota Production System on tunnistanut seitsemän hukkaa, jotka pääasiallisesti tuovat prosesseihin lisäarvoa tuottamatonta toimintaa. Seitsemän hukkaa ovat ylituotanto, odotus, kuljetus, yliprosessointi, varastot, liike sekä virheet, ja näihin voidaan lisätä vielä kahdeksaksi työntekijän luovuuden ja osaamisen käyttämättömyys. Ylituotannolla tarkoitetaan liian aikaista, tai varmuuden vuoksi valmistamista asiakkaalle ja se aiheuttaa turhaa resurssien- ja pääoman sitomista, varastointia sekä vaikeuttaa todellisten ongelmien havaitsemista. Odotus yhdessä muiden viivästysten kanssa aiheuttaa hukkaa, sillä se ei tuota asiakkaalle lisäarvoa. Viivästyksiä voivat aiheuttaa esimerkiksi pullonkaulat tuotannossa, laiteviat, edellisten työvaiheiden aiheuttamat viivästykset sekä työkalujen tai materiaalien puutteet. Kaikenlainen kuljetus työvaiheiden välissä on hukkaa, sillä asiakasarvo ei kasva sen mukana. Siksi materiaalien, osien sekä valmiiden tuotteiden siirtely tulisi olla optimoitua, ja niiden siirtelyä esimerkiksi edestakaisin varastoon ja pois varastosta tulisi vähentää. Yliprosessoinnilla eli ylikäsittelyllä tarkoitetaan asiakkaan kannalta turhia asioita, kuten ylilaaatuisia, huonoilla tai väärillä menetelmillä tehtyjä sekä puutteellisesti suunniteltuja tuotteita. Pitkäaikainen varastointi tuottaa hukkaa, sillä se aiheuttaa lisäkustannuksia, kasvattaa läpimenoaikoja sekä haittaa ongelmien havaitsemista, jotka kaikki heijastuvat asiakkaalle esimerkiksi tuotteen hinnassa. Turha liike tarkoittaa ylimääräisiä liikkeitä työvaiheiden aikana, jotka voidaan havaita esimerkiksi keräilytyössä materiaalien etsimisellä varastosta tai turhalla siirtelyllä. Laaturvirheet aiheuttavat turhaa työskentelyä yrityksen kaikissa toiminnoissa lisäämättä asiakkaan lopputuotteeseen mitään. Viallisella tuotteella ei ole asiakkaalle arvoa ja sen korjaaminen on hukkaa. [Liker & Meier 2006: s. 35–36.]

Ylituotantoa voidaan pitää tärkeimpänä poistaa, sillä sen vuoksi syntyvät monet muut hukat. Mikään seitsemästä hukasta ei kuitenkaan tuo asiakkaalle lisäarvoa, jonka vuoksi ne kaikki tulisi eliminoida. Kaikkien eliminoinnista voidaan pitää kriittisenä myös siksi, että niistä jokainen vaikuttaa kahdeksanteen hukkaan negatiivisesti. Hukkien eliminoinnilla havaitaan ongelmia paremmin ja saadaan ajattelemaan keinoja niiden ratkaisemiseksi ja ennalta ehkäisemiseksi. Henkilöstöllä on suuri rooli lean-ajattelun omaksumisessa ja tuotannon tehostamisessa, ja siksi heidän täytyy saada itse osallistua kehittämiseen ja tuntee kuuluvansa tiimiin. [Liker & Meier 2006: s. 36.]



## Toiminnan neljä tasoa (4P)

Liker ja Meier [Liker & Meier 2006: s. 6.] ovat jakaneet kirjassaan leanin neljään tasoon: filosofiaan, prosessiin, ihmisiin ja yhteistyökumppaneihin sekä ongelman ratkaisuun, ja niistä käytetään yhteisnimeä 4P. 4P-malli pohjautuu alkujaan englannin kielisistä sanoista Philosophy, Process, People and Partners sekä Problem solving, ja niitä voidaan tarkastella pyramidin muodossa. Pyramidin perustana on itse filosofian omaksuminen, jonka jälkeen lähdetään korjaamaan yrityksen toimintamalleja eli sen prosesseja. Tämän jälkeen seuraa niiden noudattajien asenteen muuttaminen leanin mukaiseksi, ja ylimpänä, kun kaikki muu on jo saavutettu, päästään tasolle, jossa ratkaistaan ongelmat niiden ytimiä myöten ja parannetaan kaikkea jo olemassa olevaa. [Liker & Meier 2006: s. 6–7.]

Ensimmäinen taso voidaan nähdä koko lean-ajattelun perustana. Se pohjustaa päätösten teon pitkän ajan filosofialle, joka ylittää jopa lyhyen ajan taloudelliset tavoitteet. Sen avulla yrityksen johto voi viedä yritystoiminnan seuraavalle tasolle, jossa jokaisella yrityksen henkilöstöstä on toiminnalleen sama tavoite. Toyotan tavoitteena on ollut alusta asti luoda lisäarvoa asiakkaalle, yhteiskunnalle sekä kansantaloudelle, ja sen näkemyksen mukaan niiden tulisi aina olla kaiken yrityksen toiminnan alkupiste. [Liker & Meier 2006: s. 8–9.]

Toisen tason päätavoitteena on löytää prosessi, jonka avulla saadaan halutut ja tavoitellut tulokset. Ensimmäisenä askeleena oikean prosessin löytämiseksi on luoda jatkuvan virtauksen prosesseja, jotka tuovat niissä ilmenevät ongelmat esiin. Virtauksella tarkoitetaan turhan odottelun poistamista työvaiheista, jolla saadaan edelleen lyhennettyä läpimenoaikaa, joka on yksi tärkeimmistä asioista leanin tavoittelussa. Virtaus näkyy Toyotalla myös organisaatiokulttuurissa, jossa se toimii yhdistävänä tekijänä prosessien ja ihmisten välillä luodessaan jatkuvan kehityksen prosesseja sekä jatkuvaa kehitystä ihmisissä. Toisena askeleena on välttää suuria varastoja ja ylituotantoa. Niiden sijasta varastoa tulisi olla vain se, mitä asiakas todella kuluttaa, ja tätä ylläpidetään täyttämällä varastoja pienillä määrillä säännöllisesti, kunnes siitäkään voidaan luopua ylimääräisenä hukkana. Kolmantena asiana nostetaan esiin työtahdin ja -määrän tasapainotus, jolla tasataan vaihtelut ja luodaan stabiili tuotanto. Neljäntenä askeleena tarkastellaan yrityksen kulttuuria, jonka tulisi rakentua tekemään toiminnot kerralla oikein, ja vian ilmaantuessa ymmärtää korjata se heti eikä myöhemmin. Yrityksen kulttuuriin liittyy läheisesti myös viides askel, jonka mukaan kaikki toiminnot tulisi standardoida, sillä vain se luo

yrittäjien jatkuvan parantamisen kulttuurin ja samalla työn jatkumon. Kuudentena askeleena on käyttää kaikessa toiminnassa visuaalisuutta, jolla tuetaan toimintoja ja ennen kaikkea niitä suorittavia ihmisiä. Viimeisenä toiseen vaiheeseen kuuluvana asiana Toyota on nostanut esiin luotettavan teknologian käytön tärkeyden. Teknologia antaa mahdollisuuden toimia, mutta siitä ei tulisi olla riippuvainen. [Liker & Meier 2006: s. 9–11.]

Kolmannen tason tavoite on lisäarvon tuominen organisaatioon kehittämällä sen ihmisiä ja yhteistyökumppaneita. Ensimmäisenä keinona sen mahdollistamiseksi on Toyotan mukaan kasvattaa johtajia, jotka todella ymmärtävät tekemäänsä työtä, elävät lean-filosofian mukaisesti sekä opettavat sitä edelleen muille. Jokaisen johtajan päätöksen ja toiminnan tulisi ilmentää lean-filosofiaa, ja jokaisen henkilön yrityksessä tulisi oppia johtajaltaan nämä toimintamallit. Lean-ajattelun on oltava syvällä yrityksen kulttuurissa, ja sen ylläpitämiseen ja kehittämiseen tarvitaan jokaisen yrityksessä työskentelevän apua. Yrityksen sisäisten ihmisten kehittämisen ohella Toyota kehittää myös ulkoisissa sidosryhmissään toimivia yksiköitä, toimittajiaan, joita Toyotalla kutsutaan yhteistyökumppaneiksi. Tavoitteena on kunnioittaa yhteistyökumppaniverkostoa haastamalla niitä, ja auttamalla niitä kehittymään paremmiksi ja luotettavammiksi toimijoiksi. Toimittajasta tulee yrityksen yhteistyökumppani, joka kehittyy ja kasvaa oman yrityksen mukana. [Liker & Meier 2006: s. 11–12.]

Neljännellä tasolla keskitytään ongelmien ratkaisuihin syvällä tasolla ratkaisten niiden aiheuttajat juurisyytä myöten. Tämä on paras tapa ymmärtää, mistä ongelmat johtuvat, kuinka niitä tulisi ennalta ehkäistä sekä kuinka niistä opitaan yrityksen koko organisaation tasolla. Toyotalla ensimmäinen askel ongelmien ratkaisemisessa on mennä katsomaan ongelmaa itse paikan päälle, sillä ongelman ratkaiseminen vain datan pohjalta ei usein ratkaise ongelman todellista syytä, vaan toimii ainoastaan laastarina. Toisena askeleena on miettiä päätöksiä tarkoin ja huolellisesti monelta eri kannalta, ja sen oikean löytyessä panna täytäntöön nopeasti. Tämä prosessi vie aikaa, mutta päätöksen pohtiminen tuo yhteisymmärryksen ratkaisusta, joka jo kunnolla läpikäytyinä voidaan ottaa heti käyttöön. Viimeisenä askeleena neljännellä tasolla on rakentaa yrityksestä oppiva organisaatio, joka oppii virheistään ja parantaa toimintojaan jatkuvasti. Tämä on mahdollista silloin, kun kaikki muu on jo saatu toimimaan, sillä vasta filosofian ja oikeiden prosessien omaksumisen jälkeen niitä voidaan alkaa parantamaan jatkuvasti. Leanin mukaan yritys ei koskaan ole valmis, vaan sen tulee koko ajan kehittyä ja parantaa itseään. [Liker & Meier 2006: s. 13–14.]

## Just-In-Time (JIT)

Just-In-Time eli JIT on yksi tunnetuimpia lean-ajattelun metodeja, ja se voidaan suomen-  
taa ilmaisuksi JOT, eli juuri oikeaan tarpeeseen. JIT:n mukaan tarve on aina lähtöisin  
asiakaskysynnästä ja sen peruseriaate on toimittaa asiakkaalle materiaali oikea laatu-  
sena, oikea määräinen ja oikeaan aikaan. [JIT (Just-In-Time) ja imuohjaus. 2018.]

Just-In-Time-periaatteen tavoitteet nojaavat leanin tavoin kaiken turhan eliminointiin lii-  
ketoiminnassa, kuten odotusaikojen, tarpeettomien resurssien ja -materiaalien sekä va-  
rastoinnin. Tästä syystä JIT-ajatus onkin tärkeässä osassa etenkin logistiikkaa, jossa  
taustalla on ajatus varastojen aiheuttamista kustannuksista, ja niiden näkeminen ongel-  
mien piilottajana. Varastot tulisi minimoida ja materiaalien kierto nopeuksien kasvaa, sillä  
varastossa odottavat materiaalit eivät tuota asiakkaalle lainkaan lisäarvoa. Tavoitteena  
on vähentää myös keskeneräistä tuotantoa, joten myös puolivalmisteiden valmistus tulisi  
suorittaa vasta, kun niille on tarve. Materiaalit tulisi tilata myös toimittajilta vain siihen  
tarpeeseen, jota asiakas haluaa, ja toimittajan tulisi edelleen toimittaa ne juuri sillä het-  
kellä, kun ne on tarkoitus kuluttaa. Näin materiaalit eivät odota varastossa viikkoja. [JIT  
(Just-In-Time) ja imuohjaus. 2018.]

Jotta JIT-toiminta voi käynnistyä, tarvitaan asiakkaan tekemä signaali tarpeesta. Signaali  
toteutetaan nykyään usein ERP-järjestelmässä tehdyllä pyynnöllä, mutta se voidaan  
myös toteuttaa erilaisten ohjauskorttien tai kaksilaatikkojärjestelmän avulla. Näitä kaikkia  
kutsutaan yhteisnimellä Kanban, ja siinä määritellään materiaali ja sen haluttu määrä, ja  
ilman sitä materiaalia ei ole lupa toimittaa tai valmistaa. Signaalien, olivat ne sitten visu-  
aalisesti ohjattavia tai järjestelmässä, käyttö on helpointa toteuttaa materiaalivirroissa,  
joissa tarve on kohtuullisen tasaista ja täydennykset ovat nopeita. Jos kysynnän vaihtelu  
on voimakasta, tai täydennysajat ovat pitkiä, Just-In-Time-periaatteen mukaan on vaikea  
toimia. [JIT (Just-In-Time) ja imuohjaus. 2018. ]

Käytännössä JIT voi olla yritykselle haastava toteuttaa täydellisesti, sillä usein kolmas  
osapuoli toimitusketjusta on ulkopuolinen tavarantoimittaja, ja mikäli toimittaja ei pysty-  
kään toimittamaan tuotteita oikealla aikataululla tai oikea laatusina, yrityksen liiketoi-  
minta kärsii. Nollavarastot saattavat siis aiheuttaa yritykselle pitkiäkin tuotannon pysäh-

tymisiä, ja siksi Just-In-Time-periaatteen tavoitteet tulisi ymmärtää visiona, jota kohti yritys pyrkii, mutta jonka saavuttaminen ei ainakaan lyhyellä tähtäimellä ole todennäköistä. [JIT (Just-In-Time) ja imuohjaus. 2018.]

Hukka ja sen kolme eri muotoa

Lean-ajattelun mukainen valmistaminen vain tilauksesta on jokaisen yrityksen tavoitteena, mutta valitettavasti haastavaa toteuttaa käytännössä. Asiakkaiden kysyntää on vaikea ennustaa ja tilausajankohdat vaihtelevat paljon viikko- ja kuukausitasolla. Tilauksen epätasaisuus johtaa suurien valmistusmäärien kautta ylitöihin ja laitteiden ylikäytölle, kun taas vastakohtana laitteiden alikäytölle ja työntekijöiden työnpuutteeseen. Epätasaisuus johtaa myös varastotasojen kasvuun, sillä ei ole varmuutta kuinka paljon alihankkijoilta täytyy tilata valmistusmateriaaleja. On siis mahdotonta noudattaa lean-periaatetta täysin, ja siksi yritysten tulisi löytää tasapaino toimintaansa niin, että se mahdollistaa paremman asiakaspalvelutason, paremman laadun sekä tasaisemman tuotantoaikataulun. [Liker 2006: s. 113–114.]

Japaninkielestä alkunsa saaneita termejä *muda*, *muria* ja *muraa* käytetään puhuessa leanin kolmesta eri hukkatyypistä. *Muda* tarkoittaa lisäarvoa tuottamatonta työtä ja sen eliminointia pidetään usein tärkeimpänä kaikista kolmesta hukkatyypistä. *Muri* kuvaa ihmisten ja laitteiden ylikuormitusta ja sitä voidaan pitää jollain tapaa *mudan* vastakohtana. Ihmisten ja laitteiden ylikuormittamisesta aiheutuu ihmisille turvallisuus- ja laatuongelmia, ja laitteille taas vikoja ja katkoksia. *Mura* kuvaa toiminnan epätasaisuutta ja sitä voidaan pitää kahden muun hukkan seurauksena. Epätasaisuus aiheutuu epätasaisista tuotantoaikatauluista tai sisäisten syiden aiheuttamista tuotantomäärien heilahteluista, mikä tarkoittaa, että *muda* on *muran* seuraus. [Liker 2006: s. 114.]

*Muda* nostetaan usein tärkeimmäksi hukaksi, sillä se sisältää lean-ajattelun kahdeksan hukkatyyppiä. *Muri* ja *mura* ovat kuitenkin aivan yhtä tärkeässä roolissa lean-toiminnassa ja niiden jättäminen huomioimatta voi jopa heikentää ihmisen ja tuotantojärjestelmän tuottavuutta. [Liker 2006: s. 114–115.]

## Heijunka

Lisääarvoa tuottamattoman työn poistamisen nähdään usein olevan ratkaisu yrityksen toiminnan tehostamiseen, sillä sen tunnistaminen ja eliminointi on helppoa. Samanaikaisesti useat yritykset epäonnistuvat kuitenkin järjestelmän tasapainottamisessa ja tasaisemman toiminnan löytämisessä. Toyotan luoma heijunka-käsite, joka tarkoittaa työaikataulun tasoittamista, tuo ratkaisun tasapainon löytämiseen. Heijunkan saavuttamisella toiminnasta voidaan poistaa mura, joka taas on elintärkeää murin ja mudan eliminoinnissa. Heijunka on siis tuotannon tasoittamista sekä volyymin, että tuotevalikoiman suhteen, ja sen pääperiaatteena on sivuuttaa ajatus tuotteiden valmistamisesta asiakaskysynnän todellisen kulun mukaan, vaan tasapainottaa yhden jakson kaikkien tilausten valmistaminen niin, että joka päivä tehdään sama määrä ja sama valikoima tuotteita. [Liker 2006: s. 115–116.]

Heijunkan avulla tuotanto saadaan tasoitettua sekamalliseen tuotantoon, jossa tuotteiden valmistus tapahtuu tasapainotetusti asiakkaan kysyntää vastaavana sarjana, jossa tuotetaan eri tuotetyyppejä ja tasoitetaan niiden määrää. Epätasaisen aikataulun avulla säästetään linjan vaihdossa, mutta monta muuta asiaa jää huomioimatta. Asiakkaan ostokäyttäytyminen ei ole ennustettavaa, joten valmistamalla suuria määriä yhtä tuotetta kerralla varmistaakseen asiakkaalle hyvän palveluasteen, joudutaan pitämään suuria varastoja, ja mikäli kaikkea ei myydäkään, jäävät tuotteet pitkäksi aikaa varastoon. Epätasaisella tuotannolla myös resurssien käyttö on epätasapainossa, sillä alkuviikosta voidaan tarvita työvoimaa vähemmän kuin loppuviikosta. Kenties vakavin ongelma epätasaisessa tuotannossa on kuitenkin kysynnän epätasaisuus yrityksen omassa toimitusketjussa, jossa pienikin aikataulumuutos tuotannossa johtaa suuriin varmuusvarastoihin kussakin toimitusketjun vaiheessa. [Liker 2006: s. 117–118.]

Heijunkan avulla saadaan joustavuutta valmistaa asiakkaan haluama tuote silloin- ja siihen aikaan kun on tarve, jolloin myymättömien tuotteiden osuus myös pienenee. Tällöin varmistetaan myös työvoiman ja koneiden tasapainoinen käyttö. Tehtaan on mahdollista luoda standardoitu työskentely tuotannossa, jossa tasapainotetaan enemmän- ja vähemmän työtä vaativat työvaiheet, jolloin päivän työtaakka on tasapainoinen ja hallittu. Tasaisuus näkyy edelleen myös tasaisempana kysyntänä alihankkijoille, jotka saavat heijunkan avulla vakaan ja tasaisen tilaussarjan, jonka ansiosta ne pystyvät pienentämään omia varastojaan. [Liker 2006: s. 118–119.]

## Jidoka

Jidokan juuret juontavat alkunsa Sakichi Toyodan keksinnöstä, jonka mukaan ymmärrettiin, että laatu tulee rakentaa prosessin sisään. Sisään rakentamisella tarkoitetaan menetelmää, jolla viat havaitaan heti niiden tapahduttua, ja tarvittaessa voidaan pysäyttää esimerkiksi koko tuotantolinja, ja estää näin vian eteneminen prosessissa korjaamalla se heti. Laadunvalvomisen tulisi olla jokaisen työntekijän tehtävä, ja jokainen vian havaitessaan on velvollinen raportoimaan siitä eteenpäin ja aloittamaan sen korjaamisen välittömällä toimenpiteillä. Jidokaa voidaan kutsua myös nimellä autonomaatio, jolla tarkoitetaan inhimillisellä älyllä varustettua laitteistoa, joka pysäyttää itse itsensä ongelman ilmettyä. [Liker 2006: s. 129–130.]

Leanin ohjeistamana asiat tulisi tehdä ensimmäisellä kerralla oikein, sillä ongelmat pysäyttävät aina seuraavan vaiheen toiminnan. On edullisempaa ja tehokkaampaa korjata ongelma heti sen ilmetessä, kuin vasta jälkikäteen, sillä tuomalla jatkuvasti ongelmia esiin ja korjaamalla ne välittömästi eliminoidaan hukkaa ja kasvatetaan tuottavuutta pitkällä tähtäimellä. [Liker 2006: s. 130.]

## Visuaalinen ohjaaminen ja 5S

Visuaalinen ohjaaminen on toiminnan ohjausta tavalla, jolla lisäarvoa tuottavan työn virtausta eli etenemistä, parannetaan, ja sen pääperiaate on nähdä yhdellä silmäyksellä, kuinka työ tulisi tehdä ja poikkeako sen suoritus standardista. Visuaalinen ohjaus auttaa työntekijöitä näkemään, kuinka heidän työnsä sujuu, minne työssä käytetyt tavarat kuuluvat sekä muita olennaisia tietoja työtehtävien virtaavan etenemisen kannalta. Laajemmin katsottuna se tarkoittaa kaikenlaista oikeaan aikaan tapahtuvaa informaatiota, jolla varmistetaan toiminnan ja prosessien tehokas ja asianmukainen suoritus. [Liker 2006: s. 152.]

Visuaalisen ohjauksen käytetyin työkalu on 5S, jonka nimi tulee japaninkielisistä sanoista seiri, seiton, seiso, seiketsu ja shitsuke, ja ne voidaan suomentaa sanoiksi: lajittele, järjestä, puhdista, standardoi sekä ylläpidä. 5S:n avulla työympäristöstä tehdään siisti ja järjestetty ja turhat asiat poistetaan. Lajittele-sanalla tarkoitetaan turhien työkalujen karsimista vain niihin, joita todella tarvitaan lisäarvoa tuottavaan työhön, ja ne järjestetään niille kuuluville paikoille. Puhdista-sanalla kuvataan työympäristön puhdistusprosessia, joka tehdään säännöllisin väliajoin, ja sen tarkoitus on tuoda esille epänormaaleja ja

puutteellisia olosuhteita, jotka voisivat vahingoittaa laatua. Standardoimisella pyritään ylläpitämään kolmea aikaisempaa S:ää, ja ylläpitämisellä taas mahdollistaa jatkuva jatkuvan parantamisen prosessi. [Liker 2006: s. 150–151.]

Visuaalisella ohjauksella voidaan parantaa myös varasto- ja toimistotyön tehokkuutta. Varasto voidaan layoutin ja sijoittelun avulla organisoida soluiksi, joissa säilytetään samankokoisia komponentteja, tai esimerkiksi samalle koneelle tarkoitettuja materiaaleja. Kunkin solun tiedot ja hyllypaikat ovat täydellisinä järjestelmässä, joka tilauksen tullen määrittää optimoidun keräilyreitit. Kerääjillä voi olla käytössään mukana kulkeva kämmenlaite, johon keräilyt kirjataan sähköisesti. Toimintojen ohjaukseen voidaan hyödyntää myös niin sanottuja prosessinohjaustauluja, joihin kirjataan käsin tietoja prosessien kulusta. Taulut tahdittavat työtä ja valvovat sen etenemistä päivätasolla sekä mahdollistavat näin tasapainotetun aikataulun päivälle. Toimistotyössä dokumenttien säilytystavan standardoinnilla mahdollistetaan niiden asianmukainen järjestys ja säilytys. Visuaalisen ohjauksen avulla arkistosta on helppoa löytää haluttu mappi sekä sen sisältämä dokumentti, sillä 5S:n mukaan tarpeettomia dokumentteja ei tule säilyttää. Toimistot voidaan järjestää avomallisiksi, jolloin vältetään päällekkäistä työtä sekä parannetaan kommunikaatiota eri toimijoiden ja -toimintojen välillä. Avotoimistomallia voidaan hyödyntää myös käyttämällä Obeyaa, suurta huonetta, jossa projektipäällikkö yhdessä muiden yksiköiden johtajien kanssa jakaa ajatuksiaan ja huolehtii eri toimintojen kulusta. Suuressa huoneessa on käytössä useita visuaalisen ohjauksen työkaluja, joista voidaan yhdellä silmäyksellä nähdä muun muassa poikkeamat aikatauluista ja suoritustasotavoitteista. [Liker 2006: s. 153–156.]

#### Jatkuva parantaminen

Yritysten tärkeimpiin voimavaroihin kuuluvat nykyään kyvyt olla joustava, mukautuva ja innovoiva, ja näiden piirteiden omaksuminen edellyttää yritykseltä kykyä oppia. Oppiva organisaatio oppii virheistään, määrittelee ongelmien aiheuttajat ja kehittää niille tehokkaat vastatoimenpiteet. Se ei siis ainoastaan omaksu ja kehittää uusia taitoja, vaan se kehittää myös itseään ja kykyään oppia jatkuvasti, jolloin se auttaa samalla jäseniään sopeutumaan alati muuttuvaan kilpailuun. [Liker 2006: s. 250–251.]

Lean-ajattelun mukaan keskittyminen itse prosessiin ja sen jatkuvaan parantamiseen auttaa saavuttamaan halutut taloudelliset tulokset. Parantaminen voi kuitenkin alkaa vasta sen jälkeen, kun itse prosessi on vakaa ja standardoitu, sillä näin saadaan esille

sen tuomat hukat ja tehottomuudet, jotka mahdollistavat jatkuvan oppimisen parannuksista. Oppiva organisaatio edellyttää henkilöstössä vakautta ja huolellisuutta sekä vaihteista etenemistä. Jatkuvan parantamisen ydin on kuitenkin kaikkien organisaatiossa olevien, niin työntekijöiden kuin johtajienkin, asenne ja ajattelutapa, jotka tuovat esille omien virheiden myöntämisen sekä palavan halun parantaa. Jonkun mennessä pieleen tulisi tuoda esille asioita, jotka eivät menneet oikein, ottaa vastuu niistä ja ehdottaa vastatoimenpiteitä, jotta niitä ei tapahtuisi uudelleen. [Liker 2006: s. 252.]

Olellisena osana jatkuvaa parantamista voidaan nähdä Toyotan kehittämä viiden miksi-kysymyksen analyysi, jonka tarkoituksena on löytää pintasyyn sijasta ongelmien todellinen taustasy. Taustasyt johtavat yleensä taaksepäin prosesseissa, jossa ensimmäisen miksi-kysymyksen korjaustoimenpide on yksinkertainen ja nopea, ja viimeisen kohdalla ollaan jo syvällä organisaationaalisessa ongelmanratkaisussa. Syvimmälle mahdolliselle syyn tasolle meneminen estää ongelmien ilmenemisen uudelleen. [Liker 2006: s. 252–253.]

Jotta jatkuvan parantamisen kulttuuri todella toteutuu, on sitoutuminen yhtenäisen kulttuurin rakentamiselle lähdettävä ylhäältä asti. Koko organisaation on luotava yhtenäinen kulttuuri yksilöistä, joilla jokaisella on halu olla osana sitä, ja jotka yhdessä oppivat jatkuvasti uutta tuottaakseen lisäarvoa asiakkaalle. Lean-filosofian ja sen mukana jatkuvan parantamisen on lähdettävä liikkeelle toimitusjohtajista, jotka pitkän aikavälin ajattelun sekä johtajuuden jatkuvuuden avulla viitoittavat tien organisaation kulttuurin muutokselle. [Liker 2006: s. 190.]

## 2.2 Hankinta

Yritykset, etenkin tilausohjautuvat, ovat keskittyneet yhä enemmän itse tuotteen kokoonpanoon ja vain strategisesti tärkeiden komponenttien valmistukseen, ja siirtäneet näin vastuuta muiden komponenttien valmistuksesta alihankkijoilleen. Tämä tarkoittaa sitä, että nykyisin alihankkijat vastaavat suurimmasta osasta tuotekustannuksista, ja -toimitusaikoja. Yrityksen suorituskyky on siis riippuvainen alihankkijan suorituskyvystä, jonka johdosta tiivis yhteistyö niiden välillä on entistä tärkeämpää. [Jahnukainen ym. 1996: s.87.]



Perinteisesti yrityksen hankintaorganisaatio on keskittynyt lähinnä ostamaan komponentteja mahdollisimman halvalla, mutta sen merkityksen kasvaessa hankinnan tavoitteiden on muututtava. Hankinnan on kyettävä ylläpitämään toimittajayhteistyötä, jolloin toimistorutiinien ja hintaneuvottelujen on jäätävä vähemmälle. Ratkaisu tähän on eriyttää toimittajien hallinta ja osto. Toimittajien hallinta takaa ostolle kannattavan toiminnan mahdollisuudet ja luo sille tehokkaat toimintaedellytykset. Kun oston ei tarvitse enää huolehtia toimittajien valinnoista tai niiden toiminnan kehittämisestä, jää sille aikaa huolehtia toimitusprosessien aikaisista toiminnoista ja omasta operatiivisesta tehokkuudestaan. [Jahnukainen ym. 1996: s.95–96.]

Toimivaa yhteistyötä toimittajien ja yrityksen välille edistää myös harkittu hankintarakenne. Hankintarakenteen tulisi tähdätä toimittajien lukumäärän vähentämiseen, jolloin yhteistyö nykyisten toimittajien kanssa on mahdollisimman tiivistä ja pitkäaikaista. Halvimpien komponenttien hankinta olisi kannattavaa keskittää muutamille toimittajille, jotta kommunikointi yksinkertaistuu. Eri nimikkeet voidaan tilata yhdeltä toimittajalta osakokoonpanona, jossa toimittaja kokoaa puolivalmisteista yrityksen haluaman osakokoonpanon ja toimittaa sen. Tällöin esimerkiksi kolmen toimittajan sijasta on vain yksi, ja samalla nimikkeitä on myös helpompi ohjata varastoinnin kannalta. Tällä tavalla on myös helpompi kehittää ja tehostaa omia toimittajia. [Jahnukainen ym. 1996: s.105–106; Tilauksesta kokoonpano (ATO). 2018.]

Yritys voi tehostaa hankintatoimiaan myös standardoimalla tuotteitaan. Standardointi pienentää hallittavien nimikkeiden lukumäärää, joka edelleen peilautuu varaston kierto nopeuden kasvamiseen ja helpompaan ohjautuvuuteen. Toimittaja suhteita voidaan kehittää myös auditoinnilla, eli systemaattisella toimittajan toiminnan analysoimisella. Auditointi auttaa arvioimaan toimittajan suorituskykyä ja paljastamaan mahdolliset yrityksen ja sen yhteistyön väliset puutteet. [Jahnukainen ym. 1996: s.107.]

Räätälöityjä investointihyödykkeitä valmistavien yritysten ydinosaamista on kokonaisten tuotteiden toimittaminen, josta johtuen niiden on kannattavaa valmistaa vain ydinosaamista sisältäviä tai lopputuotteeseen sisältyvää luottamuksellista tietoa omaavia komponentteja. Muut nimikkeet hankitaan auditoiduilta toimittajilta. Tällainen hankintapolitiikka ohjaa toimittajayhteistyön laajuutta, ja vastaavasti tuo myös esille yrityksen oman valmistuksen kehittämistarpeet. Hankintapolitiikasta tulee keskustella avoimesti oman toimittajaverkoston kanssa, mikä näin parantaa molempien välisiä suhteita ja sitoutumista yhteiseen kehittämistyöhön. [Jahnukainen ym. 1996: s. 112.]

Jahnukaisen yhdessä muiden kanssa [1996: s. 116.] yrityksen ja toimittajien välinen toimiva yhteistyö voidaan nähdä myös yhtenä kilpailuteltuna. Osallistuminen alihankkijoiden liiketoimintaan ja niiden antaminen osallistua yrityksen omaan liiketoimintaprosessiin antaa tuntuva lisäarvoa yritykselle tuotekustannusten pienentämisellä. Yrityksen tulisi integroida toimittajansa osaksi omaa liiketoimintaansa, joka tekee näin niiden prosesseista yhteisiä. Yhteistyön tulisi toimia niin sanotulla kumppanuustasolla, eli toiminnan tavoitteet ja keinot niiden saavuttamiseksi asetetaan yhdessä, ja kehitystyöhön- sekä mahdollisiin tappioihin vaadittavat kustannukset jaetaan. [Jahnukainen ym. 1996: s. 117.]

Ratkaisevana tekijänä hankinnan tehokkuuteen vaikuttaa myös oikeanlaiset hankintatavat, jotka yksinkertaistavat materiaalien hallintaa ja pienentävät hankinnan kokonaiskustannuksia. Nykyaikaiset hankintamenetelmät hyödyntävät tuotteiden toistuvuutta ja toimittajien kyvykkyyttä. [Jahnukainen ym. 1996: s. 135.]

Nimikemäärien hallinnoimisen helpottamiseksi nimikkeet voidaan ryhmitellä erillisiin ostosetteihin ja -koreihin. Ostosetti on kiinteä ryhmä useita nimikkeitä, joita kaikkia tarvitaan samassa vaiheessa yrityksen tuotantoa, ja jotka tilataan kokonaisuudessaan yhdeltä toimittajalta. Koko setillä on vain yksi nimikekoodi, joten materiaalien ohjattavuus helpottuu monen eri nimikkeen ja -toimittajan sijaan. Ostokori on muuten samanlainen kuin ostosetti, mutta sen sisältöä on mahdollista hieman räätälöidä. Tilaus tapahtuu yhdeltä toimittajalta, kuten ostosetinkin, mutta nimikkeiden mitat voivat vaihdella sopimuksessa määritettyjen rajojen sisällä. [Jahnukainen ym. 1996: s. 136.]

Yritys voi myös siirtää nimikkeitä koskevan materiaalihallinnan kokonaan toimittajalle. Tällaista toimintaa kutsutaan hyllypalveluksi, ja siinä toimittajan kanssa tehdään vuositainen puitesopimus. Tällöin ostotilauksia ei enää lähetetä, vaan toimittaja käy itse yrityksen varastotasot sovittujen materiaalien osalta läpi säännöllisin väliajoin ja täydentää niitä tarvittaessa. Tämä toimintatapa soveltuu hyvin standardinimikkeille, joiden kulutus on tasaista. [Jahnukainen ym. 1996: s. 140.]

Hankintatoiminta on tärkeä ja oleellinen osa liiketoiminnan menestymistä, sillä ostetut materiaalit muodostavat usein yrityksen tuotteiden suurimman kustannuserän. Oikea aikaisilla ja -määräisillä toimituksilla on taas merkitystä valmistuksen taloudellisuuteen ja

yrittäjien asiakaspalvelukykyyn. Ostaja on tärkeässä roolissa myös varaston kiertoneuuden- ja varaston palvelukykyyn ylläpitämisessä, sillä myös varastointi muodostaa merkittävän osan kuluista. [Sakki 2009: s. 18–19.]

### 2.3 Varastointi

Yleisesti uskotaan, että liiketoimintaa ei voida toteuttaa ilman varastointia. Varastoilla taataan hyvä asiakaspalvelutaso, sillä mitä enemmän tavaraa on varastoitu, sitä varmemmin se saadaan toimitettua asiakkaalle. Varastointi ei kuitenkaan ole niin yksinkertaista, sillä se aiheuttaa useita kustannuksia, joista selkeimmät ovat varastoituun tavarahan sitoutunut pääoma ja siellä työskentelevä työvoima. Teollisessa ympäristössä puhutaan usein kolmesta eri varastotyypistä, joita ovat raaka-aine-, puolivalmiste- ja valmisvarastot. Näiden kolmen päätyypin lisäksi voidaan puhua myös ostotoiminnan tuloksena syntyvistä varastoista, joita on lähes jokaisella yrityksellä. [Sakki 1994: s. 32.]

Varastojen muodostumiseen on Sakin [2009: s. 103–104.] mukaan useita syitä. Syyt varastojen muodostumiseen voivat esimerkiksi olla tuotantoteknisiä. Varasto-ohjautuvassa toiminnassa valmistuserät ovat suuret, jolloin valmiita tuotteita on varastoitava ennen myyntiä. Tämän vastakohta on asiakasohjautuva tuotanto, jolloin varastoidaan vain asiakkaiden tilaamien tuotteiden raaka-aineita tai komponentteja. Valmistustekniikan ohella varastoja muodostuu myös tilatun tavaran eräkoon suuruuden virhearvioinnin vuoksi. Toimittajalta on tilattu tavaraa, mutta tilattu määrä onkin tarvetta suurempi, jolloin automaattisesti osa tavaroista jää hetkeksi varastoon. Tätä kutsutaan aktiivivarastoksi, ja sen suuruus on siis riippuvainen ostoerien koosta. Aktiivivaraston vastakohta on passiivivarasto, jota kutsutaan myös varmuusvarastoksi, ja sen muodostuminen johtuu epävarmuudesta. Tuotteita joudutaan varastoimaan, koska asiakkaat haluavat nopeita toimituksia, jolloin varmuusvaraston voidaan siis katsoa tuovan lisäarvoa toimitusten suorittamiseen. Suuri osa varmuusvarastosta on kuitenkin muodostunut turhaan, jolloin siellä varastoitavat materiaalit vievät vain tilaa muulta tärkeämmältä ja pitävät näin varaston suurempana kuin sen välttämättä tarvitsisi olla. [Sakki 2009: s. 103–104.]

#### Varastotyypit ja -tekniikat

Varastotyypin valinta vaikuttaa olennaisesti varaston toimintoihin, ja sen valintaan vaikuttavat muun muassa varastoitavat tuotteet, varaston koko ja korkeus, automaatioaste sekä yrityksen toimiala. [Varastotyypit ja -tekniikat. 2018.]

Varastotyypeistä kenties perinteisin ja edelleen yleisin on manuaalivarasto, jossa hyödynnetään tietoteknisiä sovelluksia ja moderneja työkoneita, mutta tuotteiden käsittely on edelleen henkilövaltaista. Karkeimmillaan manuaalivaraston toiminta sisältää paperipohjaisen kirjausmenettelyn esimerkiksi keräilyssä, mutta toisaalta voidaan hyödyntää samanaikaisesti myös viivakoodeja ja puheohjausta. Manuaalivaraston vastakohtana voidaan pitää automaatiovarastoa, joka saa nimityksensä varastossa käytettävästä automaatiosta. Automaatiovarastoille tyypillisiä ominaisuuksia ovat tietojärjestelmän kehittyneisyys, sekä kallis perustamiskulu, ja varastointi voi perustua esimerkiksi tietokoneen ohjaamille trukeille, varastohisseille, sekä automatisoidulle tavarankierrolle ja hyllytykselle. [Hokkanen & Virtanen 2012: s. 24–25.]

Varaston täyttämiseen voidaan käyttää useita eri tekniikoita, jotka vaikuttavat varastoidun materiaalin käsittelyyn. Hyvin yleinen tapa on säilöä tavaraa omalla kuljetusalustallaan, jolloin niitä varastoidaan joko pinoamalla päällekkäin tai vierekkäin kuormalavahyllyssä. Lavatyyppejä on useita, mutta yleisimmät niistä ovat standardoidut FIN- ja EUR-lavat, joita voidaan käsitellä joka suunnasta. Pientavarahylly on nimensä mukaisesti pientavaralle tarkoitettu hyllystö, johon varastoidaan pienempiä ja kevyempiä materiaaleja. Perinteisen pientavarahyllyn sijaan pientavarat voidaan varastoida myös varastoautomaatteihin, kuten Tornado- ja Paternoster-tekniikalla toimiviin automaatteihin. Kenties yksinkertaisin tapa varastoida on käyttämällä varaston lattiapinta-alaa, jolloin materiaalit varastoidaan lattialle jonoihin ja mahdollisuuksien mukaan edelleen päällekkäin.

### Tuotteiden sijoittelu

Tuotteiden sijoittelua ohjaa varaston layoutin eli varaston järjestyksen ohella yleiset logistiset palvelutekijät, kuten varastoidun materiaalin toimitustiheys. Tuotteiden löytämisen perustana on yleensä osoitteisto, joka pohjautuu käytössä olevaan ERP-järjestelmään. Osoitteistossa käytävät merkitään aakkosilla ja varastopaikat numeroilla. Käytävätunnuksen ja varastopaikan jälkeen hyllytaso merkitään jälleen aakkosella. Osoitteiston laajuus määräytyy varaston layoutin mukaan ja sen kehittämisessä tärkeintä on selkeys. [Hokkanen & Virtanen 2012: s. 95–96.]

Usein kysytyt tuotteet sijoitetaan niin sanottuun ensisijaisvarastoon, josta ne on helppo kerätä. Tällaiset tuotteet saadaan helposti selvitettyä käyttämällä ABC-analyysia, joka samalla kertoo mitkä tuotteet ovat toissijaisia, eli niitä, jotka eivät kuulu suurimpaan

osaan tilauksista. Toissijaiset tuotteet voidaan sijoittaa reservipaikkavarastoon, jossa ne säilytetään omassa kuljetuspakkauksissaan. Reservivarasto sijoitetaan usein normaalin keräilykorkeuden yläpuolelle, tai niille voidaan tarvittaessa varata oma varastotila tai halli. Ensisijaisvarasto, jota voidaan kutsua myös nimellä keräilyvarasto, on fyysisesti pienempi kuin reservivarasto, josta sitä täydennetään kuljetuspakkauksittain. [Hokkanen & Virtanen 2012: s. 96.]

Sijoittelua ohjataan käytössä olevan ERP-järjestelmän avulla, jolla saadaan muun muassa luotua hyllypaikkoja ja seurattua materiaalien saldoja. Kullekin materiaalille voi olla yksi kiinteä säilytyspaikka, tai sitten käytössä voi olla muuttuvapaikkainen järjestelmä. Kiinteässä säilytyspaikassa materiaalille on luotu yksi varastopaikka, ja se ei vapaudu, vaikka paikan saldon laskisi nolleen. Muuttuvapaikkaisessa järjestelmässä taas varastopaikat ja niiden saldot ovat erikseen tietojärjestelmässä, ja niihin voi hyllyttää vaihtuvasti eri materiaaleja. Yleisesti ottaen kiinteäpaikkaista järjestelyä sovelletaan nopean kierron omaaville materiaaleille ja hitaasti liikkuville muuttuvaa paikoitusta. [Hokkanen & Virtanen 2012: s. 95–97.]

## 2.4 Materiaalien toimitus

Materiaalien toimitukset saavat impulssinsa asiakkaan tekemästä tilauksesta. Asiakkaan tekemät tilaukset tallentuvat käytössä olevaan järjestelmään, joiden mukaan ne kerätään ja toimitetaan. Tilaukset on tehtävä ajoissa, jotta vältetään myöhästyneiltä toimitusajankohdilta tai kiireen aiheuttamilta virheiltä. Tilauksen vastaanottamiseen ja keräilyyn on varattava oma aikansa. Liian myöhään tehdyn tilauksen ohella yhtä huonona asiana voidaan pitää tilauksen liian aikaista toimittamista, sillä tämä aiheuttaa asiakkaalle turhaa varastointitarvetta sekä turhaa materiaalin siirtelyä.

Ideaalitulanteessa tilaus tehdään ajoissa ja suunnitellusti. Tilataan kerralla oikea määrä ja oikeat materiaalit ja tarpeeksi ajoissa. Tilauksen tulostamisen jälkeen se kerätään oikea laatusena ja määräisenä, ja osoitetaan dokumenteilla kuuluvaksi tilauksen tehneelle asiakkaalle, jolloin se myös toimitetaan oikeaan osoitteeseen. Kun kaiken toiminnan toteuttamiseen on annettu tarpeeksi aikaa, vältetään kiireen aiheuttamilta virheiltä, ja näin tilaus voidaan valmistella lähteväksi juuri oikean laatusena ja oikea määräisenä ja siihen kellonaikaan, jotta se saapuu asiakkaalle juuri oikeaan aikaan.

## Keräily

Keräilyyn liittyvät työtehtävät ovat työvoimavaltaisimpia toimintoja varastossa, ja sen avulla määritellään pitkälti myös varaston tehokkuus ja -toimivuuden mahdollisuudet. Keräily tapahtuu asiakkaan tilauksesta saatujen keräilydokumenttien avulla, eli keräilylistojen, joiden mukaan keräilijä kerää lähetyksen. Lähetys tulee kerätä oikein ja toimittaa oikea-aikaisesti asiakkaan tilaamalle toimituspaikalle. [Hokkanen & Virtanen 2012: s. 34–35.]

Keräilytoiminta alkaa asiakkaan tilauksen tarkastelulla ja sen tulostamisella ERP-järjestelmästä, jolloin saadaan keräilylista tilatuista tuotteista. Tämän jälkeen suoritetaan keräys, jossa suurin työaika kuluu perinteisesti tuotteiden paikantamiseen, ja niiden kuljettamiseen lähtevien tuotteiden alueelle. Yhtenä keräilyn kriittisenä vaiheena voidaan pitää keräilyn oikeellisuutta, tuotteiden tunnistamista, sekä oikean tuotteen poimimista hyllystä, ja näitä pidetäänkin tunnuslukuina määriteltäessä keräilyn laadullisia tavoitteita. Yleisesti keräilyn tehokkuutta mitataan myös kerättyjen rivien määrällä, jotka esitetään kerättyjen rivien määränä tuntia kohden. [Hokkanen & Virtanen 2012: s. 36.]

Keräily jaetaan usein joko staattiseen tai dynaamiseen toimintaan, joka määrittää millä tavalla keräiltävät tuotteet kerätään. Staattisella tarkoitetaan keräilyä, joka tapahtuu varastoautomaatin kautta, jolloin keräiltävä tavara tulee keräilijän luokse. Keräilijän tehtäväksi jää tällöin tuotteen poiminta ja sen sijoittaminen tilaukselle varattuun kuljetusyksikköön. Dynaamisella taas tarkoitetaan niin sanottua perinteisempää keräilyä, jossa keräilijä kulkee trukilla tuotteen lavapaikan luokse ja suorittaa tuotteen poiminnan. Staattisessa keräilyssä tuotteet ovat usein pientavaraa, mutta dynaamisessa ne voivat olla lähes mitä vain pahvilaatikoista suuriin pelteihin. [Hokkanen & Virtanen 2012: s. 36–37.]

Keräilyn suurimpia kehitystekijöitä ovat olleet teknisten laitteiden kehittyminen sekä tiedonvälityksen parantuminen. Keräilyn aikana on mahdollista päivittää saldotietoja reaaliaikaisesti ja viivakoodien avulla tunnistus on nopeaa ja virheetöntä. Tilauksia on myös mahdollista ohjata tapahtuvan juuri haluttuun kellonaikaan ja keräilylistojen muokkaus on mahdollista tehdä keräilyn kanssa samanaikaisesti. Tulevaisuudessa keskeisimpiä

kehityskohteita tulevat olemaan keräilytoiminnan tehostaminen sekä sen kokonaiskustannusten samanaikainen alentaminen. Olennaisena pidetään myös joustavuutta, joka pyritään turvaamaan. [Hokkanen & Virtanen 2012: s. 37, 97.]

Keräilyjärjestelmän toimiminen vaatii korkeat työvoimakustannukset, joista osa muodostuu keräilyvirheiden aiheuttamista kuluista. Virheitä sattuu varsinkin tilapäistyövoimaa käytettäessä, mutta myös muutenkin. Haasteita tuovat myös muun muassa saldivirheet, virheelliset hyllypaikat tai myöhässä olevat toimitukset alihankkijalta. [Hokkanen & Virtanen 2012: s. 97.]

### Täsmätoimitukset

Toimituksia voidaan tehostaa niin sanotuilla täsmätoimituksilla, joiden toimintaperiaatteena on koota usean eri tavarantoimittajan toimituksista koontikuormia, jotka toimitetaan asiakkaan haluamaan kohteeseen tarkasti sovittuna ajankohtana. Täsmätoimituksia kutsutaan seteiksi, kun niissä yhdistetään ja pakataan samaan toimitukseen usean eri valmistajan ja toimittajan tuotteita ja kun ne toimitetaan asennuskohteittain, kuten esimerkiksi tuotannon tietylle vaiheelle setitettynä. Täsmätoimitukset ovat hyödyllisiä esimerkiksi tilanteissa, joissa asiakkaalla ei ole tilaa varastoida tai kun täsmätoimituksen materiaalien tarve sijoittuu tarkasti tiettyyn ajankohtaan. Niiden avulla asiakkaan on mahdollista saada tarvittavat materiaalit juuri oikeaan aikaan ja juuri oikeaan tarpeeseen, jolloin materiaalien varastointitarvetta ei ole. Täsmätoimitukset vaativat hyvää tiedonkulkua asiakkaan ja toimittajan välillä sekä tarkkaa aikataulusuunnittelua. Toimitusten sisältöjen muutoksista on oltava yhteydessä heti muutostarpeen ilmetessä ja toimituksen pakkaajan on osattava reagoida muutoksiin joustavasti.

Täsmätoimitusten tarkoitus on olla mahdollisimman tehokas logistinen toimintatapa tarjoten asiakkaalle mahdollisimman hyvin sen tarpeita palvelevan materiaalikokonaisuuden. Toimitusten materiaalit voidaan pakata monella eri tavalla niin, että ne tukisivat parhaiten tilaajaansa. Pakkausalusta voi olla esimerkiksi kauluslava tai muu kuljetusalusta, kuten kuljetuslokerikko ja materiaalit voidaan pakata kerroksittain tai muuten eri tavoin alustalle niin, että niiden järjestys tukee mahdollisimman paljon asiakkaan tarpeita. Toimituksissa vältetään turhia siirtelyitä ja nostoja, jotka pyritään minimoimaan huolellisella suunnittelulla ja toteuttamisella. Asiakkaan kannalta tarpeettomia työvaiheita voidaan poistaa myös osakokoonpanoilla, joita voidaan suorittaa settiin kuuluville materiaaleille

jo ennen niiden toimittamista asiakkaalle. Tällöin yhdistellään asiakkaan ohjeiden mukaisesti setissä olevia komponentteja, jotka vähentävät näin asiakkaan työvaiheita esimerkiksi tuotannossa. Osakokoonpanot ovat usein modulaarisia ja moduuleiden valmistus tapahtuu usein ennakoimalla asiakkaan tarvetta.

Setitys voidaan suorittaa esimerkiksi terminaalissa tai yrityksen omalla välivarastolla sisäistä asiakasta varten, kuten yrityksen omaa tuotantoa ja setit voivat olla standardoituja tai projektikohtaisia. Standardoitujen eli vakioitujen settilavojen käytössä on monia hyötyjä niin toimittajalle kuin asiakkaalle. Standardoitujen settien sisältö pysyy samana tai lähes samana ja sen materiaalit ovat niin sanottuja varastonimikkeitä eli ne eivät vaihtele projektikohtaisesti. Varastonimikkeitä voidaan tilata suurempina erinä varastoon, jolloin niiden kustannukset ovat suhteessa pienemmät. Materiaalien määrä optimoidaan ennusteiden ja kulutusten avulla, jolloin niitä on mahdollista varastoida vain tarpeen verran. Standardoitujen settien keräily voidaan suorittaa myös jo ennen asiakkaan tarvetta ennakoimalla, jolla tasataan keräilykuormaa. Settien keräily valmiiksi hyllyyn takaa asiakkaalle nopean ja täsmällisen toimituksen sen valittuna ajankohtana. Projektikohtaiset setit tarkoittavat, että ne ovat räätälöityjä asiakkaan tietylle projektille eli niiden sisältö vaihtelee asiakkaan tarpeen ja projektin mukaan. Myös ne voivat sisältää varastonimikkeellistä materiaalia, mutta projektin omaisesti ne sisältävät ainakin sellaista materiaalia, joka on hankittu vain kyseistä projektia varten.

Jotta täsmätoimitukset saadaan kerättyä oikein, saattaa se niiden toimittajan näkökulmasta tarkoittaa ylimääräistä materiaalien siirtelyä, yhdistelyä ja pakkaamista sekä varastointia. Näihin on kuitenkin mahdollista vaikuttaa varastonohjauksella, jolloin materiaalien sijoittelu, varaston layout ja käytössä oleva järjestelmä tukevat täsmätoimitusten tehokasta keräilyä. Materiaalien sijoittelulla on olennainen vaikutus setitettävien toimitusten keräilyyn. Mitä lähempänä toisiaan ne on sijoitettu tai mitä optimoidummin niiden keräilyreitti on suunniteltu, sitä tehokkaampaa ne on kerätä. Varastolla käytössä olevan järjestelmän täytyy tukea toimintaa niin, että sieltä haettu tieto on oikeellista ja sen päivityminen on reaaliaikaista. Kun setti otetaan keräiltäväksi, sen materiaalien kulutuksen täytyy tapahtua heti. Muuten materiaalien saldotiedot saattavat näyttää vääriä lukemia, mikä voi johtaa materiaalin ennenaikaiseen loppumiseen järjestelmän näyttäessä sitä vielä olevan varastossa.



Täsmätoimitusten kustannukset voidaan jakaa toimittajalle ja asiakkaalle muodostuviin kustannuksiin, joihin molemmilla osapuolilla on mahdollista vaikuttaa. Asiakkaan näkökulmasta kustannuksia syntyy lähinnä tilattujen materiaalien hinnasta ja niiden toimituksesta aiheutuvista kustannuksista, joihin on mahdollista vaikuttaa tehokkaan hankinnan ja tarpeen ennustamisen avulla. Kommunikaatio ja suunnittelu ovat tärkeitä tekijöitä kustannusten muodostumisen kannalta, mutta myös ostojen ryhmittely vaiheittain alentaa kustannuksia asiakkaan kannalta katsoen, sillä tällöin materiaaleja on mahdollista saada osittain setitettyinä jo toimittajalta. Vaiheiden perusteella ostaminen vähentää varastossa tapahtuvaa materiaalien siirtelyä lavalta toiselle materiaalien ollessa täsmätoimitusten mukaisina setteinä tai niiden osina jo tavarantoimittajilta tullessa. Asiakkaalle muodostuviin kustannuksiin voidaan lukea materiaalikustannusten lisäksi myös toimituskustannukset, joihin voidaan vaikuttaa tarpeen ennakoimisella hyvissä ajoin sekä toiminnan tasaisuudella. Kiiretilauksilla on usein suuremmat toimituskustannukset kuin normaalitilauksilla ja tasaisesti tilatut toimitukset tasaavat keräilytoiminnan ohella muuta toimintaa tuoden siihen jatkuvuutta ja luotettavuutta molemmin puolin.

Toimittajan kannalta kustannuksia muodostuu pääosin varastonpidosta ja työvoimasta sekä toimituksiin kerättävistä materiaaleista ja niihin voidaan vaikuttaa tehokkaalla varastonohjauksella. Varastoitavien materiaalien määrään vaikuttaa tarpeiden ennustaminen. Materiaalien tilausajankohdat tavarantoimittajilta tulee optimoida niin, että varastonkiertonopeus on hyvä, jolloin voidaan välttää ylimääräiset varastointikustannukset palveluasteen pysyessä silti kiitettävänä. Tavarantoimittajien on oltava luotettavia niin, että setitettävien materiaalien toimitukset tapahtuvat ajallaan varastoon tai terminaaliin, jossa täsmätoimitussetit kootaan. Tällöin setit voidaan toimittaa kokonaisuudessaan haluttuna ajankohtana, eikä toimittajan tarvitse säilyttää varastollaan hyllyssä keskeneräisiä settejä. Työvoimatarve tulee olla optimoitu niin, että sitä ei ole liikaa, mutta ei myöskään liian vähän. Liian vähäisellä henkilöstömäärällä ei ole mahdollisuutta toimia tarpeeksi joustavasti, jota tarvitaan toimitusvarmuuden säilyttämiseksi poikkeustilanteissakin.

Toimittajan voi olla vaikeaa, tai kannattamatonta kerätä settejä ja osakokoonpanoja hyllyyn ennen asiakkaan tilausta etenkin projektikohtaisissa seteissä ja asiakaskohtaisissa osakokoonpanoissa, joiden sisältö ei pysy vakiona tai ne ovat tietyn asiakkaan tilauksen mukaisesti koottuja. Ei ole kannattavaa ennakoida liikaa asiakkaan suuntaan, sillä se johtaa suurin varastoihin ja kaikkea ei välttämättä saada myytyä asiakkaalle. Tästä syystä asiakkaan ja settien sekä osakokoonpanojen toimittajan ollessa eri yrityksiä on

molempien kannalta kannattavampaa, jos yhteistyö rakentuu niin sanotulle kumppanuus-tasolle, jossa toimittajaa autetaan ja kehitetään oman yrityksen rinnalla paremmaksi ja luotettavammaksi toimijaksi. Ulkopuolisen toimittajan kanssa tulisi tehdä pitkäaikainen sopimus settien ja osakokoonpanojen toimittamisesta, joka luo sille vakaan ja luotettavan toimintaympäristön kehittyä ja varmistaa myös sen toiminnan jatkuvuuden luotettavalla asiakassuhteella.

Jos täsmätoimitusten toimittaja on niiden tilaajan kanssa samaa yritystä, settien ja osakokoonpanojen harjoittaminen yrityksen toimintaa tukevaksi on helpompaa. Tällöin käytössä olevan järjestelmän avulla valmistettavan tuotteen rakenteelle voidaan jaotella esimerkiksi eri tuotantovaiheita, joiden mukaan yrityksen välivarasto kerää setit ja suorittaa mahdolliset osakokoonpanot, ja toimittaa ne edelleen tuotannon käyttöön vaiheistettuina tarpeeseen.

## 2.5 Tilaus-toimitusketju

Tilaus-toimitusketju on yksinkertaisimmillaan tavaravirran, ja siihen liittyvän tieto- ja rahavirran ohjaamista ja toteuttamista. Logistiset toimenpiteet, kuten varastointi ja keräily, ovat keskeisessä osassa tilaus-toimitusketjun toimintaa, mutta yhtä tärkeänä ovat toimintojen aloittavat tietoimpulssit. Toimintoihin osallistuu suuri osa yrityksen henkilökunnasta, jonka vuoksi tilaus-toimitusketju on yritykselle yksi suurimmista kustannuksista. [Sakki 2009: s. 21.]

Yksinkertaisimmillaan tilaus-toimitusketju koostuu tavarantoimittajasta, kohdeyrityksestä ja asiakkaasta, ja niiden välillä olevien rajapintojen yhteydet ovat tärkeitä, sillä niissä tehdyt päätökset vaikuttavat aina ketjun muihinkin osapuoliin. Rajapinnoissa tehdään usein päällekkäistä työtä tai työtä, joka aiheuttaa lisätyötä seuraavalle portaalle. Päällekkäisyydet ja turhat työvaiheet olisi mahdollista välttää paremmalla yhteistyöllä rajapinnoissa, niin yritysten välisissä kuin yrityksen sisäisissä. [Sakki 2009: s. 22.]

Tilaus-toimitusketjun tietovirrasta suurin osa koskee asiakas- ja hankintatilauksia, mutta tietoja tarvitaan myös suunnittelussa ja ennusteiden tekemisessä. Kommunikaatio ihmisten välillä sisältyy olennaisesti ketjun välillä toimivaan tietovirtaan, ja siitä jopa yli puolet onkin ohjaavaa työtä, joka tehdään puhelimen, sähköpostin ja tietokoneen välityksellä toimistoissa. Ihmistä tarvitaan tulkiksi tietojärjestelmien välille, mikä aiheuttaa paljon ylimääräistä ja manuaalista työtä ketjun molemmissa päissä, ja samalla virheiden määrä

kasvaa. Eri osapuolten tulisi kehittää kommunikointiaan, sekä tietojen jakamista, jolloin mahdollisia virhearvioita olisi helpompi välttää. Ketjun välisen tietovirran läpinäkyvyyttä voidaan lisätä ERP-järjestelmällä, jossa ketjun osapuolet pääsevät näkemään samoja tietoja mahdollisimman samanaikaisesti. [Sakki 2009: s. 21–22; Hokkanen & Virtanen 2012: s. 86–87.]

Tavaravirta kulkee pääsääntöisesti toimittajalta asiakkaalle, mutta pienemmässä mittakaavassa se kulkee myös toiseen suuntaan. Tavaravirralla tarkoitetaan tavaroiden fyysistä kuljettamista ja varastoimista, ja siihen sisältyy myös niihin kohdistuvia vaatimuksia, kuten täsmällisyys ja virheettömyys. Hankintojen ja jakelun suunnittelun tärkeys on kasvanut, sillä turhaa tavaraa ei kannata varastoida tai kuljettaa. Tavarat ovat fyysisiä, jotka vievät tilaa ja niiden käsittely vaatii henkilöstöä ja kalustoa. [Sakki 2009: s. 23.]

Tilaus-toimitusketjun kustannukset syntyvät pääosin logistisista toimenpiteistä, joita ovat tavaroiden ja tietojen käsittely sekä tavaroiden varastoiminen ja kuljettaminen, mutta suuri osa tulee myös henkilöstöstä. Paremmilla tiedon käsittelyn ja logistiikan menetelmillä on mahdollista vaikuttaa kustannusten suuruuteen, mutta ennen kaikkea niiden suuruuteen vaikuttavat liiketoiminnan strategiset linjaukset. Näitä ovat esimerkiksi päätökset asiakaskunnan- ja tuotevalikoiman laajuuksista. [Sakki 2009: s. 26.] Sakin [2009: s. 26–27.] mukaan operatiivista kehittämistä ei kuitenkaan tulisi väheksyä, jonka vuoksi hänen mielestään on tärkeää seurata tapahtumien määrää toimitusketjun eri vaiheissa, ja samalla pohtia, mikä vaiheista todella tuottaa lisäarvoa yritykselle ja mikä on vain kustannus. Kehittämisen tavoitteet voidaan jakaa kahteen pääkohtaan, joita ovat kustannus- ja palvelutehokkuus. Kustannustehokkuudella tarkoitetaan yrityksen sisäisiä toimintoja, joita ovat turhien käsittelyjen välttäminen, varastotasojen pienentäminen, sekä niin työn kuin pääoman tuottavuuden jatkuva parantaminen. Palvelutehokkuudella tarkoitetaan parempien ratkaisujen tarjoamista asiakkaille pelkkien tavaroiden sijaan, sekä asiakkaan oman sisäisen ja ulkoisen tehokkuuden lisäämistä. [Sakki 2009: s. 26–27.]

Valmistustoimintaa harjoittavien teollisuusyritysten tilaus-toimitusketju voidaan tavallisesti jakaa kolmeen vaiheeseen, jotka ovat saapuvan tavaran prosessi, varastoiminen ja lähtevän tavaran prosessi. Saapuvan tavaran prosessi käsittää hankinnasta, hankittujen tuotteiden kuljettamisesta, saapuvan tavaran vastaanotosta ja käsittelystä sekä ostolaskuista aiheutuneet työvaiheet ensimmäiseen varastopisteeseen ja ostolaskun maksamiseen asti. Varastoiminen tapahtuu kahden muun prosessin välissä, jossa tarvittavat resurssit ovat käyttöpääoma, varastotila ja varastolaitteet. [Sakki 2009: s. 50–51.]

Yrityksiin, joiden toiminta on projektimaista, malli saapuva – varastointi – lähtevä ei aivan sellaisenaan sovellu. Tyypillisen projektitoimintaa harjoittavan yrityksen tilaus-toimitusketju muodostuu pääosin materiaalien hankinnoista tuotannolle, ja kaikki materiaalikulut kohdistetaan suoraan asiakkaalle. Tällöin varastointi on vähäistä ja lähtevä prosessi puuttuu kokonaan tai se on osa varsinaista tuotantoa. Projektimaista toimintaa voidaan harjoittaa esimerkiksi, kun valmistetaan investointihyödykkeitä. [Sakki 2009: s. 51.]

### 3 Yritysesittely

#### 3.1 ABB

ABB on ruotsalais-sveitsiläinen teollisuuskonserni, joka toimii yli 100 maassa, työllistäen noin 135 000 henkilöä. ABB:n tarjontaan kuuluvat erilaiset sähköistystuotteet, robotit ja liikkeenohjaus-, sekä teollisuusautomaattioratkaisut. Asiakaskunta koostuu teollisuus-, energia-, liikenne- ja infrastruktuuraloilla toimivista yrityksistä maailmalajuisesti. [ABB-yhtymä.] ABB:n pääkonttori sijaitsee Zürichissä, Sveitsissä ja sen liikevaihto oli vuonna 2017 yli 34 miljardia Yhdysvaltain dollaria. Toimitusjohtajana on toiminut vuodesta 2013 lähtien saksalainen Ulrich Spiesshofer.

ABB:n liiketoiminta on jaettu neljään eri divisioonaan, jotka koostuvat eri teollisuuden aloihin ja tuoteryhmiin keskittyvistä liiketoimintayksiköistä. Nämä neljä divisioonaa ovat: Electrification Products, Robotics and Motion, Industrial Automation sekä Power Grids. [Our businesses. 2018.]

ABB:n historia Asean ja Brown Boverin ansiosta ulottuu aina 1800-luvun loppupuolelle asti. Suomessa ABB:n juuret ovat Gottfrid Strömbergin perustamassa yrityksessä, joka aloitti toimintansa Helsingin Kampissa vuonna 1889. Tasavirtakoneet, asuin- ja liikekiinteistöjen valaistuskeskukset sekä niihin kuuluvat asennukset kuuluivat Strömbergin ydinliiketoimintaan ja ne olivat alansa sen aikaisia huippuja. Vuonna 1983 Kymi-Kymmenen ja Strömberg fuusioituivat, ja kolme vuotta myöhemmin Kymi-Strömberg siirtyi Asealle. Kaksi vuotta myöhemmin, vuonna 1988 ABB sai alkunsa, kun ruotsalainen Asea ja sveitsiläinen Brown Boveri yhdistyivät. [Historia. 2018]

Suomessa toimii ABB-yhtymän tytäryhtiö ABB Oy, ja se työllistää noin 5 100 henkilöä, ollen näin yksi Suomen suurimmista teollisista työnantajista. Se toimii noin 20 paikka-

kunnalla, joista tehdaskeskittymät sijaitsevat Helsingissä, Vaasassa, Haminassa sekä Porvoossa. ABB Oy:n liikevaihto oli noin 2,3 miljardia euroa vuonna 2017. [ABB Suomessa. 2018]

### 3.2 Motors and Generators -yksikkö

Robotics and Motion-divisioonaan kuuluva Motors and Generators -yksikkö valmistaa ja kehittää moottoreita ja generaattoreita kaikille teollisuuden aloille. Yksikkö toimii maailmanlaajuisesti työllistäen 14 000 henkilöä 11 eri maassa. Suomessa se toimii Helsingissä ja Vaasassa, ja työllistää yhteensä 1 520, joista Helsingissä 910 ja Vaasassa 530. [ABB Oy, Motors and Generators. 2018]

Helsingin Motors and Generators -yksikön tuotteita valmistetaan Pitäjänmäellä, jossa tuotanto on jaettu erikseen tahti- ja induktiokoneiden välillä. Tahtikoneiden tuotteisiin kuuluvat erikokoiset generaattorit ja tahtimoottorit. Generaattoreiden eli koneiden, jotka muuttavat mekaanista liike-energiaa sähkövirraksi, kokoluokat ovat AMG 710, -900, -1120, -1250 sekä -1600. Tahtimoottoreiden eli sähkömoottoreiden, jotka pyörivät täsmälleen vaihtovirran taajuuden ja koneen napaluvun määräämällä nopeudella, kokoluokat vaihtelevat AMZ 710 ja -2500 välillä. Kokoluokan luku tarkoittaa koneen akselin keskipisteen korkeutta senttimetreinä, eli toisin sanoen akselin säteen pituutta. [Synchronous motors, High performance in all applications.]

Tahti- ja induktiokoneiden päävarasto sijaitsee Espoon Juvanmalmilla, jossa on erilliset vastaanotot ja hallit tuotantomateriaalien säilytykseen. Juvanmalmin varastolla toimii myös After Sales -osasto, jonka yhteydessä on lähettämö ja pakkaamo sekä kyseisen osaston materiaalivarasto.

## 4 Nykytilan arviointi

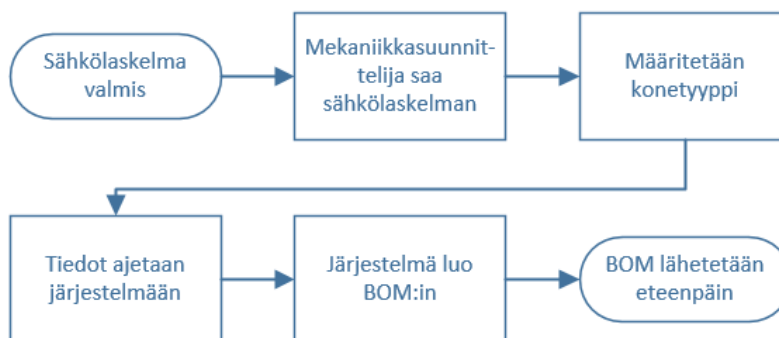
Nykytilan arvioimisen näkökulmaksi on valittu generaattorin tilaus-toimitusketju, alkaen suunnittelusta ja päättyen viimeiseen tuotantovaiheeseen. Generaattori on yksi tahtikoneiden volyymituotteista. Tuotteen valmistus toteutetaan projektin omaisesti, jolloin projektilla on ennalta määrätty projektipäällikkö, jonka tukena toimivat mekaniikka- ja tuo-

tannonsuunnittelija, ostaja sekä muut resurssit. Projektin sisällä olevista tuotteista puhutaan positioittain, kuten 401 ja 402, ja itse projektin nimi saa juoksevan työnumeron, kuten P9344HG.

#### 4.1 Tilaus-toimitusketjun prosessit

##### 1. Mekaniikkasuunnittelu

Sähkölaskelman valmistuessa mekaniikkasuunnittelija aloittaa projektin osaluettelon luomisen, jossa luetellaan tuotteen kaikki tarvittavat osat, sekä niiden alle lukeutuvat komponentit. Osaluettelon komponentit ja niiden määrät muodostuvat sähkölaskelmasta, sekä projektipäällikön tekemistä lisäyksistä, joita ovat usein asiakkaan pyytämät muutokset vakiokoneeseen. Osaluettelon luominen alkaa konetyypin määrittelyllä, jonka jälkeen tiedot ajetaan järjestelmään. Järjestelmä luo tarkan osaluettelon, joka lähetetään eteenpäin tuotannonsuunnittelijalle. Osaluetteloa kutsutaan nimellä BOM, joka tulee englanninkielisistä sanoista Bill of Materials. Järjestelmän luomalla osaluettelolla näkyy käytettävien osien lisäksi sen tuotantorakenne, eli se on monitasoinen osaluettelo, Multi-layer BOM. Osaluettelossa näkyy valmistettavan tuotteen rakenteeseen luodut osat, joista jokainen jakaantuu edelleen siihen osaan kuuluviin komponentteihin. Kuvassa 1 on kuvattu mekaniikkasuunnittelun vaiheet prosessikaaviona.

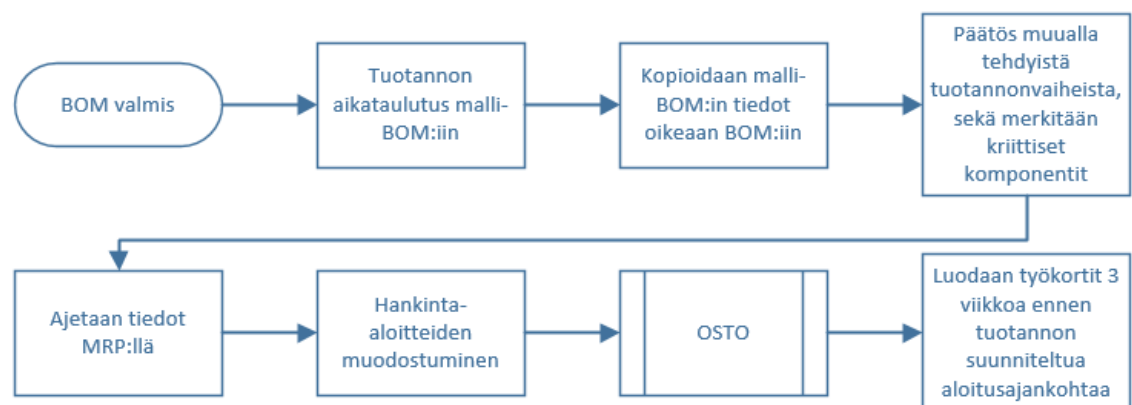


Kuva 1. Prosessikaavio mekaniikkasuunnittelusta.

##### 2. Tuotannonsuunnittelu

Osaluettelon saatuaan tuotannonsuunnittelija alkaa valmistella aikataulua tuotannolle, joka perustuu valmiin tuotteen luovutuspäivään. Luovutuspäivän päättämisessä huomioidaan tasainen kuormitus tuotannossa, eli siihen vaikuttaa myös muu keskeneräinen ja

alkava tuotanto. Mekaniikkasuunnittelijan tekemän osaluettelon ja siihen muodostuneen rakenteen ohella tuotannonsuunnittelijalla on käytössä niin sanottu malli BOM, joka sisältää samantapaisen rakenteen kuin oikea, ja johon on kirjattu tuotannonajoitukset tuotannonsuunnittelijan toimesta. Malli BOM:n tiedot kopioidaan oikeaan osaluetteloon, jonka jälkeen aletaan miettiä tehdäänkö joitakin tuotantovaiheita jossain muualla kuin Pitäjänmäen tehtaalla. Tällöin merkitään myös tuotannon kannalta kriittiset komponentit, eli joiden ostossa on huomioitavaa. Nämä kirjataan malli BOM:iin, jonka jälkeen ne ajetaan MRP-ohjelmalla, joka muodostaa projektikohtaisten materiaalien hankinta-aloitteet. MRP-ohjelman nimi on lyhenne sanoista Material Requirements Planning ja sillä laskeetaan saatujen tilausten ja myyntiennusteiden mukaan tuotannon aikataulu. Kun ajo on tehty, voidaan aloittaa komponenttien ostaminen. Kolme viikkoa ennen tuotannon suunniteltua aloitusajankohtaa tuotannonsuunnittelija luo tuotannon tueksi työkortteja, jotka jakaantuvat edelleen positioihin, eli tuotannon eri työvaiheisiin. Työkortit ovat sidoksissa tuoterakenteessa olevien osien kanssa, jokaisella osalla ollen yksi työkortti. Kuvassa 2 on kuvattu tuotannonsuunnittelun vaiheet prosessikaaviona.

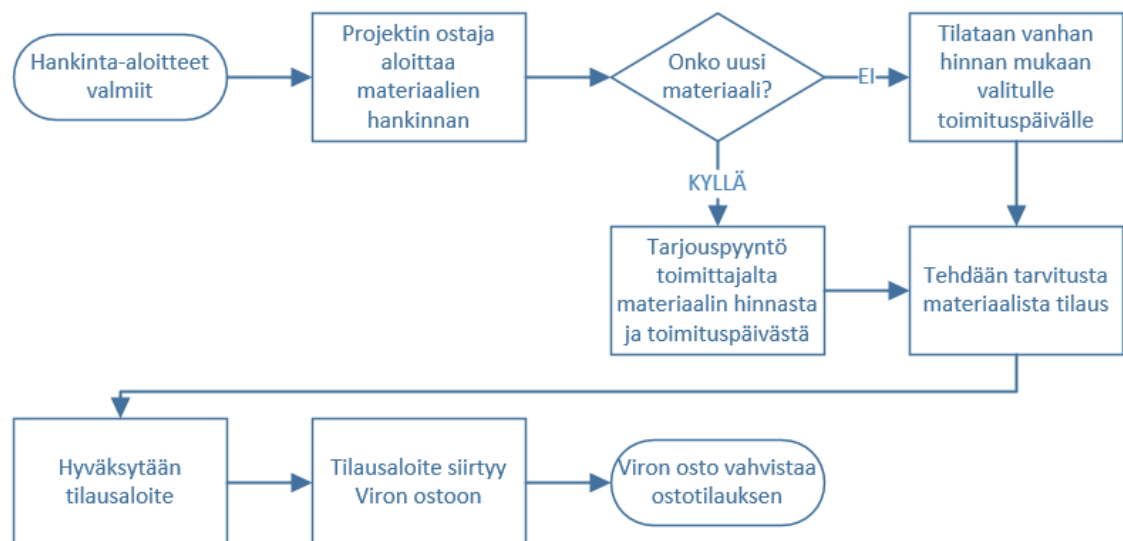


Kuva 2. Prosessikaavio tuotannonsuunnittelusta.

### 3. Osto

Tahtikoneiden osto tapahtuu projektikohtaisesti, mikä tarkoittaa, että yksi ostaja ostaa lähes koko projektin materiaalit. Osa materiaaleista on varmuusvaraston omaavia nimikkeitä, joita ei ole kohdistettu erikseen tietylle projektille, ja näiden hankinnasta vastaa erikseen toimintasuunnittelija. Tuotannonsuunnittelusta saatujen hankinta-aloitteiden pohjalta ostaja tekee tilausaloitteet projektimateriaaleista, joiden toimituspäivät määräytyvät täysin tuotannonsuunnittelusta saatujen päivien pohjalta. Jos materiaali on uusi, eli

sillä ei ole vakiohintaa tai -toimittajaa, ostaja tekee kyselyitä ja tarjouksia toimittajille hinnoista sekä niiden toimituspäivistä. Toimittajamäärä pyritään pitämään kapeana, jonka vuoksi täysin uusien toimittajien valintaa ei suositeta. Tilausaloitteen yhteydessä päätetään materiaalin toimituspaikka, joka määräytyy pääosin järjestelmän kautta automaattisesti, mutta poikkeavissa materiaaleissa ja -tilanteissa sitä joudutaan muuttamaan. Suurimmilta osin materiaalit tilataan toimitettaviksi ABB Oy:n välivarastolle Juvanmalmille, mutta yli 5 000 kiloa painavat komponentit, kuten koneen rungot, tilataan yleensä suoraan Pitäjänmäkeen. Tilausaloitteen luomisen jälkeen se käännetään järjestelmän kautta keskitettyyn ostoyksikköön Viroon. Aloite luo tilaukselle tilausnumeron, jonka alla voi olla edelleen positioita joko yksi tai useampia. Keskitetyssä ostoyksikössä tilauksia voidaan yhdistellä vapaasti, mutta yleensä materiaalien tilauksia pyritään yhdistelemään tarvepäivän mukaan. Tilausnumeron alla olevat positiot muodostuvat toimitusten yhdistelystä. Viimeisenä vaiheena tilausaloite vahvistetaan ja lähetetään edelleen ostotilauksena toimittajalle. Kuvassa 3 on kuvattu ostotoiminnan päävaiheet prosessikaaviona.



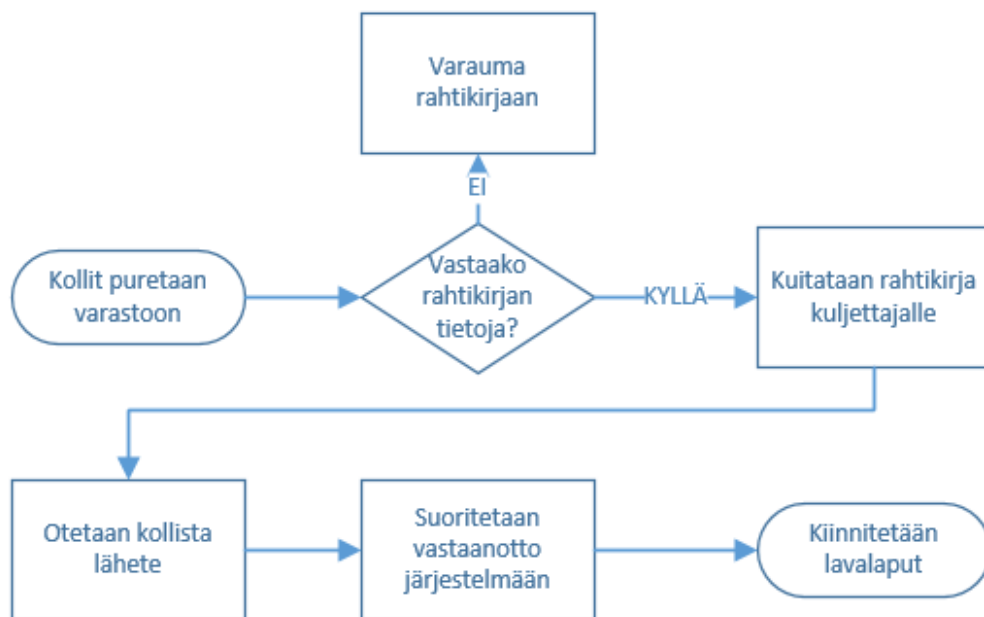
Kuva 3. Prosessikaavio ostotoiminnasta.

Projektiostojen lisäksi ostajan vastuulla on toimia yhteyshenkilönä toimittajiin. Häneltä tavarantoimituksen vastaanottaja saa tarvitsemaansa tietoa toimitettuihin tavaroihin ja niiden vastaanottoon liittyen, ja vastaisuudessa ostaja voi olla yhteydessä vastaanottoihin liittyen vastaanottajaan. Ostajan vastuulla on myös tilattujen toimitusten seuraaminen sekä toimitettujen materiaalien laatu.



#### 4. Materiaalien vastaanotto

Materiaalin vastaanotto alkaa kollimäärän todentamisella sekä kollien visuaalisella tarkastamisella. Mikäli niissä on puutteita, rahtikirjaan kirjoitetaan varauma. Kollit puretaan kuljetusajoneuvoista ulkoistetun työvoiman toimesta vastaanottoimiston läheisyydessä olevalle vastaanottoalueelle, tai vastaavasti varaston ulkoseinustan viereen vastaanottoalueen ollessa täynnä tai materiaalin ollessa ulkovarastoitava. Vastaanottaja aloittaa tavaroiden vastaanoton irrottamalla kolleista lähetteet. Lähetteen tietojen avulla hän suorittaa vastaanoton syöttämällä tiedot ERP-järjestelmään, jossa huomioidaan materiaalin kappalemäärä ja päätetään, millaisella alustalla se varastoidaan. Vastaanoton hyväksymisen jälkeen järjestelmä tulostaa lavalaput. Lavalappuja on kaksi, joista toisessa on materiaalin viivakoodillinen tunnistelappu ja toinen sisältää materiaalitiedot. Vastaanottaja käy kiinnittämässä lavalaput materiaaleihin, jonka jälkeen ne ovat valmiita hyllytykseen. Kuvassa 4 on kuvattu materiaalien vastaanoton yleiset vaiheet prosessikaaviona.



Kuva 4. Prosessikaavio materiaalien vastaanotosta.

Jos yhdellä lavalla on useamman nimikkeen materiaaleja, vastaanottajan tulee merkitä jokainen niistä erikseen omalla materiaalilapulla, ja lavan tunnistelappu kiinnitetään tällöin kuljetusalustaan. Mikäli samalla lavalle on toimittajan toimesta pakattu eri projektien materiaaleja, ne tulee erotella, ja vastaanottaa erikseen omina kokonaisuuksina. Jos materiaali tullaan varastoimaan ulkona, sen lavalaput laminoidaan, jotta ne kestävät muuttuvia sääolosuhteita. Jos vastaanotettu materiaali menee pientavarahyllyyn, eli se on

sen kokoinen, että sen voi hyllyttää käsin, se laitetaan vastaanottoalueella olevalle lavalle odottamaan hyllytystä.

## 5. Hyllytys

Vastaanoton jälkeen aloitetaan materiaalien hyllytys. Hyllytys tapahtuu purun tavoin ulkoistetulla työvoimalla, ja ensisijaisesti pyritään hyllyttämään vastaanottoalueella olevat lavat, joka mahdollistaa tilan seuraavaksi saapuville tavaroille. Materiaaleilla on pääosin vakiopaikat varastossa, mutta järjestelmän mukaan jokainen hyllypaikka on muuttuva- paikkainen. Samat materiaalit pyritään varastoimaan lähelle toisiaan reservivaraston mukaisesti alatasolla ollen vain yksi samaa materiaalia omaava lava. Hyllyttäjä hyllyttää materiaalit visuaalisen tunnistamisen jälkeen sen tavallisimmalle paikalle, mutta mikäli ne ovat varattuja, hyllytys tapahtuu sille paikalle missä on tilaa. Vastaanottoalueen tyhjänä pitämisen lisäksi hyllytettäviä materiaaleja ovat myös pientavarat. Kun lava on täynnä, se viedään hallin toiseen päähän, josta se puretaan pientavarahyllyyn. Pientavarahyllyyn varastoidaan kaikki paketit ja materiaalit, joita voidaan käsitellä ilman apuvoimia, ja mitä painavampi pientavara on, sitä alemmalle tasolle se paikoitetaan. Kuvassa 5 on kuvattu prosessikaaviona materiaalien hyllytys.



Kuva 5. Prosessikaavio materiaalien hyllytyksestä.

Kaikkien materiaalien hyllytys tapahtuu reaaliaikaisesti ERP-järjestelmään linkitetyn trukkipäätteen avulla. Trukkipäätteen viivakoodinlukijalla luetaan ensin materiaalin tunnisteviivakoodi, ja sen jälkeen se paikoitetaan lukemalla sen tulevan hyllypaikan viivakoodi. Tämän jälkeen materiaalin varastopaikka yhdessä saldon kanssa ovat järjestelmässä, josta niiden tiedot saadaan helposti etsittyä uudelleen. Hyllytettävää materiaalia tulee varastoon vastaanoton aukioloaikojen mukaisesti aikavälillä 7–15 vaihtelevia määriä ja päivän päätyttyä ne kaikki tulisi olla hyllytettynä niin konkreettisesti, kuin järjestelmässä.

## 6. Varastointi

Juvanmalmin varasto on tekniikaltaan manuaalivarasto ja se kooltaan on noin 6 000 neliometriä. Lämmitetty varastotila on jaettu neljään lähes samankokoiseen halliin, jotka ovat edelleen jaoteltu numeroin. 1-hallissa varastoidaan After Sales -osaston materiaalien lisäksi tahtikoneiden materiaaleja. 2-hallissa sijaitsee Tahtikoneiden vastaanotto, sekä sen materiaaleille tarkoitetut kuormalavahyllystöt, pientavarahyllystöt sekä varastointiin tarkoitettua lattiapinta-alaa. 3-hallissa sijaitsee Induktiokoneiden vastaanotto, sekä sen materiaaleille tarkoitetut kuormalavahyllystöt ja pientavarahyllystöt, joiden lisäksi sen materiaaleille on varattu 4-halli, joka on lähes kokonaan lattiavarastotilaa. 1-hallissa on käytössä kolme tornado-hyllyautomaattia sekä yksi paternoster-hyllyautomaatti, joissa säilytetään After Sales -osaston pientavaroita.

Varastossa on kokonaisuudessaan nimikkeitä yli 4 000 kappaletta, joiden inventointi suoritetaan nykyisin kerran vuodessa aikaisemmin neljän kerran sijasta. Inventoinnista vastaa ABB Oy:n työntekijä, joka vastaa järjestelmän päivittämisestä. Käytännössä inventointi suoritetaan varastotyöntekijän avustuksella, mikä tarkoittaa, että tällöin varastotyöntekijä on pois muista varastotoimista, kuten keräilystä.

Varaston kiertoa seurataan kiertonopeuden lisäksi visuaalisella seurannalla. Lavalappujen väri vaihtelee vuosittain, jonka ansiosta on helppo nähdä minä vuonna vastaanotto on tehty, eli milloin materiaali on saapunut varastolle. Lavalappujen väripohjia on viisi, ja niitä kierrätetään, tarkoittaen että sama väri on käytössä viiden vuoden välein. Värit ovat oranssi, vihreä, valkoinen, vaaleanpunainen ja keltainen, ja niistä oranssi on käytössä tällä hetkellä. Pohjaväreinä on suosittu vaaleita värejä, sillä lavalappujen teksti on kirjattu mustalla. Tästä syystä alkujaan mukana ollut sininen väri poistui, sillä sen koettiin olevan liian tumma pohja mustalle tekstille. Teksti ei erottunut halutulla tavalla hyllystä, mikä teki siitä vaikeaselkoisen.

## 7. Keräily

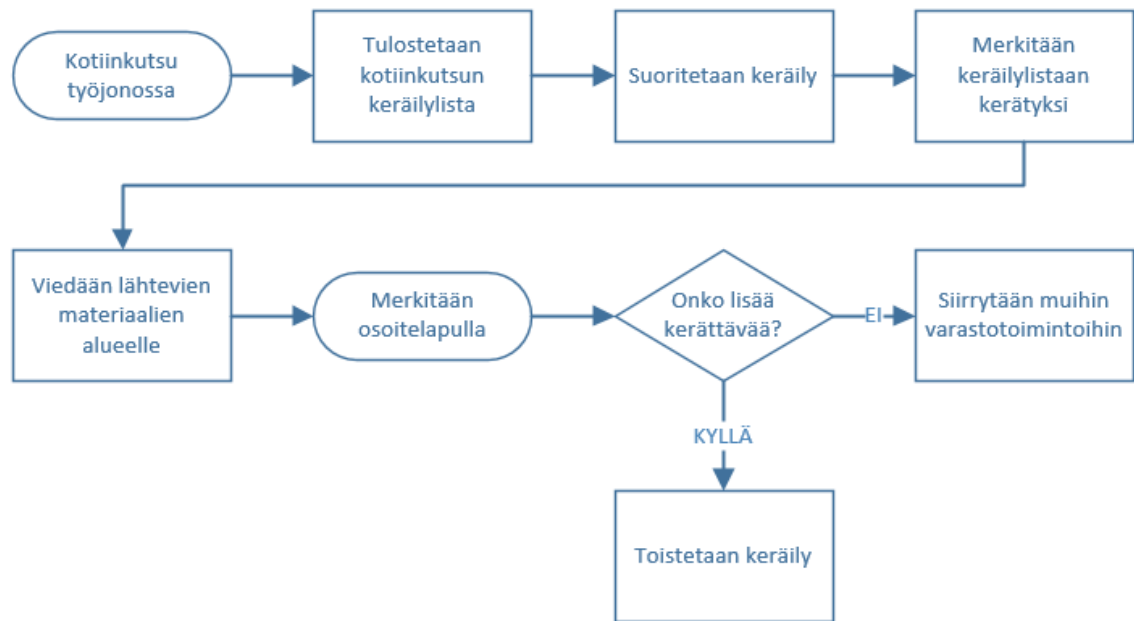
Keräilytoiminta tapahtuu lähes kokonaan ulkoistettujen työntekijöiden avulla, joita on yhteensä kuusi. Heistä kolme on Tahtikoneiden ja kaksi Induktiokoneiden käytössä olevaa varastotyöntekijää, ja yksi toimii koordinaattorina. Keräilytoimintaa tapahtuu varastolla aikavälillä 6–17, jolloin 15:n jälkeen kerätään kahden viimeisen kuljetuksen materiaalien

lisäksi seuraavan päivän ensimmäisen kuljetuksen materiaaleja yhden keräilijän toimesta. Jos aikaa jää, hyllytetään päivän aikana vastaanotettuja ja vielä hyllyttämättömiä materiaaleja. Keräilytoiminnan seuraamiseen on käytössä mittaristo, josta seurataan muun muassa keräilyjen ajallaan toimitus-prosenttia eli OTD % (On-Time-Delivery), jonka tavoite on olla 90 % yläpuolella.

Keräily saa impulssinsa tuotannon työnjohtajan tekemästä tilauksesta, jota kutsutaan kotiinkutsuksi. Kotiinkutsussa määritellään, minne materiaali halutaan toimitettavaksi, kuinka paljon sitä halutaan ja mihin kellonaikaan sille on tarve, ja nämä tiedot määrittävät milloin keräily suoritetaan. Kotiinkutsut siirtyvät työnjohtajan hyväksymisen jälkeen ERP-järjestelmän luomaan työjonoon aikajärjestykseen, josta ne tulostetaan paperisiksi keräilylistoiksi. Keräilylistojen lisäksi järjestelmä tulostaa samalla tarralapun, josta löytyy keräilylistan tiedot. Kotiinkutsuista muodostuneiden keräilylistojen tulostuksen hoitaa koordinaattori, joka ratkaisee myös keräilyyn liittyviä muita häiriöitätiloja.

Keräilylistan keräilyjärjestys on järjestelmän luoma, ja se on optimoitu etenemään hyllyvälien ja käytävien mukaan järjestyksessä. Keräilylistan rivimäärä vaihtelee tilauksen suuruuden mukaan ja näin ollen vaihtelee myös siihen kuluva aika. Keräilyyn vaikuttaa myös, mitä materiaalia kerätään, sillä osa materiaaleista on helpommin kerättävissä kuin toiset. Jos kerättävän materiaalin kuljetusalustalla, kuten lavalla tai muussa paketissa, on useampaa materiaalia, tulee keräilijän kerätä vain se mitä keräilylistan mukaan pyydetään kerättävän. Keräilijän tulee siis erotella kerättävä materiaali ja jättää loput hyllyyn odottamaan tuotannon omaa tarvetilausta. Keräilijän ei tarvitse osata tunnistaa kerättäviä materiaaleja visuaalisesti, vaan lavalappujen ja keräilylistalla olevien tietojen täsmäminen riittää. Jos tunnistelapun alla on vain yhtä materiaalia, voidaan materiaali kerätä vain sen perusteella. Jos sen alla taas on useampi nimike, keräilijä valitsee keräilylistalla pyydetyn materiaalin materiaalilapussa näkyvien tietojen avulla.

Keräilyn jälkeen materiaali merkitään kerätyksi merkitsemällä tämä keräilylistaan, jonka jälkeen se viedään lastausalueelle. Lastausalueella materiaali merkitään järjestelmän tulostamalla tarralapulla, sekä työnjohtajan valitseman toimituspaikan osoitelapulla. Osoitelappuja on jokaiselle toimitusovelle ja ne on värikoodattu, joka mahdollistaa oikeaan paikkaan purkamisen tehtaalla ilman sen sisältämän tekstin kaukaa lukemista. Tätä toistetaan kunnes keräilylista on kerätty kokonaan, jonka jälkeen siirrytään muihin varasto-tehtäviin. Kuvassa 6 on kuvattu keräilytoiminnan yleiset vaiheet prosessikaaviona.



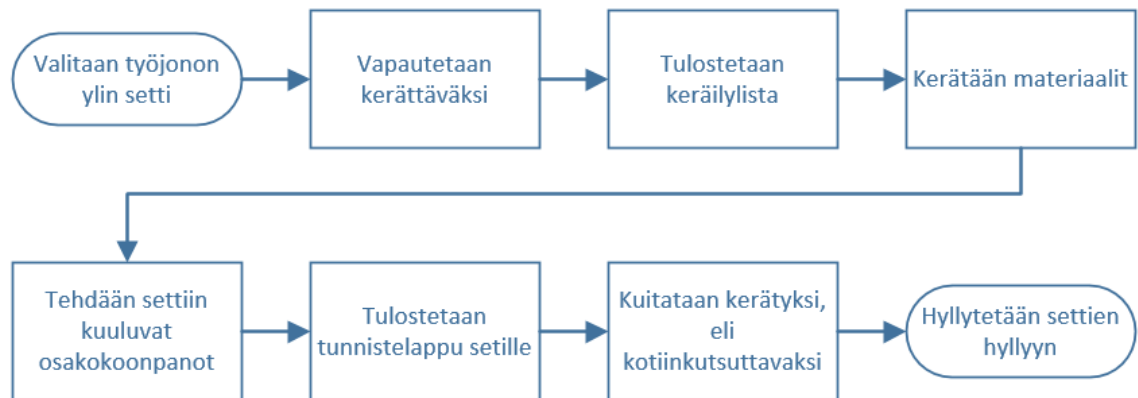
Kuva 6. Prosessikaavio materiaalien keräilystä.

#### Setitys- ja osakokoonpanotoiminta

Kotiinkutsujen ohella Juvanmalmilla kerätään myös settejä, jotka muodostuvat eri toimittajien toimittamista materiaaleista sekä osakokoonpanoista. Settejä on kaksi, kokoonpano- ja pakkaussetti, joita tarvitaan eri aikoina tuotannossa. Setitys- ja osakokoonpanotoimintaa ylläpitävät neljä sähkö- tai konetekniikan koulutustaustan omaavaa ABB Oy:n työntekijää, jotka kiertävät vuorollaan Tahtikoneiden ja Induktiokoneiden välillä yhden ollessa aina Tahtikoneiden työpisteellä. Tahtikoneiden osakokoonpanotoimintaan kuuluvat erikokoisten lämmitysvastusten, PT100-anturien ja vesivuotovanteiden puskurivaraston ylläpito, jota seurataan visuaalisella ohjauksella.

Settien keräily aloitetaan valitsemalla työjonosta aikajärjestyksen mukaan aikaisimmin tarvittava setti, joka vapautetaan kerättäväksi. Työjonoja on kaksi, erilliset kummallekin setille, jotka haetaan järjestelmästä eri hakutiedoilla. Valitun setin eli työnumeron rivin pohjalta tulostetaan keräilylista, jolle luodaan samalla oma tunnistelappu. Keräilylistat muodostuvat settien osalta pääosin automaattisesti, eli järjestelmä nostaa siihen kerättävät materiaalit keräilylistalle itse. Tämän jälkeen suoritetaan keräily, joka tapahtuu pääosin pieneltä alueelta varastosta. Tälle alueelle on varastoitu lähes kaikki setteihin tarvittavat materiaalit, joiden osan täyttöasteesta huolehtii hyllypalvelu. Ainoastaan projekti-kohtaiset materiaalit ovat muualla varastossa säilytyksessä, pääosin pientavarahyllyssä. Keräilyn jälkeen setti kuitataan järjestelmässä kerätyksi, jonka jälkeen se paikoitetaan

hyllyyn odottamaan kotiinkutsua eli hetkeä, jolloin sitä tarvitaan tuotannossa. Settien keräilyssä pyritään olemaan viikon edellä järjestelmässä näkyvästä aikataulusta, joka mahdollistaa nopean ja varman toimituksen tuotantoon JIT:n mukaisesti. Kuvassa 7 on kuvattu setityksen ja osakokoonpanotoiminnan pääasialliset vaiheet prosessikaaviona.

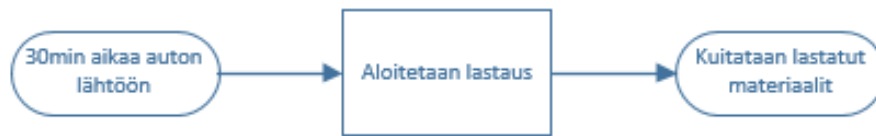


Kuva 7. Prosessikaavio materiaalien setityksestä ja osakokoonpanotoiminnasta.

## 8. Lähetys

Juvanmalmin varastolta lähtee päivittäin yhteensä kahdeksan kuljetusta Pitäjänmäkeen ja niitä ajavat ulkoistetun kuljetusyrittäjän toimijat. Käytössä olevat ajoneuvot ovat puoliperävaunu- ja täysperävaunuyhdistelmä, joista puoliperävaunuyhdistelmällä kuljetetaan pääosin induktiokoneiden osia ja täysperävaunuyhdistelmällä tahtikoneiden. Päivän kahdella viimeisellä kuljetuksella kuljetetaan sekä Tahti-, että Induktiokoneiden tilauksia.

Materiaalit lastataan lastausalueilta, jotka sijaitsevat eri puolilla varastoa. Kuljetusajoneuvojen lastaaminen aloitetaan yleensä noin 30 minuuttia ennen lähtöaikaa. Materiaalit lastataan toimitusosoitteiden mukaisiin pinoihin, mikä helpottaa purkua tehtaalla. Lastauksen jälkeen ajoneuvo odottaa oikeaa kellonaikaa ja sen täytyessä lähtee ajamaan toimituksia tehtaalle. Lastaaja kuitaa lastauksen jälkeen lähteneiden materiaalien keräilylistat. Poikkeustilanteissa, jossa jotain keräilylistalla olevaa materiaalia ei esimerkiksi löydy varastosta, eikä sitä ole tällöin merkitty kerätyksi, keräilylista kuitataan vain osittain. Kuvassa 8 on kuvattu materiaalien lähetyksen vaiheet prosessikaaviona.



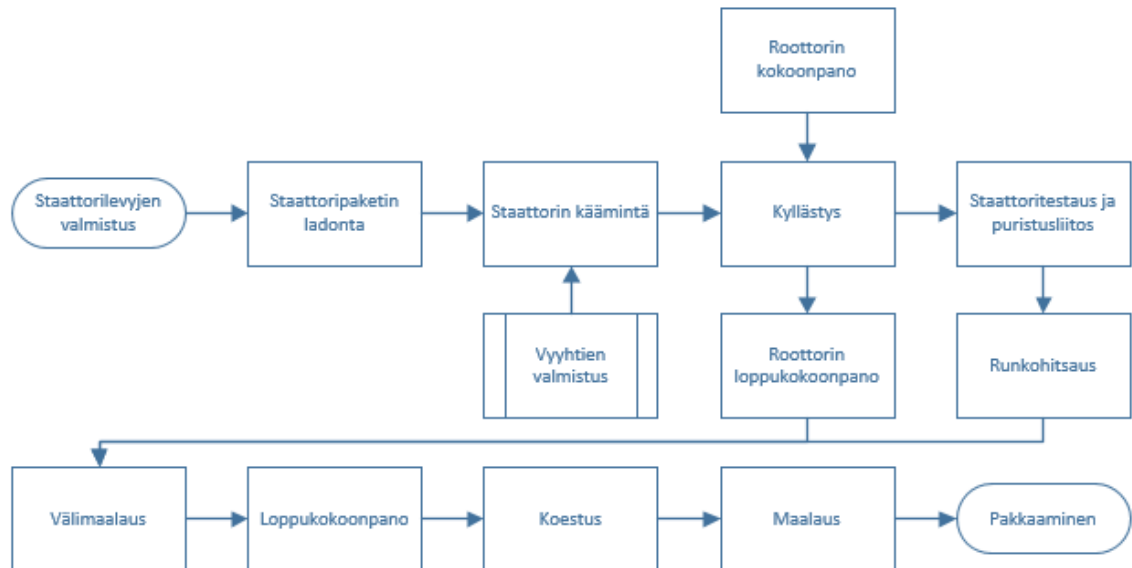
Kuva 8. Prosessikaavio materiaalien lähetyksestä.

## 9. Tuotanto

Tuotantoon tarvittavat materiaalit tilataan JIT-periaatteen mukaisesti Juvanmalmin varastolta, ja niiden tilauksesta eli kotiinkutsuista vastaavat tuotannon työnjohtajat. Materiaalien tilauksien ohella he ovat avainasemassa tuotannon sujuvuuden takaamiseen. Heidän tulee osata ennustaa tuotannon tarpeet ennen todellista tarvetta, sillä materiaalien keräilyyn Juvanmalmilla täytyy varata oma aikansa. Vasteajaksi on sovittu neljä tuntia, mutta aina se ei toteudu. Akuutin tarpeen vaatiessa materiaalityökaluja tilataan tuotantoon myös pikana, joka velvoittaa erikoistoimenpiteisiin niin tehtaalla kuin Juvanmalmilla. Asiasta täytyy tiedottaa vähintään sähköpostitse, ja siihen pyritään reagoimaan parhaalla mahdollisella tavalla olemassa olevien resurssien puitteissa.

Tahtikoneiden tuotantolinjalla toimii 40–50 asentajaa kolmessa eri vuorossa, ja toimihenkilötehtävissä työskentelee tuotantopäällikön lisäksi neljä työnjohtajaa. Tuotantotila on jaettu ylä- ja alakertaan, joista yläkerrassa valmistetaan Tahtikoneiden generaattorit ja alakerrassa -moottorit. Yläkerran layout on jaettu roottorinvalmistus-osastoon, kokoonpanokoestukseen, maalaamoon ja välimaalaukseen, hitsaamoon sekä lähettämöön. Alakerran layout on jaettu vastaavasti kuin yläkerran, poikkeuksena välimaalauksen puuttuminen. Juvanmalmin varastolta tilatut materiaalit puretaan kolmella tai neljällä ovella riippuen tilauksien toimituspaikoista ja tilausten saapuessa materiaalit otetaan tuotannon käyttöön.

Generaattorin tuotanto alkaa staattorilevyjen valmistuksesta, jonka jälkeen tapahtuu staattoripaketin ladonta. Ladonnan aikana toisaalla valmistetaan staattorin käämintää varten tarvittavat vyyhdet, jonka jälkeen se kyllästetään yhdessä kokoonpanun roottorin kanssa. Kyllästyksen jälkeen tuotanto jakaantuu roottorin loppukokoonpanoon sekä staattorin testaukseen ja rungon hitsaukseen. Näiden työvaiheiden jälkeen molemmille tehdään välimaalaukset, jonka jälkeen aloitetaan generaattorin loppukokoonpano. Loppukokoonpanon jälkeen generaattori siirretään koekentälle, jossa tapahtuu koestus eli sen toimivuuden testaus. Tämän jälkeen suoritetaan vielä loppumaalaus ja tuotteen pakkaaminen. Kuvassa 9 on kuvattu tuotannon vaiheet prosessikaaviona.



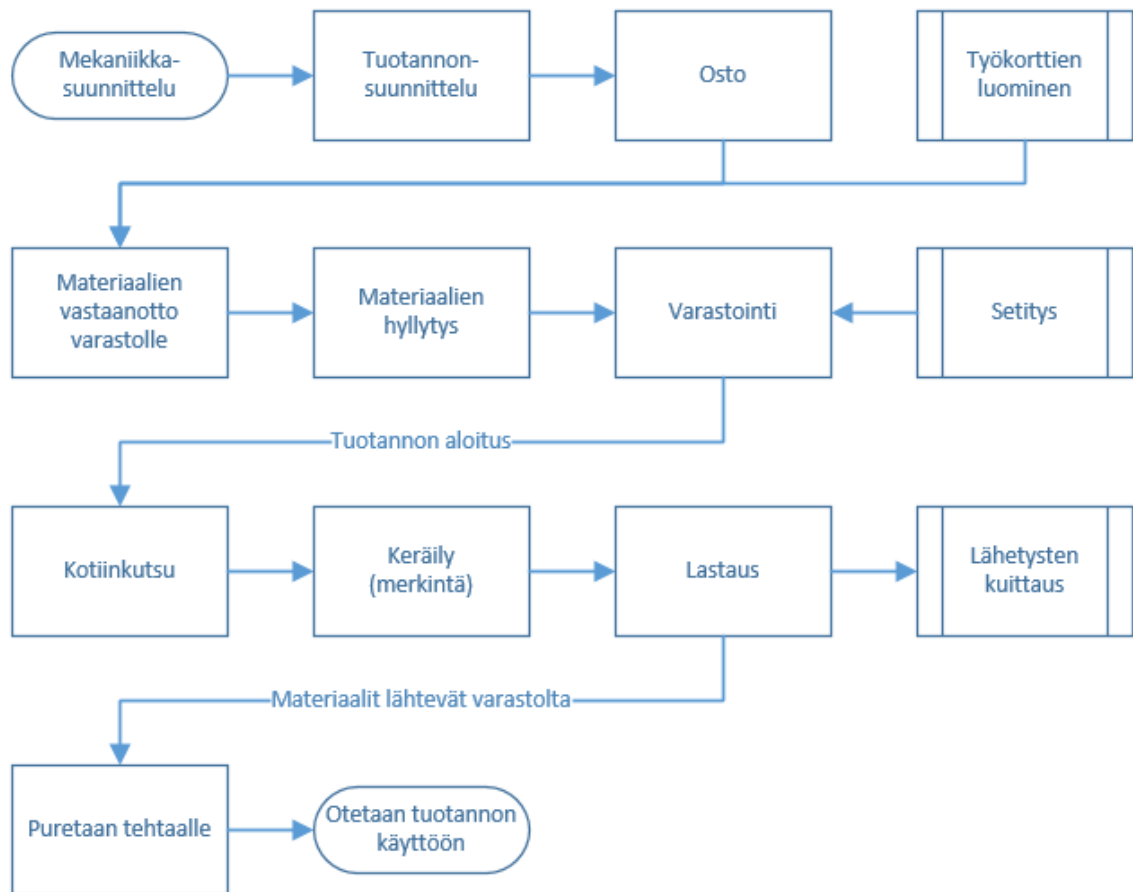
Kuva 9. Prosessikaavio generaattorin tuotantovaiheista.

#### 4.2 Prosessin kuvaus kokonaisuutena

Kuvassa 10 on kuvattuna generaattorin tilaus-toimitusketju kokonaisuudessaan. Tilaus-toimitusketju alkaa mekaniikkasuunnittelusta, jossa luodaan generaattorin BOM eli tuoterakenne ja luettelo tarvittavista komponenteista. Tämän jälkeen ketjun toiminnot siirtyvät tuotannonsuunnitteluun, jossa luodaan tuotannon aikataulus ja hankinta-aloitteet. Tämän jälkeen projektin ostaja käsittelee materiaalien hankinta-aloitteet ostovalmiiksi eli kiinnittää toimittajat toimittajalistan tai toimittajan kapasiteetin perusteella ja suorittaa tarpeen vaatiessa tarjouskyselyt. Ostovalmiiden hankinta-aloitteiden perusteella Viron ostos ostaa materiaalit ja hoitaa niihin liittyvät operatiiviset toiminnot. Projektimateriaalien lisäksi varastomateriaalien ostajalle nousee hankinta-aloite, mikäli uudet tarpeet vaativat varaston täydennystä tai materiaalit ovat pitkäaikaistoimituksia eli toimitusaika on yli kahdeksan viikkoa, joille suoritetaan ostos ennusteiden mukaan. Materiaalien toimitusajankohdian lähestyessä tuotannonsuunnittelu valmistele tuotannon avuksi työkortit, noin kolme viikkoa ennen tuotannon suunniteltua aloitus ajankohtaa. Materiaalien toimitukset toimitetaan pääosin Juvanmalmin välivarastolle, jossa tapahtuu niiden vastaanotto. Vastaanoton jälkeen materiaalit hyllytetään ja niitä varastoidaan niin kauan, kunnes niille on tarve tuotannossa. Varastoinnin aikana osa materiaaleista kerätään settilavoiksi ja hyllytetään sellaisenaan uudella nimikkeellä. Tuotannon aloituksen jälkeen alkaa materiaalien kotiinkutsuminen. Kotiinkutsun tullessa työjonoon Juvanmalmilla se tulostetaan keräilylistaksi ja kerätään. Keräämisen jälkeen lavat merkitään lähteväksi oikealle ovelle



tehtaalla, jonka jälkeen noin puoli tuntia ennen kuljetuksen lähtöä tehtaalle kuljetusajoneuvo lastataan. Lastauksen jälkeen keräilylistat kuitataan lähteneiden materiaalien osalta. Tehtaalla materiaalit puretaan sen osoittamalle ovelle, jonka jälkeen ne otetaan tuotannossa käyttöön.



Kuva 10. Prosessikaavio generaattorin tilaus-toimitusketjusta kokonaisuudessa.

### Poikkeamat

ABB:llä seurataan kaikkia sen toiminnassa ilmeneviä häiriöitä ERP-järjestelmässä olevalla laatutyökalulla, jota jokainen järjestelmän tunnuksella omaava ja tilaus-toimitusketjuun osallistuva voi tehdä. Poikkeamaan kirjataan häiriötä aiheuttavan materiaalin nimikekoodi, selkeä otsikointi ja kuvaus tapahtuneesta, materiaalin ostotilausnumero, työnnumero ja sen positio, alihankkija, ja näiden lisäksi sille osoitetaan joku vastuuhenkilö ABB Oy:ltä. Jos vastuuhenkilö ei ole tiedossa, liitetään mukaan muita, jotka voivat vaikuttaa laatuongelmaan ja osoittaa poikkeaman oikealle henkilölle. Lisäksi poikkeamaan voidaan liittää kuvia, jotka havainnollistavat poikkeaman sisältöä. Poikkeamia voi syntyä ketjun jokaisessa vaiheessa, ja niiden kirjaaminen on tärkeää, sillä ne osoittavat ketjussa

tapahtuvia epäkohtia. Ilman niiden olemassaoloa häiriötiloista ei olla tietoisia projektin kokonaistasolla, eikä mahdollisiin ongelmiin voida reagoida korjaavasti tai ennalta ehkäisevästi. Poikkeamia käydään läpi referensseinä samankaltaisien projektien aloituspalaverissa, joissa niistä pyritään oppimaan ja edelleen kehittämään toimintaa.

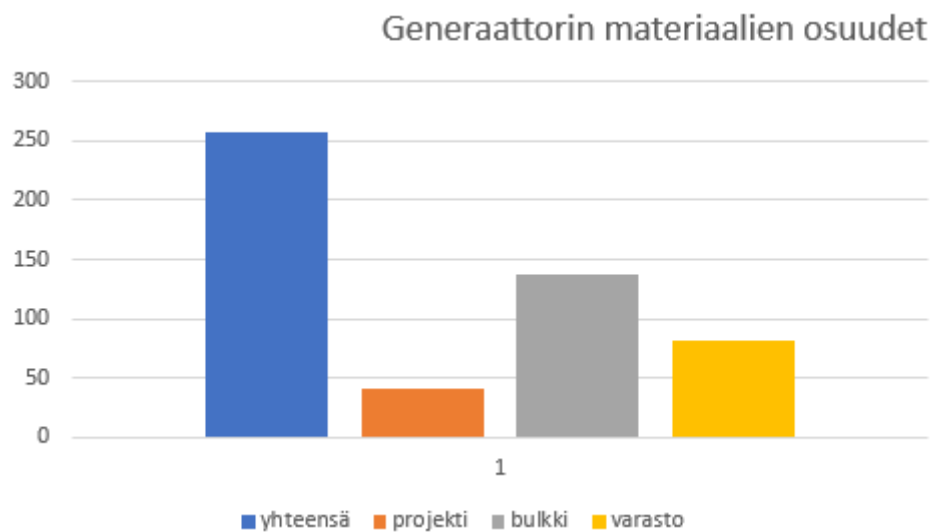
### 4.3 Haasteet

#### Mekaniikka- ja tuotannosuunnittelu

Mekaniikkasuunnittelussa muodostuva osaluettelo vaikuttaa tuotteen koko tilaus-toimitusketjuun, ja mikäli siinä on puutteita, tulevat ongelmat esille ketjun myöhemmissä vaiheissa. Kaikki osat eivät nouse automaattisesti osaluetteloon. Ne voivat puuttua rakenteelta, jos esimerkiksi projektipäällikkö ei ole lisännyt niitä tuotteen rakenteelle tai jos kyseessä on muutosmateriaali, kuten asiakasosat. Tällöin tiedot tulee ajaa järjestelmään erikseen, sillä ne eivät ole alkuperäisellä rakenteella. Kokenut mekaniikkasuunnittelija tunnistaa osaluettelon puutteet visuaalisesti, mutta vähemmän kokeneelta ne jäävät helposti huomaamatta, jolloin ne jäävät puuttumaan koko koneen rakenteelta. Suunnittelu-  
muutoksia voi tulla myös projektin aikana, jolloin uudet komponentit puuttuvat rakenteelta, ellei niitä lisätä sinne erikseen.

Tuotannosuunnitteluun haasteita luovat eniten jatkuvat aikataulumuutokset, joiden pohjalta aikataulutus tuotannolle on tehtävä uudestaan tai sitä on muutettava alkuperäisestä. Ongelmia tuottavat myös rakenteella olevien osien, eli rakennevaiheiden kuittaaminen. Jokaisella vaiheella on oma Order-numero eli työkortin numero, jossa on eritelty vielä muita tuotannonvaiheita positioittain. Positioista huolimatta kaikki vaiheen komponentit ovat kiinni ensimmäisessä positiossa, ja sen kuittaamalla kuitataan vaihe kokonaisuudessaan, kuten esimerkiksi loppukokoonpano, suoritetuksi. Tämän jälkeen kotiinkutsuja ei voida enää luoda, sillä kuittaaminen kuluttaa komponentit automaattisesti siltä rakennevaiheelta joka on kuitattu järjestelmässä. Yleensä suorituksen kuittauksen hoitaa tuotannon työnjohtaja, mutta kuittaaminen tapahtuu myös automaattisesti järjestelmän toimesta tuotannosuunnittelussa tehtyjen aikataulujen mukaisesti. Jos tuotannon aloitus-aikataulua ei ole muutettu myöhäisemmäksi, eikä suunnittelussa aloitusajankohdassa olla pitäydytty, aiheuttaa tämä edelleen ongelmia kotiinkutsujen tekemisessä. Materiaalit on tällöin lähetettävä ilman kotiinkutsua tehtaalle, jolloin ne eivät poistu Juvanmalmin varaston saldolta. Saldo saadaan korjattua järjestelmässä manuaalisella kulutuksella, mikä on työlästä ja vie turhaa aikaa kulutuksen tekevältä henkilöltä.

Työkorttien ohella tuotannosuunnittelun toiminnassa tai etenkin sen jälkeisissä toiminnoissa, haasteita tuottavat projekteille muodostuvat hankinta-aloitteet, sillä niitä saattaa muodostua työnumerokohtaisina, vaikka niitä olisi jo varastomateriaalina varastossa. Järjestelmä luo hankinta-aloitteen täysin samasta materiaalista kuin on varastomateriaalina, luo sille oman työnumerokohtaisen nimikkeen ja siirtää sen edelleen ostajan ostettavaksi projektikohtaisena. Tällöin samaa materiaalia on kahden, tai useamman nimikkeen alla, vaikka projektiin kävisi varastomateriaalina ja suurempana eränä ostettava vastaava komponentti. Varaston koko kasvaa tarpeettomasti työnumerokohtaisten materiaalien takia, ja tilaa tarvitaan yhä enemmän kulujen kasvaessa kohtuuttomasti. BOM tulisi standardoida niin, että projektikohtaisina materiaaleina olisivat vain ne, jotka todella poikkeavat rakenteelle standardoiduista materiaaleista. Kulujen kohdistaminen varastomateriaaleille on hankalampaa verrattuna projektikohtaisiin materiaaleihin, mutta niiden ostamisen hyödyt näkyvät monissa eri toiminnoissa kustannussäästöinä. Kuvassa 11 esitetään valitun projektin BOM:in materiaaleista varastomateriaalien, bulkkimateriaalien ja projektimateriaalien osuudet niiden kokonaismäärästä.



Kuva 11. Materiaalien osuudet.

## Osto

Ostotoiminnan suurimpiin haasteisiin kuuluvat myöhässä olevat toimitukset, sillä ne vaikuttavat tuotannon kulkuun negatiivisesti. Niitä on viikkotasolla paljon, ja myöhästymää on päivistä viikkoihin. Myöhästymän syntyessä ostaja on yhteydessä toimittajaan, jolta

saa uuden arvioidun toimituspäivän. Toimitus on kuitenkin jo myöhässä, mikä johtaa sopimussakkoon toimittajalle. Sopimussakkokaan ei kuitenkaan korvaa menetettyä aikaa tuotannossa, joten epäluotettavista toimittajista tulisi päästä eroon.

Toinen haasteita tuova tapahtuma on vastaanottamattomien tilausten seuranta, joka on yhteydessä myöhässä olevien toimitusten seuraamiseen. Ostaja tarkastelee projektin komponenttien toimituksia, ja mikäli niistä joku on vastaanottamatta, ja sen olisi pitänyt olla jo saapunut, hän ottaa yhteyttä toimittajaan. Joissain tapauksessa toimittaja väittää toimittaneensa komponentin, mutta sille ei kuitenkaan ole tehty vastaanottoa. Tällöin ostajan täytyy olla yhteydessä tavaran vastaanottajiin, ja kysellä onko kyseinen toimitus tullut ja mitä sen mukana on saapunut. Vastaanottaja etsii kyseisen toimituksen rahtikirjan ja lähetteet, ja niiden läpikatsomisella varmistaa tilauksessa tulleita materiaaleja. Joissain tapauksissa vastaanottajan täytyy lähteä varaston puolelle todentamaan toimituksen sisältö, mikäli toimitus on edelleen hyllyssä eikä sitä ole kotiinkutsuttu tehtaalle. Toimitusten tarkastaminen aiheuttaa molemmille osapuolille lisätyötä ja vie näin muulta toiminnalta aikaa pois. Jos materiaalia ei löydy, joudutaan usein turvautumaan uudelleen tilaukseen, joka aiheuttaa korkeita kustannuksia, sillä toimitustavan on oltava mahdollisimman nopea.

Haasteita aiheuttavat myös toimitettujen materiaalien laatu, joka ei vastaa tilattua. Tällöin voidaan joutua esimerkiksi uudelleen maalaamaan tai muutoin korjaamaan materiaaleja. Korjaustoimenpiteet toki laskutetaan toimittajilta, mutta menetettyä aikaa ei saada tässä tapauksessa korvattua. Osien ollessa korjauksessa niitä ei voida käyttää tuotannossa, jolloin pahimmassa tapauksessa tuotanto on pysähdyksissä kyseisen projektin osalta.

Laadun lisäksi haasteena voidaan nähdä myös toimittajalta tilattujen materiaalien vaihekohtainen yhdistely tuotannon kannalta. Nykyinen BOM ja käytössä oleva järjestelmä eivät tue ostotoimintaa niin, että materiaalit tulisi yhdisteltyä samaan tuotantovaiheeseen kuuluviksi kokonaisuuksiksi. Ostettavien materiaalien yhdistelyt suoritetaan vain tuotannon suunnittelusta saatujen päivämäärien mukaan, eivätkä ne ohjaa ostojen yhdistelyä tarpeeksi. Yhdistelyllä ei ole vaikutusta ostotoiminnassa, vaan siitä aiheutuva lisätyö näkyy vastaanotossa, varastoinnissa ja keräilyssä. Toinen toiminto, mitä järjestelmä ei tue toiminnon vaatimalla tavalla on vanhojen projektien materiaalien hyödyntäminen tulevissa projekteissa. Järjestelmän tulisi tarkastaa ostohetkellä, mikäli materiaalia on jo varastossa joko varastomateriaalina tai joltain edelliseltä projektilta jääneenä ja tarjota sitä

uudelle projektille. Näin ei kuitenkaan tapahdu, vaan ostajan tulee itse varmistaa materiaalin saldo järjestelmästä, jonka ohella hänen tulee huolehtia myös sen paikkansa pitävyydestä varmistamalla se varaston henkilökunnalta. Työmäärä vanhojen materiaalien tai jo varastomateriaalina olevien materiaalien hyödyntämiseen on niin suuri, että se jää usein tekemättä, joka tarkoittaa, että ostetaan uutta.

### Materiaalien vastaanotto

Vastaanotossa haasteita ilmenee lähinnä dokumenttien puutteista. Tavarasta otettavan lähetteen puuttuessa vastaanottoa ei voida suorittaa. Lähetteen puuttuessa vastaanottaja on yhteydessä ostajaan, joka edelleen toimittajaan, ja tätä kautta lähete useimmiten saadaan. Tähän voi kuitenkin kulua useita päiviä, joiden aikana vastaanottamaton tavara vie tilaa vastaanottoalueelta ja tieto vastaanoton keskeneräisyydestä on pääosin vastaanottajan muistin varassa. Lähetteen saamisen jälkeen vastaanottaja voi tehdä vastaanoton, mutta sen tehdäkseen täytyy vaihtaa päivämäärää sille päivälle kun tavara on saapunut varastolle. Dokumenttien puutteet voi näkyä myös läheteessä olevana tiedonpuutteena. Jos vastaanotettavat rivit ja materiaalit eivät ole merkittyinä läheteeseen selkeästi, vastaanottajan työ vaikeutuu ja hidastuu, ja usein tässäkin tapauksessa on oltava yhteydessä ostajaan, jolta saa lisäinformaatiota toimituksesta ja mitä sen tulisi pitää sisällään.

Vastaanotossa ilmenee myös toinen toistuva haaste, joka on vastaanotettavan materiaalin tunnistus. Toimittaja pakkaa usein samaan pakkaukseen eri nimikkeitä säästääkseen toimituskuluissa, mutta ei aina merkitse itse materiaaleihin ABB Oy:n omia materiaalikodeja. Tämä tuottaa ongelmia vastaanotossa, sillä tuotteeseen ei osata kiinnittää oikeaa materiaalilappua. Tämänlaisessa tapauksessa vastaanottaja kiinnittää kaikki lavalaput pakkauksen ulkopuolelle ja siirtää näin tunnistuksen ongelman eteenpäin. Lisäksi haasteita tuottavat järjestelmässä olevat tiedot, joita vastaanottajan pyytämänä ostaja muuttaa, jonka jälkeen vastaanotto voidaan suorittaa. Nämä ovat yleensä nopeita korjata, ja suurimman työvaiheen aiheuttaakin ongelman esiintuominen eli rahtikirjan ja lähetteen skannaaminen ja sähköpostikyselyn lähettäminen ostajalle.

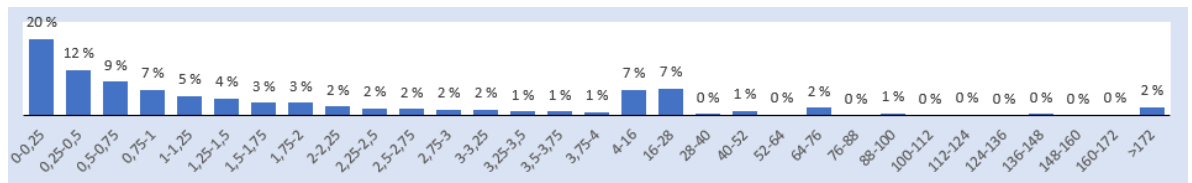
Haasteita ja lisätyötä tuottavat vastaanottotyössä myös materiaalit, joille ei ole määritetty varastointisijaintia, eli SLoc:ia (Storage Location). SLoc:in puuttuminen vaikuttaa tunnistelapun tulostamiseen, sillä tällöin sitä ei tulostu ollenkaan, mikä tarkoittaa että

materiaali ei nouse varaston saldolle. Vastaanoton saa siis tehtyä normaalisti järjestelmään, mutta se ei ole varaston saldolla ja ilman tunnistelappua materiaalia ei voida myöskään paikoittaa hyllypaikalle. Varastosijainnin puuttuessa tavaraan kiinnitetään VO Pitäjänmäki -lappu, ja vastaanotto tehdään tehtaan tavaranvastaanotossa. Poikkeustilanteissa, kuten Juvanmalmin omaan käyttöön tilattujen työvälineiden ja muiden materiaalien eli niin sanottujen bulkkimateriaalien kohdalla, vastaanotto tehdään Juvanmalmilla.

### Materiaalien hyllytys

Vastaanotettujen materiaalien hyllypaikkojen määräytyminen tapahtuu pitkälti visuaalisella tunnistamisella. Isot ja painavat materiaalit tulisi hyllyttää lattipaikalle tai vahvistettuun kuormalavahyllyyn ja settilavoille kerättävät materiaalit setitysalueen välittömään läheisyyteen. Kuten aiemmin sanottiin, lähes jokaiselle materiaalille on vakiopaikat, mutta niiden noudattamista ei aina voida taata. Varastotason ollessa korkea materiaaleja hyllytetään sattumanvaraisille paikoille. Vakiopaikkojen noudattamatta jättämiseen liittyy usein myös kiire, jonka vuoksi vastaanottoalueelta hyllytetään materiaalia mahdollisimman nopeasti ajattelematta seuraavalle vaiheelle muodostuvia seurauksia.

Ajoittain varastolla on hetkiä, jolloin paljon materiaalia odottaa hyllytystä samanaikaisesti. Keräilyjen ohella tapahtuvat hyllytykset priorisoidaan vähemmän tärkeiksi, mikä tarkoittaa ajoittaista vastaanotettujen tavaroiden paljoutta odottamassa hyllytystä. Pientavaroiden hyllytys vastaanottoalueen läheisyydestä tapahtuu yleensä kerran päivässä, mutta aina se ei riitä tai sitä ei muiden kiireiden vuoksi tehdä ollenkaan. Jos tavaraa saapuu varastoon paljon, lava täyttyy nopeasti, minkä johdosta kerran päivässä tyhjennys ei riitä. Pientavaroiden hyllytykseen vaikuttaa myös siihen kuluva aika. Paketteja on usein paljon, ja jokaisen viivakoodi on luettava erikseen ja hyllytettävä edelleen valitulle hyllypaikalle. Hyllypaikan tasoon vaikuttaa pakettien painon lisäksi suuremmalla painoarvolla se hyllytys, missä on tilaa. Pientavarahyllyssä on vanhojen työnumeroiden materiaaleja, jotka vievät tilaa ajankohtaisten projektien materiaaleilta ja näin vaikeuttavat hyllytysprosessia. Kuvassa 12 kuvataan materiaalien hyllytysaikaa vastaanoton jälkeen minuuttitasolla niin, että 0,25h vastaa ajallisesti 15 minuuttia ja 168h vastaa viikkoa.



Kuva 12. Hyllytykseen käytetty aika prosenttiosuuksien avulla kuvattuna.

## Varastointi

Varastointiin vaikuttavat tavaroiden pakkausalustat ja miten komponentit on pakattu. Kuormalavahyllyt on mitoitettu EUR-lavalle, jonka mitat ovat 80 x 120 cm ja kantavuus 1 200 kiloa. Muilla lavoilla hyllyvälit jäävät väljiksi, eli syntyy hukkatilaa. Varastolla on kuitenkin käytössä myös toinen standardoitu lavatyyppe, joka on FIN-lava. Sen mitat ovat 100 x 120 cm, ja sen kantavuus on 1 800 kiloa. Toimittajille on informoitu käytettävistä lavatyypeistä, mutta tästä huolimatta niiden käyttö ei kaikkien toimittajien kohdalla toteudu. Varastolle saapuu tavaraa myös standardoimattomien lavojen päällä sekä niin sanotuilla teholavoilla, jonka koko on puolet EUR-lavasta, eli 80 x 60 cm. Teholavan koko ei ole mitoitettu käytössä oleviin kuormalavahyllyihin, eikä sitä voida tästä syystä varastoida kuin ritilän päällä. Ilman ritilää teholavat on varastoitava lattiatasolle, josta se vie painavimmille materiaaleille varattua tilaa turhaan. Ongelmana ovat myös standardoimattomien lavojen päällä tulevat materiaalit, joiden kantavuus ylittyy tai siirtely on haastavaa. Tällöin lavaa on vaikea käsitellä, sillä se rikkoutuu materiaalin painosta, ja vaatii usein uudelleen lavoitukseen kestäväälle kuljetusalustalle. Standardoimatonta lavaa ei voi myöskään nostaa kuin kahdelta sivulta, toisin kuin EUR- ja FIN-lavaa, jonka vuoksi materiaali joudutaan myös siirtämään paremmalle kuljetusalustalle ennen lähtöä tuotantoon.

## Keräily ja setitystoiminta

Keräilyssä haasteita tuottaa materiaalien etsiminen, johon kuluu päivittäin turhaa aikaa. Keräilylistan mukainen varastopaikka ei aina pidä paikkansa, jolloin se voi löytyä järjestelmän antaman paikan vierestä, muualta varastosta, tai sitten se on jo lähtenyt tehtaalle. Poikkeavana tilanteena vielä materiaalin laatuvirheistä johtuvat korjaustoimenpiteet, joiden takia materiaali voi myös olla korjattavana muualla kuin Juvanmalmilla. Jos materiaali ei ole järjestelmän osoittamalla varastopaikalla, se voi olla esimerkiksi hyllytetty väärälle hyllypaikalle tai hyllytys ei ole mennyt läpi eli päivittynyt järjestelmään. Materiaaleja siirreltäessä uusi hyllypaikka tulee myös muuttaa järjestelmässä, ja mikäli tätä ei tehdä,

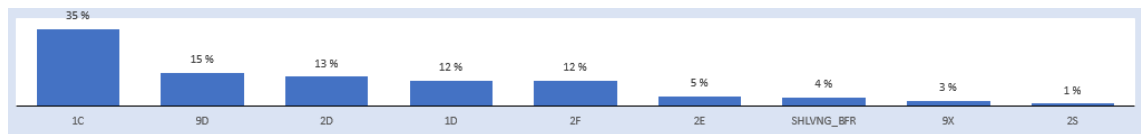
tulee keräilylistaan materiaalin vanha hyllypaikka. Jos materiaali on ollut samalle lavalle pakattuna jo kotiinkutsutun materiaalin kanssa, eikä sitä löydy järjestelmän mukaiselta hyllypaikalta, suurella todennäköisyydellä se on lähtenyt jo tehtaalle aiemmin kotiinkutsuttujen materiaalien kanssa. Tällöin aiemmin kotiinkutsutun materiaalin keräilylistalle tulisi olla kirjattuna poikkeava tilanne, mutta aina sitä ei tehdä, jonka seurauksena etsintää tapahtuu osin turhaan. Ensisijaisesti materiaaleista tulisi lähettää vain ne, joita on pyydetty lähetettävän, mutta esimerkiksi materiaalien puutteellisen merkinnän vuoksi on turvallisempaa lähettää koko lava, kuin vain väärin tunnistettu materiaali. Materiaaleja jätetään erottelematta keräiltäessä myös silloin, kun niiden erotteleminen veisi turhan paljon aikaa tai siihen tarvitsisi erikseen nostotyökaluja.

Materiaaleja tulisi lähettää tehtaalle vain siinä tapauksessa, että niistä on luotu kotiinkutsu, tai joissain tapauksissa varastosiirto. Tällöin kerääjälle saadaan tulostettua keräilylistaa, jonka mukaan hän kerää ja lähettää materiaalin. Poikkeustilanteissa materiaalit tarvitaan tuotannon käyttöön pikana, jolloin ne kerätään puhelimesta- tai sähköpostissa tehdyn tilauksen mukaisesti. Tällöin kotiinkutsun tulostus tapahtuu mahdollisesti jälkikäteen, jonka vuoksi tiedonkulku on ensisijaisen tärkeää. Toimiva tiedonkulku estää turhia etsintöjä, kun materiaalin tiedetään jo lähteneen tehtaalle. Aina tieto ei kuitenkaan kulje, jolloin ongelmana on järjestelmän näyttämä väärä materiaalin sijainti ja saldomäärä. Materiaalin kulutus ja sijainti päivittyvät vain järjestelmässä tehtyjen siirtojen avulla. Vastavasti neljän tunnin keräilyajan alittuessa kotiinkutsun yhteydessä on informoitava tilauksen kiireellisyys, jonka mukaisesti kyseinen kotiinkutsu nostetaan kerättäväksi muiden kotiinkutsujen edelle, eli se tulostetaan työjonosta ja kerätään sähköpostin mukaan.

Keräilystä tekee haastavaa myös korkea varastotaso. Varaston täysinäisyys vaikuttaa keräilyyn erityisesti lattiasäilytyspaikoilla, sillä kerättävä materiaali perustuu FIFO-malliin. FIFO-lyhenne tulee sanoista First In, First Out, mikä tarkoittaa, että se mikä tulee ensimmäisenä säilytykseen, lähtee ensimmäisenä säilytyksestä. Tämän johdosta keräiltävä materiaali on lähes poikkeuksetta aina jonon taampana, eli jotta se voidaan kerätä, on sen edessä olevia materiaaleja siirrettävä. Siirtelyyn kuluu turhaa aikaa, ja siitä tekee entistä haastavampaa tilanpuute muualla varastolla. Vastaanottoalue on pidettävä tyhjänä, joten väliaikainen siirtely on tehtävä varastokäytävillä, jolloin ne haittaavat muuta varastotoimintaa. Keräilyä lattiapaikoilta hidastaa myös alueen ahtaus. Taampien materiaalien tiedot ovat huonosti näkyvillä, sillä niiden lavalappujen lukemiseksi on joskus noustava lavojen päälle seisomaan lavavälien ollessa liian ahtaat.



Varastossa käytössä olevan keräilymittarin mukaan eniten aikaa kuluu pientavarahyllystä keräilyyn, mikä johtuu pääosin vanhojen projektien pientavaroista. Ne ovat suunnitelmuutosten jälkeen jääneet tuotannolta käyttämättä, eli ne ovat tuotannon kannalta ylimääräisiä. Tästä syystä niille ei ole ollut tarvetta, jolloin ne ovat jääneet hyllyyn. Vanhat materiaalit hidastavat keräiltävän materiaalin paikantamista. Kuvassa 13 on esitelty keräilytapahtumat hyllykohtaisesti, josta voidaan todeta, että suurin osa materiaaleista kerätään 1-hallissa sijaitsevalta 1C-käytävältä, ja toiseksi eniten kerätään hyllystä 9D, joka on pientavarahyllystö.



Kuva 13. Keräilytapahtumat hyllykohtaisesti jaoteltuina.

Setitystoimintaa on kehitetty lähiaikoina, ja sen haasteet ovat pääosin järjestelmän luomia. Eniten ongelmia aiheuttavat järjestelmävirheet, joiden vuoksi osa settilavoille aina kuuluvista materiaaleista eivät nouse keräilylistalle. Tällöin settittäjä jättää sen keräämättä, jolloin se huomataan edelleen tuotannossa puutteena, aiheuttaen paljon lisätyötä ja turhaa odottelua. Puuttuvista materiaalista aletaan kysyä työnjohtajien toimesta sähköpostitse, joka johtaa usein skannatun keräilylistan lähettämiseen lavan sisällöstä settittäjän toimesta, sekä vahvistuksen, että mitään keräilylistalta ei jätetty keräämättä. Materiaali ei ehkä ole vielä saapunut varastoon, sen saldo on nollassa, tai se ei löydy tuotteen rakenteelta, jonka vuoksi se on jäänyt keräilylistalta pois. Puuttuva materiaali lähetetään tehtaalle, jonka jälkeen sen kulutetaan manuaalisesti saldolta, tai esimerkiksi lisätään rakenteelle uudelleen, jolloin sille voi tehdä kotiinkutsun järjestelmässä.

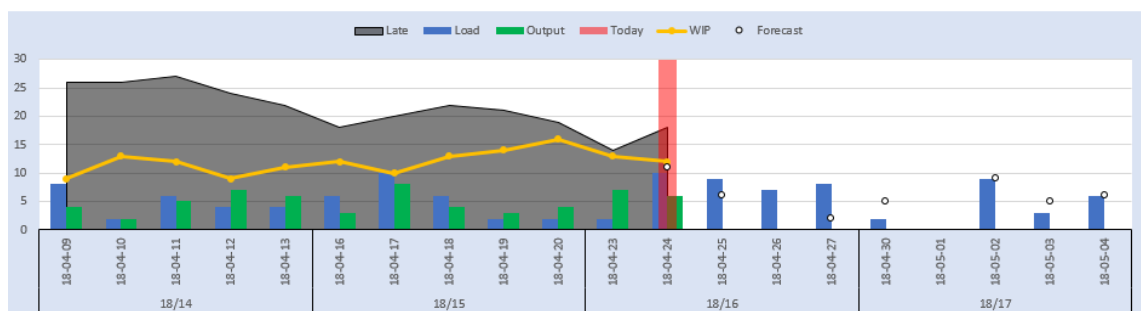
Joskus materiaali nostetaan taas vahingossa keräilylistalle settittäjän toimesta, jolloin sitä ei voida enää kotiinkutsua. Tässä tapauksessa vahingossa nostetut materiaalit katoavat kotiinkutsuttavien materiaalien työjonosta, eli niille ei saa tehtyä järjestelmässä siirtoa. Tällöin niiden tilasta tietää vain settittäjä, jonka on ensisijaisen tärkeää informoida tapahtuneesta virheestä.

Haasteita setitystoimintaan tuo myös rakenteen mukaan pakkaussettiin kuuluva materiaali, joka ei konkreettisesti mahdu kerättäväksi lavalle, vaan sen täytyy olla erillinen kokonaisuutensa. Rakenteen mukaan materiaali on kuitenkin osa setin keräilylistaa, joten ongelma tulee esiin jokaisessa pakkaussetissä. Näitä materiaaleja ei myöskään tarvita

samanaikaisesti, mikä tarkoittaa, että materiaalisesti lähetetään turhaan toisen materiaalin mukana.

Setittäjä joutuu seuraamaan kahta työjonoa, joiden mukaan hän tekee settilavoja valmiiksi hyllyyn odottamaan tuotannon kotiinkutsua. Kahden työjonon käyttäminen hidastaa ja vaikeuttaa päivämäärien seuraamista. Pakkaussetti on sidoksissa setitystyöjonoon yhdessä Induktiokoneiden setityksen kanssa, josta se erotetaan seuraamisen helpottamiseksi. Kokoonpanosetti taas on sidoksissa loppukokoonpanon työjonoon, mikä vaikeuttaa sen seuraamista ja settilavojen keräämisen aloittamista. Kokoonpanosetin kerääminen voi alkaa vasta, kun tuotanto impulsoi loppukokoonpanon alkaneeksi eli se ei ole sidoksissa omana toimintanaan Juvanmalmin varastoon. Molempien työjonojen seuraaminen, etenkin erikoistilausten kohdalla tuottaa haasteita yhdelle setittäjälle. Erikoistilaus tarkoittaa tilausta, jossa työnjohtajan pyynnöstä kerätään settilava, jonka tarve on järjestelmän mukaan vasta myöhemmin, mutta aikataulumuutosten vuoksi sen tarve on aikaistunut. Erikoistilauksen saadessa setittäjä huolehtii, että se saadaan ensisijaisesti tuotantoon muiden keräysten jäädessä tällöin toissijaisiksi.

Induktiokoneiden setitystä seurataan setitysmittaristolla, jolla voidaan tarkastella setitystoiminnan kuormitusta viikkotasolla. Mittari näyttää settilavojen keräilyn myöhästymän ja kuormituksen projekti- ja konekohtaisesti, ja se pohjautuu työjonosta saatuun dataan. Kuvassa 14 on kuva Induktiokoneiden käytössä olevasta setitysmittarista, jota ei vielä ole otettu käyttöön Tahtikoneiden setitystoiminnan tukemisessa. Mittarista voidaan tarkastella muun muassa settien myöhästymää, työtaakkaa ja ennustettavaa työtaakkaa viikko- ja päivätasolla.



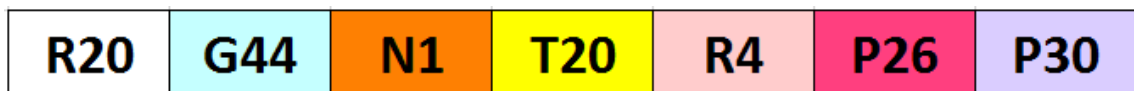
Kuva 14. Setitysmittari Induktiokoneiden työjonosta.

Setitystoiminnassa käytössä olevien bulkkimateriaalien hankinta, kuten nippusiteiden ja kutistesukan, on setittäjän vastuulla. Hänen tulee luoda hankinta-aloite järjestelmään tai

kertoa hankintatarpeesta esimiehelleen. Hankinta-aloitteiden tekeminen ei ole kaikille selkeää, jolloin yleensä esimies hankkii tarvittavat materiaalit. Materiaalin loppumisen ilmoituksessa ei kuitenkaan aina huomioida mahdollista toimitusaikaa, jonka johdosta materiaali voi loppua jo ennen uuden materiaalin saapumista.

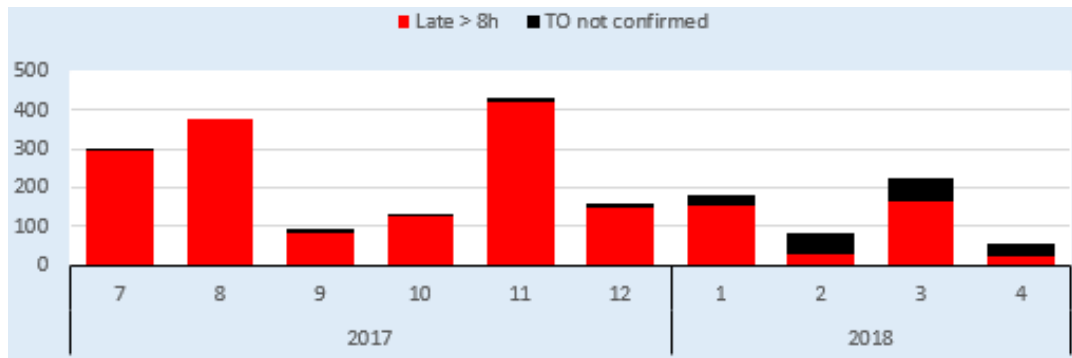
## Lähetys

Lähetystoimintaan kuuluu värillisten osoitelappujen kiinnitys lähteviin materiaaleihin sekä niiden kotiinkutsulappujen kiinnitys. Niiden tarkoitus on ensisijaisesti ohjeistaa tehtaalle tapahtuvaa purkua, jonka johdosta ne tulee kiinnittää ja lastata niin, että ne näkyvät purettaessa selkeästi. Niiden kiinnittämisessä tulee siis huomioida näkyvyys, ja mille puolelle lavaa ne laitetaan, jotta ne näkyvät purkutilanteessa purkajalle. Lastauksessa tulee myös kiinnittää huomiota purettavien ovien järjestykseen niin, että samalle ovelle purettavat lavat ovat peräkkäin ja riveittäin ryhmitelty. Tällöin niiden purkaminen on nopeampaa, eikä niitä pureta väärälle ovelle. Jos osoitelappu puuttuu, purku tapahtuu tehtaassa vastaanottoon, josta sitä ei välttämättä osata etsiä. Kuvassa 15 on kuvattuna ovien osoitelaput ja niiden värit.



Kuva 15. Värikoodatut osoitelaput.

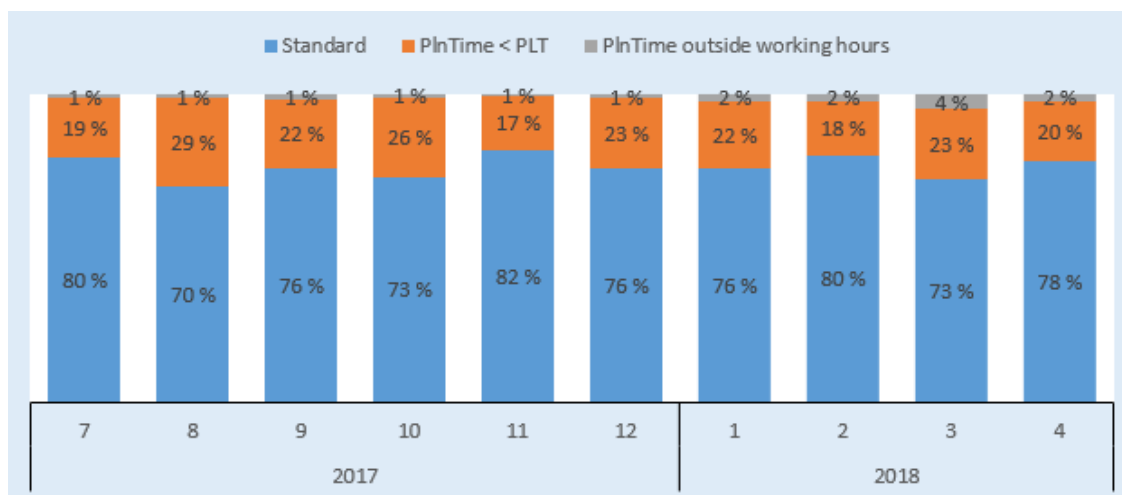
Heti lastauksen jälkeen kotiinkutsujen keräilylistat tulee kuitata järjestelmään, sillä muuten niiden toimitusajaksi ei kirjaudu oikea ajankohta, vaan myöhästynyt kellonaika. Myöhästymä aiheuttaa vääristymää toimitusten seurantamittariin, ja edelleen sanktioita ulkopuoliselle yritykselle heidän toimiessa alle odotetun toimitusprosentin. Kuvassa 16 kuvataan pylväsdiagrammilla keräilylistojen kuitausta, punaisen kuvatessa alle kahdeksan tunnin myöhästymää ja mustan kuvassa kuitaamattomia keräilylistoja.



Kuva 16. Kotiinkutsujen keräilylistojen kuittaaminen viikkotasolla.

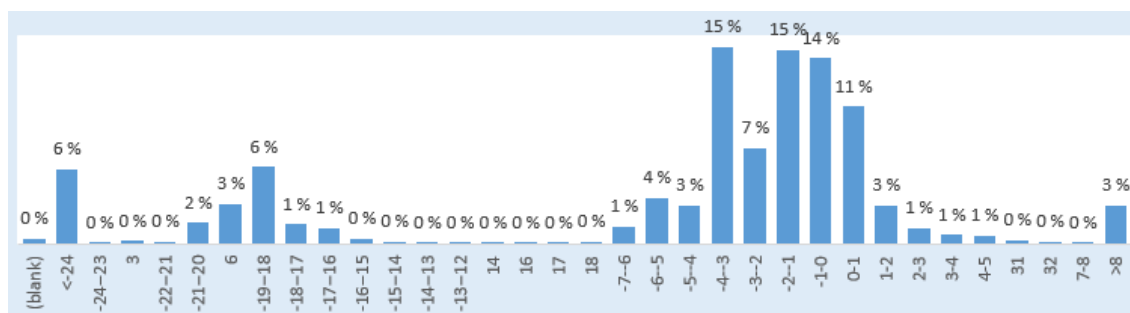
## Tuotanto

Tarvittavien komponenttien saaminen tuotannon käyttöön alkaa työnjohtajan määrittelemästä tarpeesta, jonka mukaan hän luo kotiinkutsun. Tarvittavat materiaalit valitaan työnosta ja niille määritellään purkuoven numero, sekä mihin aikaan lähtevään kuljetukseen ne halutaan. Jos jotain tarvittavista komponenteista ei tilata tarpeeksi ajoissa, eli niin, että neljän tunnin keräysaika ei täyty, siitä informoidaan erikseen. Erikoispyynnöt pikatoimituksista voivat johtua muun muassa inhimillisestä virheestä, väärästä tuoterakenteesta, keräilyvirheistä, järjestelmävirheestä, viallisen tuotteen tilalle lainaamisesta, tai muusta tuotannon kiireisestä tarpeesta. Käytännössä tuotanto on Juvanmalmin asiakas, jonka johdosta varaston on palveltava tuotannon tarpeita parhaalla mahdollisella tavalla. Erikoispyynnöt aiheuttavat kuitenkin aina lisätyötä, joka vie työaika muilta toiminnoilta. Kuvassa 17 on kuvattu standardikotiinkutsujen ja pikakotiinkutsujen osuudet prosentteina kaikista kotiinkutsuista viikkotasolla. Kuvasta voidaan todeta, että kotiinkutsuista noin viidesosa on pyydetty pikatoimituksena joka viikko, joinakin viikkoina jopa yli neljäsosan.



Kuva 17. Standardikotiinkutsujen ja pikakotiinkutsujen osuudet kaikista kotiinkutsuista.

Tuotannon kannalta eniten ongelmia tuottavat väärinkerätyt ja väärään aikaan toimitetut tilaukset, joiden vuoksi aiheutuu paljon kyselyjä varastolle, sekä pikatoimituksia. Tilattujen komponenttien kappalemäärissä on usein virheitä, mikä aiheuttaa lainauskierteitä tuotannon puolella. Puuttuva materiaali lainataan viereiseltä lavalta, jolloin vaikutusta siirretään eteenpäin, ja lisätilausten takia myös Juvanmalmin varaston saldomääriin syntyy vääriä lukemia. Sama toistuu kerättyjen materiaalien kappalemäärien ollessa liian suuria, mutta tällöin osia jää ylimääräisiä, jotka vievät turhaa tilaa tuotannon lattialla. Ylimääräisiä osia tulee tuotannon tiloihin myös, jos varastolta on kerätty tilattujen nimikkeiden lisäksi kaikki muut, jotka olivat samalla lavalla tilattujen materiaalien kanssa. Tällöin ne joutuvat odottamaan tuotannon käyttötarvetta tuotantotilassa, jossa ne vievät tilaa ja ehtivät hukkaa jatkuvan siirtelyn seurauksena. Poikkeavien toimitusaikojen informoimattomuus johtaa myös turhiin etsintöihin tuotannossa ja turhiin yhteydenottoihin Juvanmalmille. Materiaalin, jonka tilauksen mukaan tulisi olla jo tehtaalla, ei voida olettaa olevan vielä Juvanmalmilla, ellei asiasta ole informoitu. Poikkeavia tilanteita voi syntyä muun muassa keräiltävien materiaalien liian suuresta määrästä käytössä olevien resurssien suhteen, toisin sanoen liian suuresta kuormituksesta. Väärään aikaan tapahtuvilla toimituksilla on suuri merkitys tuotannon toimintaan, sillä liian myöhäinen toimitus voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa asiakaspettymyksen ja aikataulun ylittymisen. Tästä syystä kaikesta poikkeavasta toiminnasta tulisi tehdä poikkeamia. Kuvassa 18 esitetty pylväsdiagrammin avulla kuinka paljon toimituksia lähetetään etukäteen, oikea-aikaisesti ja myöhässä. Toimituksen ollessa välillä -2-1 ja 1-2 se on hyväksytyllä alueella, tarkoittaen toimitusajan ollen enintään  $\pm 2$ h pyydetyistä toimitusajankohdasta.



Kuva 18. Toimitusten toimitusajankohdat tuntien tarkkuudella pyydetystä.

Keräilyvirhe voi tapahtua myös keräämällä väärän projektin materiaali. Tätä tapahtuu usein materiaaleissa, joita säilytetään lattiapaikalla jonoissa, jolloin oikean projektin materiaalin sijasta kerätään toisen projektin vastaava. Joidenkin materiaalien osalta tämä on sallittua, mutta osa komponenteista vaatii oikean vastakappaleensa. Väärinkeräämisellä aiheutuu lisätyötä tuotannossa, kun komponenttien osat eivät sovikaan yhteen ja niitä täytyy korjata. Väärinkerääminen voi aiheuttaa lisätyötä myös varastolla, jos lavappuja ei vaihdeta materiaalien kesken eikä uudelleen paikoitusta niiden osalta tehdä.

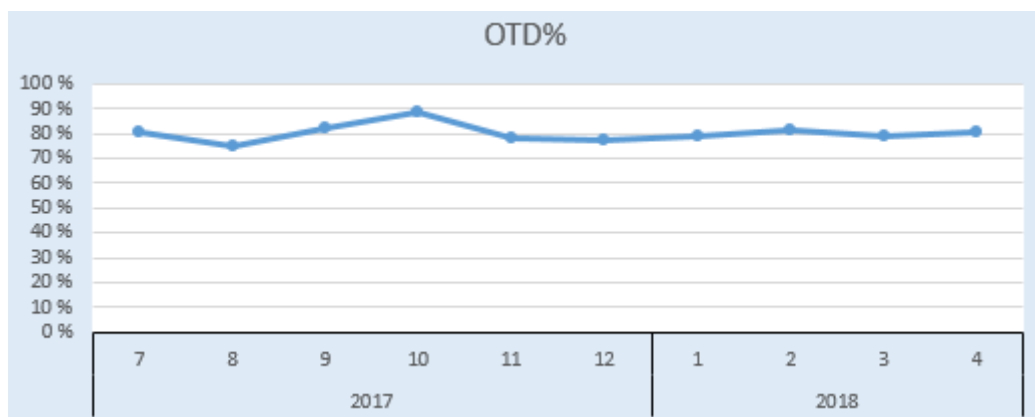
Joskus kotiinkutsut tehdään tuotannon kannalta liian aikaisin, mikä johtaa osien liian aikaiseen saapumiseen tehtaalte, jolloin niitä joudutaan varastoimaan tuotantotilan lattialla. Tähän voi johtaa poikkeavista tilanteista johtuvat aikataulumuutokset, joita voi aiheuttaa esimerkiksi tuotannossa havaittu viallinen komponentti, joka täytyy korjata ennen käyttöä. Tällöin yleensä lainataan saman projektin toiselta positiolta vastaava komponentti, josta tehdään uusi kotiinkutsu. Lainauksesta tulisi aina tehdä poikkeama, mutta sitä ei aina tehdä, jonka vuoksi ongelma siirtyy eteenpäin ilman että siitä ollaan tietoisia projektin kokonaistasolla. Sekaannusta voi aiheuttaa epä tietoisuus lainauksista, kun projektin jollekin positiolle ei löydy enää sille kuuluvaa komponenttia, mikä johtaa edelleen uuteen lainaukseen.

#### 4.4 Yhteenveto työn havainnoista

Nykytilan tarkastelulla ja siitä selvinneistä havainnoista voidaan todeta, että tilaus-toimitusketjun toimintaan vaikuttaa moni asia, eikä yhden korjaamisella saada toimivaa ketjua, vaan ainoastaan paikataan häiriötä väliaikaisesti. Juurisyyt ulottuvat pitkälle ketjun alkupäähän, josta niiden vaikutukset jatkavat matkaansa koko ketjun läpäisevinä. Tarkasteltujen prosessien toiminta ja niissä ilmenneiden haasteiden muodostuminen voi-

daan nähdä toimintatapoina, jotka ovat aikojen saatossa muodostuneet oikeiksi toimintatavoiksi, vaikka niin ei olisi tarkoituksenmukaisinta ketjun toiminnan kannalta. Jokaisessa prosessissa voidaan nähdä turhia työvaiheita, joiden poistaminen ei kuitenkaan tule poistamaan tilaus-toimitusketjussa ilmenneiden ongelmien juurisyytä.

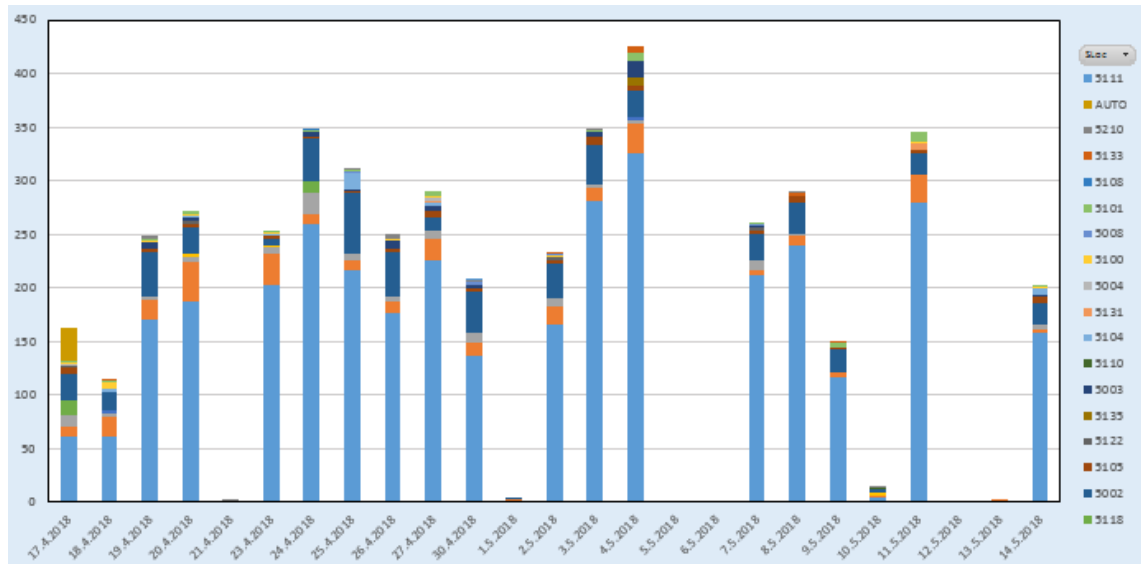
Nykytilan pohjalta voidaan todeta, että tilaus-toimitusketjun toiminta ei tällä hetkellä ole tehokkainta, ja havaintojen avulla häiriöihin voidaan vaikuttaa korjaavasti ja näin edistää tilaus-toimitusketjun virtausta. Tilaus-toimitusketjun kannalta oleelliset resurssit on laskettu niin, että niitä on riittävästi, mutta poikkeustilanteessa nykyisten resurssien avulla toimiminen tuottaa haasteita. Jotta saldot pysyvät oikeina, on inventointi suoritettava vähintään kerran vuodessa jokaiselle nimikkeelle. Tämä tarkoittaa kuitenkin sitä, että viidestä varastotyöntekijästä yksi on inventoimassa eli pois muista toiminnoista varastolla. Tämä yhdessä muiden poikkeustilanteiden, kuten sairastapausten, aiheuttaa resurssien liiallisen kuormituksen, joka johtaa edelleen myöhästyneisiin toimituksiin ja keräilyvirheisiin. Toimitusprosentin tulisi olla 90 %, mutta tämän hetkinen tilanne on noin 80 prosenttia. Kuvassa 19 on kuvaaja, jossa näkyy kotiinkutsumittarin ajallaan toimitusprosentin nykyinen tilanne, OTD %.



Kuva 19. Toimitusvarmuuden mittari.

Havaintojen perusteella ostojen tulisi tapahtua oikein, jolla estettäisiin pullonkaulojen muodostumiset Juvanmalmin varastolla, ja jolla edelleen tasattaisiin keräilyä ja vastaanoton kuormitusta. Projektikohtaisia ostoja tulisi vähentää ja sen sijaan suosia varastonimikkeiden ostamista kaikelle mille se on mahdollista. Tällä vähennetään inventoitavien nimikkeiden määrää ja alennetaan kustannuksia suurempien ja optimoidumpien erien ansiosta. Toimituspäivät tulisi tasata koko viikolle niin, että loppuviikkona ei olisikaan

suurin rivimäärä vastaanotettavia, vaan ne jakaantuivat tasaisesti viikon jokaiselle arkipäivälle. Nykyisin perjantai on viikon kiireisin päivä kaikessa toiminnassa varastolla ja havaintojen perusteella siihen on mahdollista vaikuttaa. Kuvassa 20 nähdään vastaanotettavien rivimäärien epätasaisuus päivätasolla, korkeimpien pylväiden ollessa aina loppuviikossa.



Kuva 20. Vastaanotettavien rivien rivimäärän kuormitus päivätasolla.

Kuvassa 21 on kirjattu tilaus-toimitusketjun haasteet kootusti samaan kuvaan, joka parantaa ketjussa ilmenevien haasteiden ymmärtämistä kokonaistasolla. Suunnitteluun liittyviä haasteita ovat muun muassa tuotteen rakenteelliset puutteet ja rakennevaiheiden kuittaamisesta aiheutuvat toiminnot, jotka näkyvät häiriöinä ketjun myöhemmissä vaiheissa. Erilaiset aikataulumuutokset vaikeuttavat suunnittelun työtehtäviä ja niiden ajantasaisuutta. Turhat projektiostot tulisi minimoida sellaisten materiaalien osalta, joiden ei olisi välttämätöntä olla projektikohtaisia. Materiaaleja, jotka eivät ole korvamerkittyjä tietyille projekteille, voidaan ostaa varastomateriaalina suuremmissa erissä, jolloin ne vievät vähemmän tilaa varastossa ja niiden keräily on yksinkertaisempaa. Tällöin myös kustannukset ovat matalampia.

Tämän jälkeen käsitellään suoranaisesti ostossa aiheutuvia haasteita, joita ovat myöhässä olevat toimitukset, vastaanottamattomat tilaukset ja niiden seuranta, materiaalien puutteellinen laatu, joka johtaa reklamointiin ja viivästyksiin sekä toimitusten oikeellinen yhdistely. Myöhässä olevat toimitukset aiheuttavat pahimmassa tapauksessa tuotannon



aloitusajankohdan viivästyistä, joka vaikuttaa edelleen valmiin tuotteen luovutusajan-kohtaan. Tämän hetkinen tuoterakenne ei tue ostotoimintaa riittävällä tasolla, mikä aiheuttaa eri tuotantovaiheiden materiaalien yhdistämistä samoihin tilauksiin ja edelleen toimituksiin alihankkijalta. Tämä aiheuttaa lisätyötä varastolla, jossa materiaaleja kerätään vaiheita vastaaviksi kotiinkutsujen impulsoimina.

Toimitukset vastaanotetaan varaston vastaanotossa, jossa suurinta häiriötä tuottaa materiaalien puutteelliset dokumentit. Ilman materiaalin lähetettä vastaanottoa ei voida suorittaa ja ilman toimittajan kunnollisia materiaalimerkintöjä materiaaleja ei voida tunnistaa. Järjestelmän väärin tietojen päivittäminen oikeiksi ostajan toimesta on usein nopeaa, mutta se vie silti turhaa aikaa vastaanotto toiminnalta. Varastosijainnin puuttuessa vastaanottoa ei yleensä voida suorittaa, sillä tällöin järjestelmä ei tulosta materiaalille tunnistelappua, jolla sen sijainti saadaan järjestelmään.

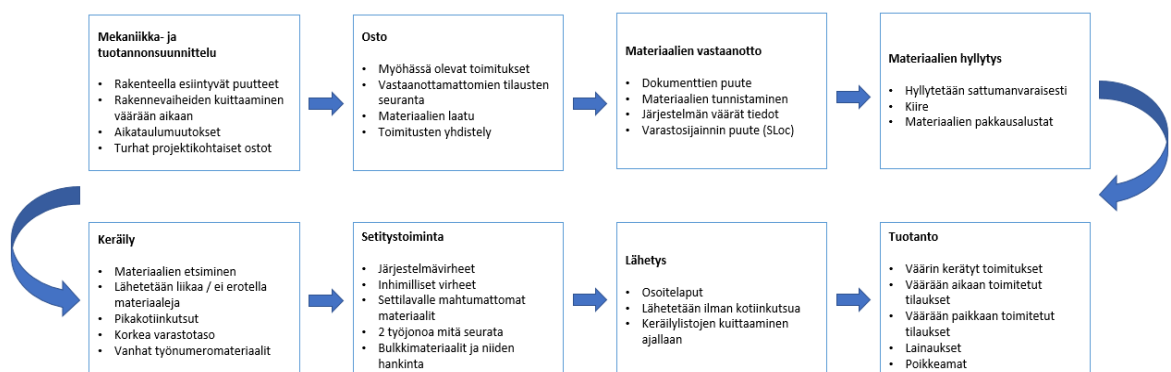
Vastaanoton jälkeen materiaalit ovat hyllytysvalmiita. Hyllytykseen liittyviä haasteita ovat kiireen aiheuttama sattumanvarainen hyllyttäminen ja standardoimattomat kuljetusalustat. Keräily on ensisijainen varastotoiminto, mikä tarkoittaa, että hyllytys jää toissijaiseksi ja näin ollen sitä tehdään, kun sille on aikaa keräilyn lomassa tai jälkeen. Materiaalia tulee varastolle päivän aikana jatkuvasti lisää ja mikäli hyllytystä ei tehdä samaan tahtiin kuin vastaanottoa, ne tukkivat vastaanottoalueen ja kuormitus kasvaa. Kaikki toimittajat eivät pakkaa varastolle tulevia materiaaleja sovituille standardeille kuljetusalustoille, vaan ne tulevat erinäisillä kuljetusalustoilla, joiden siirtely ja hyllyttäminen on haastavampaa.

Kotiinkutsujen keräily eli tuotantoon toimitettavien materiaalien kerääminen on ensisijainen toiminto varastolla ja siksi sen on toimittava tehokkaasti. Näin ei kuitenkaan aina tapahdu, sillä ajoittain on tilanteita, jolloin kerättävää materiaalia ei löydy varastosta etsinnöistä huolimatta. Keräilyyn tuo haasteita myös materiaalien tunnistaminen, jota ei aina voida tai osata tehdä, jonka johdosta kerätään enemmän materiaaleja kuin oli pyydetty. Pikakotiinkutsut ja korkea varastotaso vaikeuttavat myös keräilytoimintaa, sillä tällöin keräämiseen ei ole tarpeeksi aikaa, tai siihen menee tavallista enemmän aikaa. Korkeaan varastotasoon vaikuttavat myös vanhojen projektien materiaalit, jotka vievät tilaa ja aiheuttavat sekaannusta nykyisten projektien materiaalien keräilyssä.

Setitystoiminnan haasteet ovat pääosin järjestelmän aiheuttamia, joista johtuvat myös niissä aiheutuvat inhimilliset virheet. Kahden työjonon seuraaminen tuo haasteita, etenkin toisen ollessa loppukokoonpanon alaisuudessa Juvanmalmin varaston sijaan. Osakokoonpanoihin tarvittavien bulkkimateriaalien hankinta on jossain määrin epäselvä ja sen voidaan todeta tuovan lisähaasteita. Bulkkimateriaalien kulutus on tasaista, joten niiden tulisi olla hyllypalvelun piirissä, jolloin niiden varastosaldoista huolehtisi ulkopuolinen yritys.

Lähetysten toimittamisen tueksi on otettu käyttöön värilliset ovilaput, joiden tulisi ohjeistaa toimitusten määränpäättä. Niiden kiinnittämisen materiaaleihin nähdään olevan tärkeä toiminto oikeaan paikkaan toimittamisen kannalta, mutta silti on tilanteita, jolloin materiaali on purettu väärään paikkaan tehtaalla. Tähän voi johtaa värillisen ovilapun puuttumisen ohella myös ilman kotiinkutsua lähetetty materiaali, sillä tällöin siitä puuttuu kotiinkutsulappu, eikä sen määränpää välttämättä ole tiedossa lastaajalla tai purkajalla. Lähetystoimintaan kuuluu lastauksen jälkeen lähteneiden materiaalien kuittaaminen, ja jos sitä ei tehdä ajallaan, tapahtuu mittarivääritystä toimitusvarmuuden suhteen.

Tuotannon kannalta haasteita tuovat toimitukset, jotka ovat väärin kerättyjä, väärään aikaan tai väärään paikkaan toimitettuja. Myös projektien materiaalien lainauksista, joista ei tehdä poikkeamia, aiheutuu väärinkäsityksiä ja haasteita, joihin kuluu turhaa aikaa ketjun monelta eri osapuolelta.



Kuva 21. Tilaus-toimitusketjun haasteet eri prosesseissa.

## 5 Työn tulosten arviointi

### 5.1 Tuotannon vaiheistus

Tuotannon toimintaan osallistuvien työntekijöiden ja toimihenkilöiden haastattelujen ja nykytilan pohjalta generaattorin tuotanto voidaan jakaa viiteen kriittisimpään ja työllistävimpään vaiheeseen tuotannon kannalta, jolloin suoritetaan komponenttien välimaalaus, kokoonpanosetin kotiinkutsuminen ja sen osien asennus, kaiken muun loppukokoonpanoon kuuluvan kotiinkutsuminen ja niiden asentaminen, koneen koekentällä käyttö sekä pakkaaminen, jonka yhteyteen tarvitaan pakkaussetti. Rakenteellisesti loppukokoonpano on yksi osa eli tuotannon vaihe, joka jakaantuu roottorin ja staattorin loppukokoonpanoihin, sekä koko koneen loppukokoonpanoon. Pakkaussetti on omana vaiheenaan nykyisellä rakenteella, mutta siihen kuuluva kuljetuslukitus on aina omalla kuljetusalustalla, sillä se ei mahdu muiden pakkaussettiin kuuluvien komponenttien kanssa samalle lavalle. Tällöin pakkaussettejä on ikään kuin kaksi kappaletta yhdelle projektin positiolle, molemmilla ollen omat tunnistelappunsa. On myös havaittu, että materiaaleista koostuvaa pakkaussettiä ja kuljetuslukitusta tarvitaan usein eri aikaan, mikä tarkoittaa, että niiden kotiinkutsuminen samanaikaisesti ei välttämättä ole aina tarpeellista.

Kuvassa 22 esitetään nykyinen BOM ja kuinka se on jaoteltu päävaiheittain. Ensimmäisenä suoritetaan generaattorin rungon ja siihen vaiheeseen kuuluvien komponenttien asentaminen, tämän jälkeen asennetaan kuluvat osat, joita asiakkaan on mahdollista vaihtaa tulevaisuudessa. Tämän jälkeen rakenteella on loppukokoonpanovaihe, joka jakaantuu roottorin ja staattorin loppukokoonpanoihin, sähköliitäntöihin, laakerien asentamiseen, päällysosien asentamiseen sekä koko koneen loppukokoonpanoon ja siihen tarvittaviin materiaaleihin. Tämän jälkeen rakenteen mukaan tarvitaan pakkaussetti ja siihen kuuluvat materiaalit, sitten asiakaskohtaiset osat, koneen mukana tulevat dokumentit ja viimeisenä suoritetaan rakenteellakin oleva loppumaalaus ja koneen pakkaaminen.

Generaattorin BOM
Rungon asennus
Korvattavat osat
Loppukokoonpano (Roottori+Staattori)
Pakkaussetti
Asiakasosien asentaminen
Dokumentit (mm. piirrustuksia ja käyttöopas)
Loppumaalaus ja pakkaaminen

Kuva 22. Generaattorin BOM:in päävaiheet.

Uutta vaiheistusta pohditaan työhön valitun generaattorin Juvanmalmin varastolle saapuvien materiaalien pohjalta. Settejä pyritään muodostamaan samaan vaiheeseen tarvittavien ja alle 20 kiloa painavien materiaalien osalta. Yli 20 kiloa painavat materiaalit pidetään erillisinä osina rakenteella. Loppukokoonpanon työnjohtajia haastatteleamalla loppukokoonpanon tuotannon osuus saatiin jaettua kolmeen vaiheeseen, joista ensimmäinen sisältäisi nykyisen kokoonpanosetin lisäksi kaksi tai kolme komponenttia riippuen sisältyykö koneeseen pääliitäntäkotelo. Toinen loppukokoonpanon vaihe sisältäisi generaattorin laakerointikomponentit eli N- ja D-pään laakerit. Kolmanteen vaiheeseen jäisi tällöin kaikki loput komponentit, joista lavalle mahtuvista muodostuisi setti tai useampi, ja erillisinä kokonaisuuksina olisivat kaikki lavalle mahtumattomat, mutta silti tähän vaiheeseen kuuluvat komponentit. Nykyinen rakenteella oleva pakkaussetti jaettaisiin settiin ja kuljetuslukituksen ohella muutamaan muuhun yli 20 kiloa painavaan komponenttiin, jolloin niiden kotiinkutsuminen, kerääminen ja lähettäminen olisivat selkeämpiä. Muissa rakenteella olevissa osissa vaiheistus saatiin toteutettua suurien komponenttien eli kaikki yli 20 kiloa painavat osalta sekä setitykseen menevien materiaalien listana eli niiden suhteen setitysjakoja ei tehty vielä muun kuin painon suhteen.

## 5.2 Toteutusehdotus

Jotta tuotannon vaiheistus tarkempiin työvaiheisiin olisi mahdollista käytännössä, on generaattorin BOM:in rakennetta muokattava järjestelmän tasolla uusia vaihejakoja vastaavaksi. Rakenteen nykyisten osien alle on muokattava uudet pienemmät osakokonaisuudet, joilla jokaisella on oma nimikekoodinsa tunnistuksen ja seuraamisen selkeyttämiseksi. Settien, joissa on yhdistelty usean toimittajan materiaaleja, on oltava omat kokonaisuutensa rakenteella, mutta niin tulee olla myös settiin mahtumattomien materiaalien osalta. Kuvassa 23 esitetään uusi vaiheistusehdotus. Ehdotelmassa BOM:in osat on jaoteltu vastaavanlaisesti, kuin nykyisellä rakenteella, mutta ne jakaantuvat pienempiin kokonaisuuksiin, setitykseen meneviin materiaaleihin ja suuriin komponentteihin. Ylin rivi kuvan sarakkeissa kertoo rakennevaiheen ylätasoa, seuraavat sarakkeet vastaavat työkorttien mukaisia tuotannon vaiheita ja osissa on kerrottu suuret komponentit sekä setitykseen menevien materiaalien kappalemäärä. Setityksen suhteen ei tehty erikseen jaottelua, vaan materiaalit on otettu setityksen piiriin niiden kilomääräisen painon ohjeistamana, jotka löytyivät järjestelmästä.

Herätinkone, roottori	Roottori	Muuntaja-alusta	Herätinkone, staattori
1 Herätinkone/roottori	1 Asennus	1 Asentaminen	1 Herätinkone/staattori
Osat:	2 Kyllästys	Osat:	Osat:
herätinkone roottori	3 Loppukokoonpano	kokoonpano/base x 2	herätinkone staattori
	4 Maalaus	kiinnitysalusta x 2	
	Osat:	adapterialusta	
	roottorikeskus	dif. muuntaja	
	tuuletin D-pää	jännitemuuntaja	
	tuuletin N-pää	setitys: (12)	
	setitys: (7)		

Staattori	Loppukokoonpano	Pakkaus	Viimeistely
1 Staattorin hitsaus	1 kokoonpanosetti	Pakkaussetti	Asiakasosat
2 Staattorin maalaus	2 laakerointiosat(N- ja D-pää)	Osat:	Dokumentit
Osat:	Osat:	kuljetuslukitus	Loppumaalaus
ilmanohjain D-pää	laakeri N-pää	rox-kehys	
ilmanohjain N-pää	laakeri D-pää	tarpaulin	
rungon peitelevy	3 kaikki loput materiaalit	setitys: (15)	
setti: (3)	Osat:		
	yläsuojus		
	päätysuoja		
	päätysuoja oikea alaosa		
	päätysuoja vasen alaosa		
	setitys: (47)		

Kuva 23. Uuden BOM:in ehdotus

Uusien vaiheiden settilavoja kerättäisiin nykyisien tavoin hyllyyn valmiiksi odottamaan tuotannon tarvetilasta. Settityöjonon seuraaminen ja settien keräilylistojen tulostus kuuluisi nykyisen mallin mukaisesti edelleen ABB Oy:n omien työntekijöiden työnkuvaan, mutta niiden keräily suoritettaisiin ulkoistetun varastotyöntekijän toimesta. Keräilyn sijasta asennustaustan omaavien ABB Oy:n työntekijöiden työnkuvaan kuuluisi työjonon seuraamisen ja keräilylistojen tulostuksen lisäksi osakokoonpanojen ja koteloiden kalustuksen puskurivaraston ylläpitäminen niin, että niitä on aina hyllyssä settien keräilyä varten. Tällöin heidän osaamistaan hyödynnetään sellaiseen, mihin heidän koulutustaus-tansa on heitä valmistanut.

Settien muiden materiaalien keräily ei poikkea muusta keräilystä, jonka vuoksi sen voi hyvin ulkoistaa kokonaan kuuluvaksi nykyiselle ulkoistetulle toimijalle. Kotiinkutsujen keräys, johon valmiiksi kerätyt setit, sekä yhden komponentin kokonaisuudet kuuluvat, suoritetaan nykyisen mukaisesti ulkoistetun toimijan toimesta. Kotiinkutsun ilmestyessä kotiinkutsujen työjonoon se tulostetaan ja kerätään täydellisenä JIT-periaatteen mukaisesti ulkoistetun toimijan suorittamana. Materiaalien keräilyt suoritetaan vastaanoton mukaisien lavalappujen mukaan niin, että kerätään juuri se mitä on pyydetty, ja juuri sille työlle kuuluva materiaali mikä keräilylistassa on mainittu.

Kotiinkutsuttujen materiaalien lähetyksen hoitaa edelleen nykyisen mallin mukaisesti ulkoistettu toimija, joka merkitsee lähtevät materiaalit ovilapuilla, sekä kotiinkutsulapuilla, ja lastaa ne siihen autoon, mihin ne ovat kotiinkutsun mukaan pyydetty. Tästä poikkeavista tapahtumista informoidaan heti trukkikoordinaattoria, joka informoi tiedon edelleen kotiinkutsun tehneelle työnjohtajalle. Tällöin tehtaalla osataan valmistautua siihen, että materiaali ei tulekaan sillä kuljetuksella kuin oli tarkoitus, eikä sitä tällöin odoteta saapuvaksi kyseisellä kuljetuksella.

Nykyisellä henkilöstömäärällä ja työtehtävien jaolla uusien settien ja osakokoonpanojen ylläpitäminen ei onnistu. Kuten nykytilan tarkastelussa selvisi, Tahtikoneiden settikeräilystä vastaa tällä hetkellä yksi ABB Oy:n työntekijä, ja kotiinkutsujen keräilyistä taas kolme ulkoistetun toimijan varastotyöntekijää. Osakokoonpanopuskurin, settityöjonon seuraamisen ja settikeräilylistojen tulostuksen jäädessä yhdelle ABB Oy:n työntekijälle, settilavojen keräilyyn tulisi palkata uusi keräilijä, joka vastaisi vain settilavojen keräilystä. Tällöin muut varastotehtävät olisivat edelleen samoilla tekijöillä, joiden keräilytehtävien settilavojen myötä vähentyessä jää aikaa keskittyä tehokkaaseen hyllytysprosessiin ja purkamiseen sekä kotiinkutsujen keräilyyn. Kotiinkutsujen ajallaan toimituksen tehostamiseksi niin sanottuun iltavuoroon eli klo 17 päättyvään työvuoroon tulisi myös saada kokoaikaisesti kaksi työntekijää. Tämä mahdollistaisi leanin mukaisen toimituksen kaikille tuotannon tilauksille sekä ongelmien ilmetessä yhden ratkaisijan sijasta kaksi.

Varastonohjauksen tehostamiseksi varaston hyllyistä ja muusta säilytystilasta tehdään hyllykartta, joka ohjeistaa missä mitäkin materiaalia tulee säilyttää. Materiaaleille luodaan kartalla vakioituja varastopaikkoja, jolloin varastopaikkojen tunnistaminen ei ole enää pelkästään visuaalisella pohjalla. Lattiavaraston materiaalit tulee hyllyttää jonoina niin, että yhdessä jonossa on aina vain yhtä materiaalia. Varastonimikkeen omaavat materiaalit käydään ABC-analyysin avulla läpi ja varastoidaan niin, että C-luokan materiaalit säilytetään ylempänä kuin A-luokan materiaalit, joissa kierto on nopeampaa. Pientavara-hyllystä kerätään pois kaikki vanhojen projektien materiaalit, jotka hyllytetään uudelleen lavoina kuormalavahyllyn ylätasolle. Tällöin niitä voidaan tarpeen vaatiessa hyödyntää tulevaisuuden projekteihin, mutta ne eivät enää vie tilaa tämän hetkisten projektien materiaaleilta ja hidasta näin hyllytystä ja keräilyä. Varaston hyllyistä varataan tilaa settilavoille niin, että ne kaikki ovat varastoituina lähellä toisiaan. Varastolle hankitaan lavakärryt, joiden avulla voidaan lähettää settilavoja tuotantoon niin, että ne vievät mahdollisimman vähän tilaa kuljetusajoneuvosta ja vastaavat sisällöllään vaiheen materiaaleja kokonaisuudessaan. Tällöin ne vievät myös vähemmän tilaa tuotantotilassa, ja niiden

siirtely tuotannossa on helppoa. Lavakärryyn merkitään, mille työnumerolle materiaalit on tilattu, jolloin estetään tuotannossa tapahtuva lainailu työnumeroiden välillä. Setit kerätään täydellisinä keräilylistojen mukaan, jolloin ylimääräiseksi jääviltä osilta vältytään, kuin myös mahdollisilta materiaalipuutteilta.

Toteutuksen toimivuuden kannalta kaikesta poikkeavasta tapahtumasta tilaus-toimitusketjun aikana tulisi tehdä poikkeama, joka mahdollistaa ongelman korjaamisen tulevaisuutta varten. Tällöin siihen voidaan ja osataan reagoida parhaalla mahdollisella tavalla ja aikataululla, eikä häiriö pääse etenemään seuraavaan vaiheeseen. Kaikesta toiminnasta, etenkin Juvanmalmin varastolla, tulee tehdä toimintaohjeet, joilla toiminnasta saadaan standardoitua, eikä osaaminen ole muistin varassa toimimista. Standardoiduilla toimintamalleilla kuka vain voi korvata toisen väliaikaisesti, kuten lomakausien aikana, ja jokaiselle on selvää, kuinka tulee toimia oikeaoppisesti niin, että työt sujuvat mahdollisimman tehokkaasti ja häiriöttä.

Vaiheistuksen toteutukseen tulisi sisältyä myös käytössä olevan ERP-järjestelmän muuttaminen kaikkea toimintaa tukevaksi. Työnjohtajien toiminnan helpottamiseksi heidän työjonoonsa tulisi saada näkyviin materiaalien tila niin, että voidaan helposti tarkastella, onko materiaali saapunut varastoon, eli vastaanotettu, onko setti kerätty ja kotiinkutsuttavissa, ja onko materiaali kotiinkutsuttavissa, tai kun kotiinkutsu on suoritettu. Järjestelmän tulisi estää materiaalien osatilaukset niin, että ne katoavat osatoimitusten jälkeen työjonosta, sillä osatoimituksesta jääneiden materiaalien kotiinkutsuminen tehtaalte on tällöin vain työnjohtajan muistin varassa. Settityöjonosta tulisi tulostaa vain ne keräilylistat, joiden kaikki materiaalit ovat saapuneet varastoon. Tällöin niitä ei lähetetä vajaina tuotantoon ja kaikki materiaalit nousevat keräilylistalle kerättäviksi. Settilavat tulisi ottaa vajaina keräykseen vain työnjohtajan erikoispyynnöstä, jolloin puutteellinen settilavan sisältö on tiedossa tuotannossa.

Järjestelmässä olevien mittayksiköiden tulisi myös vastata materiaalia niin, että kappaletavarana kerättävä materiaali on myös järjestelmässä ja edelleen tulostetulla keräilylistalla kappaletavarana, eikä esimerkiksi metreinä. Mikäli kerättäväksi tulee keräilylistassa väärin kerättävä mittayksikkö, tulee asiasta informoida trukkikoordinaattorille, joka edelleen informoi asiasta eteenpäin. Tällöin järjestelmän virheestä ollaan tietoisia, ja siihen voidaan vaikuttaa korjaavasti. Jokaisen materiaalin paino tulisi olla näkyvissä selkeänä sarakkeena, jolloin vältyttäisiin vahingossa settiin nostamiselta, ja osattaisiin vi-

suaalisesti todeta, kun materiaali on liian painava nostettavaksi settikeräilylistalle. Tapauksessa, jossa materiaalin tulisi olla painonsa puolesta oma kokonaisuutensa, järjestelmän tulisi pyytää automaattisesti oman kokonaisuuden muodostamista. Tämä yksinkertaistaisi setitystoimintaa ja vähentäisi inhimillisiä virheitä.

### 5.3 Hyödyt

Tuotannon vaiheistus pienempiin kokonaisuuksiin tuo hyötyjä monelle eri toimijalle tilaus-toimitusketjussa. Rakenteen muuttaminen vaiheistusta tukevaksi tukee edelleen ostajaa, joka selkeän vaiheistuksen avulla osaa ryhmitellä ja tilata materiaalit vaiheittain jo ostohetkellä. Materiaalit on mahdollista ryhmitellä saman tilausnumeron alle, jolloin ne todennäköisesti myös pakataan samaan tilaukseen alihankkijan toimesta. Tällöin vaiheittain setitys voi alkaa jo alihankkijan varastolla ja toiminnan edetessä voidaan miettiä tietyille vaiheelle tulevien materiaalien tilausta samalta alihankkijalta. Materiaalien vaiheistuksella jo ostohetkellä helpotetaan myös niiden vastaanottamista. Saman vaiheen materiaalien ollessa jo toimittajalta lähtöisin samalle lavalle pakattuina niiden erottelua vastaanottajan tai keräilyjän toimesta ei tarvita. Vastaanottaminen on nopeampaa myös yhden tilausnumeron ansiosta, jolloin kaikki sen alla olevat positiot voidaan ottaa vastaan kerralla. Vaiheiden perusteella ostetut materiaalit ovat myös helpommin kerättävissä oikein, sillä samalla lavalla ei ole kuin yhden vaiheen materiaalia. Visuaalisen tunnistamisen tarve vähenee, jolloin keräilyn laatu paranee.

Settikeräilyjen ja uuden pelkästään settilavoja keräävän työntekijän ansiosta muihin varastotoimiin jää enemmän aikaa. Kun materiaaleja kerätään pienempiin settikokonaisuuksiin hyllyyn valmiiksi, kotiinkutsujen rivimääräinen kerääminen vähenee, jonka johdosta materiaalin oikea-aikaisen keräilyn ja lähettämisen tulisi tehostua. Keräilyn vielessä vähemmän aikaa työajasta, voidaan keskittyä materiaalien optimoituihin varastopaikkoihin. Voidaan myös kehittää toimia ja toimintaympäristöä niin, että se tukee varastotoimintoja parhaalla mahdollisella tavalla. Toimintaohjeiden avulla toiminnasta saadaan standardoitua, mikä luo työlle jatkumon.

Rakennemuutos vaiheineen yksinkertaistaa kotiinkutsuja. Yhden nimikkeen alla oleva settilava pienentää kotiinkutsuttavien materiaalien rivimäärää, ja vaiheet helpottavat kotiinkutsujen tilaus järjestystä. Vaiheiden avulla se on selkeä ja sitä selkeyttää edelleen myös visuaalisesti paranneltu järjestelmä, jossa eri toiminnot ovat helposti nähtävissä samassa ruudussa.



#### 5.4 Yhteenveto työn tuloksista

Tuotannon vaiheistaminen työvaiheiden mukaisesti selkeyttää ja tukee tilaus-toimitusketjun kaikkia toimintoja. Rakennevaiheiden jaottelu muodostuu tuotannon eri työvaiheiden järjestyksistä ja niissä tarvittavien komponenttikokonaisuuksien tarpeista. Uusi BOM:in vaiheistusjako pyrkii tasaamaan kuormitusta ja parantamaan tilaus-toimitusketjun virtausta ja samalla sen läpimenoaikaa. Työn tutkimuksen avulla saatiin aikaiseksi vaiheistus, joka jakaa materiaaleja pienemmiksi kokonaisuuksiksi tehostaen materiaalien oikeellista toimitusta tuotantoon oikea-aikaisesti. Tulevaisuudessa vaihejakoja voidaan pohtia uudelleen niin, että vaiheet on jaoteltu ajallisesti toisiaan vastaaviksi, jolloin voitaisiin ajatella linjamaisen tuotannon toteuttamista generaattoreiden osalta.

Tuotannon vaiheistuksen toteuttamisen kriittisin piste on tuoterakenteen muokkaaminen. Sen avulla tuotannon vaiheistus tukee kaikkia toimintoja tilaus-toimitusketjussa, mikä mahdollistaa muun muassa oikein ostamisen, oikein vastaanottamisen ja merkitsemisen ja oikein keräämisen, jotka edelleen johtavat juuri oikeanlaatuisiin toimituksiin juuri oikea-aikaisesti. Vaiheiden myötä täsmätoimitussettien keräilytarve kasvaa, mikä vaikuttaa resurssitarpeen kasvuun. Uuden kerääjän kerätessä settilavoja valmiiksi hyllyyn tasataan kotiinkutsujen keräilyjä ja varastonohjaukseen panostettaessa keräily voidaan suorittaa tehokkaammin. Poikkeamien tekeminen ja järjestelmän kehittäminen visuaalisemmaksi ja enemmän toimintaa tukevaksi parantavat tilaus-toimitusketjun virtausta projektin aikana ja uusia projekteja varten.

## 6 Yhteenveto

Työn tavoite oli vaiheistaa erään Tahtikoneiden generaattorin tuotanto niin, että jokaiselle tuotannon vaiheelle on rakenteella oma vakioitu komponenttisesti tai kokonaisuus. Vaiheistuksen avulla materiaalit voidaan ostaa vaiheiden mukaan, jolloin niiden kerääminen on helpompaa ja jolloin edelleen mahdollistetaan tuotannon eteneminen suunnitellusti ja aikataulun mukaan. Työn nykytilan tarkastelulla tilaus-toimitusketjusta pyrittiin havainnoimaan toiminnot, jotka hidastavat ja aiheuttavat haasteita ketjun kulkuun ja edelleen tuotannon läpimenoaikaan. Tilaustoimitusketjua pyritään työn avulla kehittämään kokonaisuutena, kehittämällä erityisesti ostoa ja logistiikkaa uuden vaiherakenteen avulla.

Työn tutkimusosuus pohjautuu tilaus-toimitusketjussa työskentelevien henkilöiden haastatteluihin sekä työn tekijän omakohtaiseen työkokemukseen ABB Oy:llä. Työn teoriaosuuteen valittiin yleisellä tasolla tietoa lean-ajattelusta ja sen työkaluista, hankinnasta, varastoinnista ja sen eri toiminnoista, materiaalien toimituksesta sekä tilaus-toimitusketjun toiminnasta ja niiden koettiin liittyvän olennaisesti työn aihealueeseen ja sen tutkimuskysymykseen. Työn rajaus tarkentui työn edetessä alkavaksi mekaniikkasuunnittelusta ja päättyen tuotannon viimeiseen vaiheeseen. Tämän lisäksi työhön otettiin mukaan myös poikkeamat, joka on ABB Oy:llä käytössä oleva laatutyökalu.

Työn nykytilan pohjalta havainnoitiin, että tilaus-toimitusketjun haasteiden ja niiden juurisyiden muodostumiseen vaikuttaa moni asia ja ilman juurisyiden korjaamista ketjun toiminta ei tule olemaan virtaava. Tilaus-toimitusketjun prosesseista ja edelleen prosessien aliprosesseista voidaan todeta, että useassa kohtaa oikeaoppinen toimintamalli puuttuu tai sitä ei noudateta täydellisesti, joka johtaa prosessin seuraavan vaiheen haasteeseen. Toiminnot tulisi tehdä kerralla oikein ja vian ilmetessä korjata se heti eikä myöhemmin. Toimintojen standardointi toisi työlle jatkuvan parantamisen kulttuurin sekä työn jatkumon.

Työn tuloksena saatiin kuvaus generaattorin tilaus-toimitusketjun prosesseista ja niissä ilmenevistä haasteista, joiden pohjalta muodostettiin myös ketjun kokonaiskuva karkeammalla tasolla. Nykytilan ja haastattelujen pohjalta saatiin muodostettua uusi vaiheistus BOM:lle, jonka nähdään kehittävän ostoa ja logistiikkaa sekä niiden ohella ennen kaikkea tuotannon toimia.

Työn tulosten nähdään olevan merkittäviä sen asiakkaalle tilaus-toimitusketjun haasteiden kuvaamisen sekä uuden vaihejaon kannalta, joiden nähdään antavan hyvän pohjan toimintojen muuttamiseen ja kehittämiseen. ABB Oy:llä on samaan aikaan tämän insinööriyön kanssa oma kehitysprojekti tuotannon vaiheistuksesta, johon tämän työn havaintojen nähdään olevan todella hyödyllisiä. Työn tekijän omakohtaiset kokemukset ketjun logistisesta toiminnasta ja sen haasteista tuovat esille asioita, joita ei ennen ole tuotu esille yhtä laajasti samanaikaisesti ABB Oy:llä.

Uusi BOM jako jakaa rakenteen nykyisten osien kanssa vastaaviin materiaalikokonaisuuksiin, mutta uudistetun vaihejaon myötä nykyiset osat jakaantuvat edelleen myös seiteiksi ja suuriksi komponenteiksi, joilla on omat nimikkeensä rakenteella. Uuden vaiheistuksen rinnalla työn tuloksissa esitetään myös toteutusehdotus resurssimuutoksista sekä

järjestelmän toimintojen kehittämisestä. Työn tulosten yhteyteen on kirjattu myös tuotannon vaiheistuksesta syntyviä hyötyjä, joiden nähdään kehittävän monia toimintoja tilaus-toimitusketjussa.

Jatkuvan parantamisen kulttuuri on vahvana ajatusmallina ABB:llä konsernitasolla kuin Suomessakin ja halu kehittää sekä parantaa toimintoja on vahva. Insinööriyön nähdään vauhdittavan uuden vaiheistuksen käyttöönottoa, vaikka sen myötä kustannukset aluksi nousisivatkin. Leanin mukaisesti muutoksien vaikutukset nähdään pitkän ajan filsofiana, jonka avulla yrityksen johto voi viedä yrityksen toiminnan seuraavalle tasolle ja jossa jokaisella toimintaan osallistuvalla on tavoitteenaan tuottaa asiakkaalle lisäarvoa.

#### Jatkotutkimushankkeet

Työn aikana syntyi muutamia jatkotutkimusta tarvitsevia hankkeita, joita työn tekijän mielestä tulisi kehittää ja tutkia, mutta jotka olivat työn rajauksen ulkopuolella tai muuten liian laajoja kokonaisuuksia ottaa työhön mukaan.

Suurimpana kehityshankkeena tunnistettiin toimintaohjeiden puute, joka tulisi korjata. Työn standardointi luo työlle jatkumon ja oikeat toimintatavat, ja sen puuttuminen aiheuttaa sekaannusta ja turhaa työtä. Toimintaohjeita on luotu tilaus-toimitusketjun prosesseista ennenkin, mutta osasta niitä ei ole luotu ollenkaan. Toimintaohje tulisi luoda ensisijaisesti pikatilauksista ja varastotoiminnoista, kuten hyllyttämisestä ja keräilystä, sillä niistä toimintaohje puuttuu vielä kokonaan. Toimintaohjeiden avulla saadaan muutettua väärät toimintamallit jälleen oikeiksi, sillä tällä hetkellä ne tuntuvat muuttuneen hyväksytyiksi tavoiksi osassa prosesseja.

Toinen tärkeä jatkotutkimushanke syntyi reklamaatioprosessista, jossa vialliset tuotteet lähetetään varastolta korjaukseen. Reklamaatioprosessi rajattiin tietoisesti työn rajauksen ulkopuolelle, mutta sen prosessin selvitys ja oikea toimintamalli vaativat selvitystä toimiakseen osana ketjua. Prosessinkuvaustarve syntyi myös logistiikan kokonaisprosessinkuvauksesta, sillä työn havaintojen pohjalta ongelmakohtia oli paljon, ja niiden selkeyttämiseksi logistiikan prosessinkuvaus olisi tarpeellinen.

Toiminnan tehostamiseen tarvittavia jatkotutkimushankkeita ilmeni myös ajoneuvojen purkuun ja lastaukseen liittyvien toimintojen standardoinnilla ja toimintasuunnitelman te-

kemisellä. Tulisi selvittää mihin aikaan lastaus tulee aloittaa jokaisen lastauksen yhteydessä, ja missä aikataulussa saapunut kuljetusajoneuvo puretaan ja jatkossa on purettava. Purkua odottavat ajoneuvot hidastavat seuraavan vaiheen eli vastaanoton toimintaa, ja synnyttävät näin hukkaa vastaanottajan odottaessa vastaanotettavia tavaroita. Vastaanottaja ei voi suorittaa vastaanottoa ennen purkua, eikä hyllytys onnistu ennen vastaanottoa. Tasainen purkaminen takaa seuraaville toiminnoille tasaisemman kuorman.

## Lähteet

ABB Oy, Motors and Generators. 2018. Verkkoaineisto. ABB Oy. <<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa/yksikot/motors-and-generators>>. Luettu 9.1.2018.

ABB Suomessa. 2018. Verkkoaineisto. ABB Oy. <<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa>>. Luettu 8.1.2018.

ABB-yhtymä. 2018. Verkkoaineisto. ABB Oy. <<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/yhtyma>>. Luettu 8.1.2018.

Historia. 2018. Verkkoaineisto. ABB Oy. <<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/historia>>. Luettu 8.1.2018.

Hokkanen, Simo & Virtanen, Seppo. 2012. Varastonhoitajan käsikirja. Kangasniemi: Sho Business Development Oy.

Jahnukainen, Lahti, Luhtala & Metalliteollisuuden Keskusliitto, MET. 1996. LOGIPRO, Tilausohjautuvien toimitusketjujen kehittäminen. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

JIT (Just-in-time) ja imuohjaus. 2018. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/jit-just-in-time-ja-imuohjaus/>>. Luettu 16.2.2018.

Lean-ajattelu. 2018. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/lean-ajattelu/>>. Luettu 16.2.2018.

Liker, Jeffrey K. & Meier, David. 2006. The Toyota Way Fieldbook. United States of America: The McGraw-Hill Companies, Inc.

Liker, Jeffrey K. 2006. Toyotan tapaan. Helsinki: Readme.fi Oy.

Our businesses. 2018. Verkkoaineisto. ABB. <<http://new.abb.com/about/our-businesses>>. Luettu 8.1.2018.

Sakki, Jouni. 1994. Logistinen materiaalin ohjaus. Espoo: MH-Konsultit Oy.

Synchronous motors, High performance in all applications. 2018. Verkkoaineisto. ABB. <<http://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK105576&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>>. Luettu 17.1.2018.

Tilauksesta kokoonpano (ATO). 2018. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tilauksen-kohdennuspiste-opp/tilauksesta-kokoonpano-ato/>>. Luettu 29.1.2018.

Varastotyypit ja -tekniikka. 2018. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastotyypit-ja-tekniikka/>>. Luettu 19.2.2018