

# TUOTANNON SUJUVUUDEN KEHITTÄMINEN

Case: Koskisen Oy, taloteollisuus

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Insinööri (AMK)  
Prosessi- ja materiaalitekniikka  
Puutekniikka  
Kevät 2019  
Juha Pynnönen

## Tiivistelmä

Tekijä(t) Pynnönen, Juha	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 45	Valmistumisaika Kevät 2019
Työn nimi <b>Tuotannon sujuvuuden kehittäminen</b> Case: Koskisen Oy, taloteollisuus		
Tutkinto Insinööri (AMK), prosessi- ja materiaalitekniikka		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa tuotannon sujuvuutta sekä lisätä työnkiertoa ja moniosaamista. Työ tehtiin toimeksiantona Koskisen Oy:n taloteollisuuteen. Opinnäytetyön tavoitteena oli myös parantaa työpisteiden toimintatapoja, jotta resurssit kohdentuisivat paremmin tuottavaan työhön.</p> <p>Opinnäytetyö on jaettu kahteen osaan, teoriaosuuteen sekä tuotannon sujuvuuden kehittämissuunnitelmiin. Työn teoriaosuudessa käsitellään Lean-ajattelutavan mukaista hukkan vähentämistä sekä moniosaamista. Tuotannon sujuvuuden parantamiseksi tutkittiin työpisteiden työtapoja ja -tiloja. Lisäksi laadittiin tutkimus työajan jakautumisesta työpisteillä.</p> <p>Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin kehitettyä parannusehdotuksia tuotannossa olevien ongelmien ratkaisemiseksi. Työajan jakautumisesta tehdyn tutkimuksen avulla pystytään kohdentamaan resurssit paremmin sekä saatiin tietoa välillisen ja välittömän työn osuuksista.</p> <p>Tuotantomäärät projektin aikana lähtivät kasvamaan. Positiivista kehitystä voidaan perustella lisääntyneellä työnkierrolla, sujuvuuden kehittymisellä sekä asennemuutoksella.</p>		
Asiasanat puutekniikka, Koskisen Oy, taloteollisuus, tuotannon sujuvuus, moniosaaminen		

## Abstract

Author(s) Pynnönen, Juha	Type of publication Bachelor's thesis	Published Spring 2019
	Number of pages 45	
Title of publication <b>Development of production flow</b> Case: Koskisen Oy, housing industry		
Name of Degree Bachelor of Materials Engineering		
Abstract <p>The purpose of this thesis was to improve the flow of production and to increase job rotation with and diverse knowhow. This project was commissioned by Koskisen Oy housing industry. The aim of the thesis was also to improve working methods at workstations, which will help to focus the resources on productive work.</p> <p>The thesis is composed of two parts, the theory part and the plans for increasing the flow of the production. The theory part of the project deals with Lean methods, which can decrease waste and increase diverse knowhow. The practical part of the thesis consists of analyzing the production flow, working methods and work areas.</p> <p>As a result of the thesis new, working methods and improvement suggestions were created to solve the problems in the production. The research gives information about the division of working time and it helps to focus the resources better. It also gives information about the share of direct and indirect work.</p> <p>During the project, the volume of production started to increase. This positive development can be explained by the development in the production flow, increased diverse knowhow and a change in the employees' attitudes.</p>		
Keywords wood technology, Koskisen Oy, housing industry, production flow, diverse knowhow		

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	1
2	YRITYSESITTELY .....	2
2.1	Koskisen Oy .....	2
2.2	Kilpailukyky.....	2
2.3	Tuotannon tilannekuva ja sujuvuuden haasteet .....	3
2.4	Tavoitteet.....	5
3	AVAIN TUOTTAVAN TYÖN KEHITTÄMISEEN .....	7
3.1	Teoriaosuuden pohjustus.....	7
3.2	Lean toimintamalli.....	7
3.3	Prosessissa syntyvä hukka.....	7
3.4	Seitsemän hukan tunnusmerkkiä .....	8
3.4.1	Ylituotanto .....	8
3.4.2	Varastot .....	9
3.4.3	Kuljetus.....	9
3.4.4	Laatuvirheet.....	9
3.4.5	Prosessihukka .....	9
3.4.6	Työvaihehukka .....	10
3.4.7	Odottaminen.....	10
3.5	Resurssi- ja virtaustehokkuus .....	10
3.6	Littlen laki ja läpimenoaika .....	11
3.7	Pullonkaulojen laki.....	11
3.8	Vaihtelun vaikutus prosessiin -laki .....	12
3.9	Moniosaaminen .....	12
4	TUOTANNON SUJUUVUUS .....	14
4.1	Tuotannon sujuvuuden haasteet.....	14
4.2	Työskentelytilat.....	16
5	TYÖNJOHTO JA LÄHETTÄMÖ .....	18
6	OSATUOTANTO .....	19
6.1	Osatuotannon työnkuva .....	19
6.2	Lovikone ja precut.....	19
6.3	Levysaha .....	20
6.4	Jatkos- ja säteiskaappa .....	21
6.5	Paneelikaappa.....	22

6.6	Osatuotannon työnjohto.....	24
7	ELEMENTTITUOTANTO .....	25
7.1	Elementtituotannon työnkuva.....	25
7.2	Ikkunoiden pukitus .....	25
7.3	Jigi.....	27
7.4	Elementin sisäpuolen valmistus .....	28
7.5	Koolauspiste .....	28
7.6	Panelointi.....	29
7.7	Pielitys .....	31
8	ELEMENTTIEN PAKKAUS JA LÄHETTÄMÖ .....	32
8.1	Elementtien pakkaus .....	32
8.2	Sisä- ja ulkotrukki.....	32
8.3	Maalaamo (irtotavarat).....	33
9	JÄTTILINJA JA ERIKOISELEMENTIT .....	35
10	TUTKIMUS TYÖAJAN JAKAUMASTA .....	36
11	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	42
11.1	Osatuotanto.....	42
11.2	Elementtituotanto.....	42
12	YHTEENVETO .....	43
	LÄHTEET .....	44

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Koskisen Oy:n taloteollisuuden elementtituotannon sujuvuutta sekä parantaa työkierron avulla moniosaamista. Sujuvuuden parantamisella pyrittiin lisäämään tuottavan työn osuutta. Sujuvammalla ja tehokkaammalla tuotannolla on mahdollista saavuttaa suurempia tuotantomääriä.

Työ aloitettiin tutkimalla työpisteiden toimintatapoja sekä haastattelemalla työntekijöitä. Näiden perusteella laadittiin kehitysideoita työpisteiden sujuvuuden parantamiseksi.

Työajan jakautumisesta laaditun tutkimuksen avulla pystytään kohdentamaan resurssit tasaisemmin työpisteille koko tuotantolinjan sujuvuuden parantamiseksi. Tutkimuksessa käytettiin apuna Lean-ajattelutapaa. Tällä tapaa tutkittiin tuotannossa olevan hukkan aiheuttajia sekä niiden esiintymistiheyttä ja kestoja. Näin saatiin kartoitettua pitkällä aikavälillä hukkien määrät ja toistuvuudet. Tuotannossa ilmenneistä ongelmista on puhuttu jo vuosien ajan, mutta tarkempaa tutkimusta aiheesta ei ole tehty.

## 2 YRITYSESITTELY

### 2.1 Koskisen Oy

Tässä luvussa esitellään Koskisen Oy:n toimintaa koko konsernin osalta. Osiossa perehdytään lähtötilanteeseen ennen projektin aloitusta. Tämä sisältää sujuvuuden haasteet tuotannon näkökulmasta sekä nykytilanteen. Lopuksi käsitellään opinnäytetyön tavoitteita.

Koskisen Oy on perheyritys, joka on toiminut puunjalostuksen parissa yli sata vuotta. Vuonna 1909 perustettu Koskisen Oy on kasvanut kansainvälisesti tunnetuksi yritykseksi. Aluksi tuotanto koostui tukkien sahauksesta. Toisessa sukupolvessa yrityksen toimintaa laajennettiin vaneri-, lastulevy- ja rakennusteollisuuteen. Nykyään konsernin toimintaan kuuluvat levyteollisuus, sahateollisuus, ohutvaneriteollisuus, taloteollisuus sekä puunhankinta ja bioenergia. (Koskisen Oy 2018a.)

Levyteollisuuteen kuuluvat vaneri- ja lastulevytuotteet. Vanerin pääraaka-aine on suomalainen koivu. Vaneria käytetään muun muassa laivoissa, rekoissa, huonekaluissa sekä sisustuksessa. Koskisen on ainoa Suomessa toimiva lastulevyn valmistaja. Lastulevyä käytetään kalusteissa ja sisustuksessa, kuten myös rakentamisessa. (Koskisen Oy 2018b.) Ohutvaneriteollisuus valmistaa niin sanottua lentokonevaneria, joka soveltuu sisustukseen ja kalusteisiin (Koskisen Oy 2018c.).

Koskisen sahateollisuus valmistaa perinteistä sahatavaraa pääsääntöisesti kuusesta ja männystä. Lisäksi sahatavaraa jatkojalostetaan höylätavaraksi. Hirvensalmella ja Kissakoskella sijaitsevat kaksi pienempää sahalaitosta. Hirvensalmella sahataan koivua, joka menee puusepänteollisuuteen. Lämpimiltään pienet puut sahataan Kissakoskella. (Koskisen Oy 2018d.)

Taloteollisuus koostuu Vierumäen talotuotannosta, Mäntsälän elementtituotannosta ja Järvelän kattoristikotuotannosta. Talotuotannossa valmistetaan seinäelementtejä muun muassa omakotitaloihin, rivi- ja luhtitaloihin, kerrostaloihin, vapaa-ajan asuntoihin sekä lisäkerroksia kerrostaloihin. (Koskisen Oy 2018e.)

### 2.2 Kilpailukyky

Koskisen taloteollisuuden kilpailukyky perustuu korkeaan valmiusasteeseen sekä hyvään projekti- ja suunnittelupalveluun. Tällä hetkellä talotehtaan tuottavan työn osuus on noin 40 prosenttia. Tuotannon kustannukset laskisivat, mikäli tuottavan työn osuutta pystyttäisiin kasvattamaan. Loput 60 prosenttia koostuvat tukitöistä, joihin lukeutuvat elementtien pakkaaminen, ulko- ja sisätrukit, irtotavaroiden pakkaaminen, maalaamo sekä osien

valmistaminen eli levyjen sahaus, runkotolppien valmistaminen, ohjauspuiden ja palkkien jatkaminen, paneelien sahaaminen, ikkunoiden pukittaminen, pieliosien valmistaminen sekä viimeistely. Tukitöistä resursseja siirtämällä tuottavaan työhön sekä parantamalla tuotannon sujuvuutta ja tehokkuutta saadaan lyhennettyä läpimenoaikoja, joka mahdollistaa myynnin kasvamisen. (Moilanen 2018.)

### 2.3 Tuotannon tilannekuva ja sujuvuuden haasteet

Tuotantolinjan läpimenoajat ovat epätasaisia, jonka aiheuttaa muun muassa elementtien rakenteelliset eroavaisuudet. Toisinaan elementit kulkevat linjan läpi jouhevasti, mutta yleensä pullonkaula syntyy koolaus- tai panelointipisteelle. Ongelmana on, että ne työntekijät, jotka saavat omat työt suoritettua, eivät auta työpisteitä, jotka ruuhkautuvat. Työntekijät keskittyvät epäolennaisiin töihin silloin, kun eivät pysty omalla työpisteellä työskentelemään. Pahimmillaan kolme tai neljä työntekijää kokoontuvat juttelemaan ja katselemaan kuin yksi tai kaksi ihmistä koittavat purkaa ruuhkautunutta työpistettä.

Koolauksen ja paneloinnin lisäksi myös viimeistely ja pakkaus ruuhkautuvat. Viimeistelyyn saapuvat elementit välimaalataan, mikäli kohde on myyty välimaalattuna. Elementtien maalaaminen lisää viimeistelyn työkuormaa. Maalauslinja vaatii toimiakseen jatkuvaa elementtien siirtämistä ja tyhjää tilaa. Linjan loppupäässä valmistetaan myös erikoiselementtejä, jotka ruuhkauttavat pakkaajaa ja hänen käyttämänsä nosturia. Kevään aikana viimeistelypaikkoja lisättiin hallin perälle, mitkä ovat lisänneet linjan loppuosan sujuvuutta. Viimeistelypaikkojen lisääminen ei ole kuitenkaan nopeuttanut elementtipakettien valmistamista, vaan ne toimivat lähinnä elementtien välivarastona.

Elementtien valmistuskuvissa olevat virheet hidastavat ja hankaloittavat niin osien kuin elementtien valmistusta. Työntekijä joutuu lähtemään selvittämään työnjohtajan luokse puutteellista elementtikuvaa. Työnjohtaja suorittaa soittokierroksen suunnittelulle tai muulle henkilöstölle, jolla voisi olla tarkempia tietoja kohteesta. Tämä tarkoittaa sitä, että usealta ihmiseltä katkeaa sen hetkinen työtehtävä.

Toisinaan kohteet juoksetetaan nopealla tahdilla suunnittelusta tuotantoon, jolloin elementtikuvien tarkastamiselle ei ole jäänyt riittävästi aikaa. Kuvia saatetaan ottaa tuotantoon pienissä erissä, jonka tarkoitus on estää tuotantolinjan työjonon loppuminen ja töiden katkeaminen. Kiireellä tuotantoon saapuneet elementtikuvat ovat riskialttiita virheille, sillä elementtikuvien nopeasti tapahtuva tarkistus mahdollistaa virheiden läpipääsyn tuotantoon. Tämä tarkoittaa, että tolmissa, palkeissa ja levytyksissä voi olla muun muassa mittavirheitä. Tällöin tuotanto pysähtyy ja joudutaan valmistamaan osia uudelleen ja



korjaamaan jo aloitettuja elementtejä. Hukkaa syntyy muun muassa osien uudelleen valmistamisessa, kuljetuksissa, odottelussa, elementin purkamisessa kuin myös uudelleen valmistamisessakin.

Edellä mainittu kuvien myöhään saapuminen aiheuttaa osatuotannolle haasteita. Yleensä sujuvuuden kannalta olisi hyvä, jos yhden kohteen osat saisi kerralla tehtyä, varsinkin puutavaran ollessa samaa dimensiota. Tällöin säästytään ylimääräisiltä kuljetuksilta ja materiaalin siirtelyiltä. Osatuotantoa hankaloittaa myös se, että pitää tietää, milloin ja missä tarvitaan oikeita osia. Osia pitää valmistaa linjalle, jättilinjalle sekä erikoiselementtipöydille, joita on viisi. Työnjohdon pitää olla erittäin tarkkana ja tietoisena siitä, mitkä elementit valmistetaan milloinkin, jotta osatuotanto on ehtinyt valmistamaan oikeat osat. Suunnitelman ja ajojärjestyksen muuttuminen tarkoittaa sitä, että väärät osat ovat valmiina ja osatyöntekijä joutuu aloittamaan kiireellisesti valmistamaan oikeita osia. Tuotannon sujuvuuteen vaikuttavat lyhyet työjonot.

Pääsääntöisesti osatuotanto pystyy pitämään hyvän etumatkan ja puskurin, mutta silloin ongelmaksi tulee varastotilan puute. Osien valmistus menee niin sanotusti ylituottamiseksi. Osatuotannon suurissa puskuureissa on ongelmana osien paljous. Erikoiselementtejä varten tarvittavien oikeiden osien löytäminen on hankalaa, kun ei välttämättä tiedetä, missä osat ovat. Osat pakataan pääsääntöisesti kärryille; kun kärryjä on paljon, joudutaan käyttämään ylimääräistä aikaa niiden siirtelyyn kulkuväyliltä (kuva 1).



Kuva 1. Kulkuväylät ja työpisteen ympäristö

Tuotannossa virheisiin tai epäkohtiin reagoidaan nopeasti ja korjataan tilanne, mutta varsinaista juurisyyn korjaamista ei tehdä. Tällöin tilanne uusiutuu toistuvasti. Esimerkiksi kaiteissa olevaa materiaalia etsitään tuotantotiloista ja selvitetään ostoista vastaavalta henkilökunnalta. Tämän jälkeen etsitään uudestaan ja löydetään materiaali jostakin. Tämän

jälkeen unohdetaan koko tilanne ja siirrytään eteenpäin, kunnes samanlainen tilanne toistuu. Nopeasti epäkohtien selvittelyn lisäksi pitää selvittää asian todellinen syy. Tässä tapauksessa tulee kehittää varastonhallintajärjestelmää, jota tuotannossa ei oikeastaan ole käytössä. Tieto materiaaleista on niin sanottua hiljaista tietoa (kuva 2).



Kuva 2. Kiinnikevarasto

## 2.4 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on parantaa tuotannon sujuvuutta. Tuotannon pitää toimia yhdenmukaisesti myynnin, suunnittelun ja asennuksen ketjussa. Vakiodut tuoteratkaisut sekä toistuvat työmenetelmät ja toimintatavat lisäävät rutiinien syntymistä, jolloin myös työsuoritukset nopeutuvat. (Moilanen 2018).

Tuotannon sujuvuuden parantamiseksi tutkittiin, kuinka työpistekohtaisia toimintatapoja voidaan kehittää niin, että resurssit saadaan paremmin käyttöön sekä hukkan osuutta vähennettyä. Kehitystyössä käytettiin apuna Lean-toimintamallia.

Riittäväillä työjonoilla ja tuotannon ennakkoinnilla voidaan resursoida työpisteitä tarkoituksenmukaisesti ja joustavasti. Työntekijöiden työnkierrolla saadaan parannettua moniosaamista. Työntekijöiden paremmalla moniosaamisella pystytään tasapainottamaan tuotantoa, jolloin resurssien siirtäminen pullonkauloihin ennakoidusti onnistuisi helpommin. Myös poissaolojen ja lomien aikaisten sijaisten löytäminen helpottuu. Työnkierto tulee ensisijaisesti suorittaa oman tiimin sisällä esimerkiksi osatuotannossa. Tuotantolinjalla on tärkeää osata edellisen ja seuraavan työpisteen tehtävät.

Osatuotannossa tulee valmistaa sopivia puskureita. Liialliset puskurivarastot täyttävät vähäiset varastotilat ja kertyvät tukkimaan kulkuväylät, sekä työpisteiden ympäristön.

Materiaalia pitää valmistaa oikea-aikaisesti. Tuotannon suunnittelu ja työjohto on avainasemassa, kun halutaan valmistaa elementteihin vaadittavat osat täsmällisesti oikeaan aikaan.

### 3 AVAIN TUOTTAVAN TYÖN KEHITTÄMISEEN

#### 3.1 Teoriaosuuden pohjustus

Teoriaosuudessa käsitellään Lean ajattelutapaa sekä tarkastellaan prosessissa syntyvän hukan seitsemää eri tunnusmerkkiä ja niiden vähentämiseksi suositeltuja toimintatapoja. Teoriaosuuden lopussa käsitellään moniosaamisen tärkeyttä niin yrityksen kuin työntekijän näkökulmasta. Teoriaosuudessa paneudutaan Lean toimintamalliin.

#### 3.2 Lean toimintamalli

Lean toimintamalli perustuu virtauksen maksimointiin sekä hukan poistamiseen. Hukalla tarkoitetaan menetettyä aikaa ja turhaa työtä. Toimintamallin avulla maksimoidaan jalostusarvon osuutta. Lean on tärkeä aputyökalu tuotannon organisointiin sekä jatkuvaan kehitystyöhön. Leanin keskeinen tavoite on läpimenoajan lyhentäminen, eli nopeuden kasvattaminen. Läpimenoajan nopeutumisella pystytään parantamaan yrityksen tuottavuutta ja talouden tilannetta. (Six Sigma 2018.)

#### 3.3 Prosessissa syntyvä hukka

Tuominen, K. & Malmberg, L (2010, 7) mukaan useimmissa prosesseissa on 90 prosenttia hukkaa ja loput 10 prosenttia tuottavaa työtä, mikä antaa tuotteelle lisäarvoa. Hukaksi voidaan kutsua kaikkia niitä toimintoja, jotka eivät tuo lisäarvoa tuotteelle, vaan lisäävät kustannuksia. Hukan jatkuva poistaminen on Lean-ajattelun ydin.

Hukan poistamiseksi on tutkittava, mistä hukka syntyy. Hukan vähentämiseksi on syytä pyrkiä vähentämään välillisen työn osuutta, jolloin myös tehokkuutta pystytään kasvattamaan. Myös työntekijöille pitää selventää, mitä hukka on ja miten se syntyy. Mikäli työntekijä ei pysty tunnistamaan hukkaa, voi hän pyrkiä tunnistamaan arvoa tuottava työtä, jolloin kaikki muu tekeminen määritellään hukaksi. (Tuominen, K. & Malmberg, L 2010, 8.)

Hukan poistamiseksi pitää perehtyä yleisimpiin hukan lähteisiin, kuten säilytykseen, kuljetuksiin, siirtoihin, prosessiaikaan ja tarkastamisiin. Näiden pohjalta pystytään kehittämään työmenetelmälle edullisempia työliikkeitä. Esimerkiksi laitteista poistetaan tarpeettomat liikkeet sekä kehitetään ihmisen, koneen ja materiaalin välistä toimivuutta. Myös ajattelumallin muuttaminen on oleellinen osa hukan poistamista. (Tuominen, K. & Malmberg, L 2010, 8.)

### 3.4 Seitsemän hukan tunnusmerkkiä

Toimintatapana Lean ei tarkoita pelkästään työtahdin kasvattamista, vaan sillä pyritään minimoimaan turhia toimintoja ja työtapoja. Hukan poistamisella saadaan sujuvampi, tehokkaampi ja turvallisempi tuotantotapa. Tämän lisäksi saadaan resurssit tehokkaammin käyttöön. Hukan seitsemän tunnusmerkkiä ovat ylituotanto, varastointi, kuljetukset, laatuvirheet, prosessihukka, työvaihehukka ja odottaminen.

#### 3.4.1 Ylituotanto

Ylituotannolla tarkoitetaan, kun valmistetaan tarpeetonta ilman välitöntä tarvetta ja enemmän kuin on tarpeen. Tämä lisää varastokapasiteetin tarvetta ja kasvattaa hukan määrää. Ylituotanto aiheuttaa epäjärjestyä ja häiritsee tuotannon kulkua. Samalla varastoiden tarve kasvaa ja siirtely lisääntyy. Harvoin tuotteiden tai osien laadut paranevat niiden ollessa varastossa. (Tuominen, K. & Malmberg, L 2010, 16.)

Ylituotannolle syitä voivat olla

- puutteellinen tuotannon suunnittelu
- tasapainoton tuotantolinja
- muuttuvat aikataulut
- asetusten- ja vaihtoaikojen pituus
- etukäteen valmistaminen poissaolojen varalle
- ylimiehitys tai liian suuri konekapasiteetti.

Ylituotantoa voidaan ehkäistä pitämällä tuotanto tasapainossa ilman tarvetta ylituotantoon sekä kehittämällä tuotannon ohjausta. Ylituotannosta syntyvän hukan kartoittamiseen voi laatia yritykseen soveltuvan tarkistuslistan, jossa tutkitaan hukan aiheuttajaa, sitä syntykö hukkaa sekä sen määrä. Lisäksi on löydettävä syy, minkä takia hukkaa syntyy. (Tuominen, K. & Malmberg, L 2010, 16-17.)

Ylituottamista pystytään ehkäisemään, kun materiaalia tuotetaan vain tarpeeseen. Tätä periaatetta kuvaa ilmaus Juuri Oikeaan Tarpeeseen, joka tulee englannin kielestä Just in Time (JIT). Toimintamalli kuvaa niin sanottua imuohjausta. Tällöin pyritään pitämään varastot pieninä ja virtausaika nopeamana. Imuohjauksen kannalta on tärkeää, että saadaan impulssi, eli tieto, milloin materiaalia tarvitaan. (Logistiikan maailma 2018.)

### 3.4.2 Varastot

Varastointi tarkoittaa raaka-aineen ja materiaalien, kuten komponenttien, osien, tuotteiden tai muun vastaavan, tilapäistä säilyttämistä. Varastointi voi tapahtua yrityksen sisällä tai toimittajien ja yrityksen välillä. Lisäksi varastointi voi tapahtua yrityksen ja asiakkaiden välillä. Ylituotanto kasvattaa varastointia. Liian suuret varastot aiheuttavat ongelmia, sillä ne vievät tilaa ja sitovat pääomaa. Lisäksi varastossa tuotteiden kunto heikkenee. Varastoja ollessa useita ne aiheuttavat epäjärjestystä ja hankaloittavat tuotannon kulkua. Varastoista on pidettävä tiedostoja sekä tehtävä inventaarioita. Varastohukkaa käsittelevässä tarkistuslistassa voidaan havaita

- hyllyillä ja lattioilla olevat tuotteet
- varastopaikat vievät lattiapinta-alaa
- varastot estävät kulkureiteillä ja työpisteillä liikkumisen
- materiaalin pilaantumista

### 3.4.3 Kuljetus

Kuljetusta tarvitaan materiaalin ja muiden osien siirtelyyn työpisteille, varastoon tai työpisteeltä pois. Kuljettaminen ei lisää tuotteelle arvoa, joten ylimääräistä liikuttelua on vältettävä. Kuljetuksia tarvitaan sitä enemmän, mitä enemmän on materiaalia. Kuljetustarpeita aiheuttavat muun muassa pitkät etäisyydet, materiaalin siirto hyllyille ja niistä pois, materiaalin siirtämistä pois tieltä, järjestyksen ylläpito sekä materiaalin siirtäminen toiselle työpisteelle. (Tuominen, K. & Malmberg, L 2010, 20.)

### 3.4.4 Laatuvirheet

Kustannukset lisääntyvät huonoa laatua aiheuttavasta toiminnasta, virheiden tarkastamisesta, lajittelusta, korjaamisesta sekä reklamaatioista. Nämä vaikuttavat asiakastytytyvyyteen ja ovat tuotantokapasiteetin hukkaamista. Laatuvirheitä voi tulla esimerkiksi tuotteen kuljettamisessa tai käsittelyssä sekä materiaalin puutteellisessa varastoinnissa. (Tuominen, K. & Malmberg, L 2010, 7.)

### 3.4.5 Prosessihukka

Prosessihukka on osana valmistusprosessin kulkua ja sen sisältöä. Hukkaa syntyy esimerkiksi tarpeettomista työvaiheista, turhista tuoteosista ja -ominaisuuksista. Ylimääräinen tekeminen on työtä, josta asiakas ei ole kiinnostunut maksamaan. Tähän kuuluvat

kaikki tarpeeton työstäminen ja yliladun tuottaminen. Kyseiset toiminnot eivät anna lisäarvoa yritykselle tai asiakkaalle. (Tuominen, K. & Malmberg, L 2010, 7.)

#### 3.4.6 Työvaihehukka

Työvaihehukka koskee työtehtävää, johon kuuluvat työntekijän tarpeettomat työsuoritukset, liikkeet, huonot työtavat sekä asetusajat. Hukan vähentäminen onnistuu optimoimalla työntekijän, koneen ja materiaalin yhteistyötä. Yhteistyö voidaan jakaa kolmeen ryhmään: manuaalinen ja koneen suoritus peräkkäin, jolloin kummatkin työstöt tapahtuvat toistensa jälkeen. Manuaalinen ja koneen työstöt suoritetaan osittain päällekkäin, jolloin kone ja ihminen työskentelee osittain samanaikaisesti. Manuaalinen ja koneen tekemät suoritukset samanaikaisesti. Tällöin työvaiheen aika määräytyy ajallisesti pidemmän vaiheen mukaan. (Tuominen, K. & Malmberg, L 2010, 26-29.)

#### 3.4.7 Odottaminen

Odottamista aiheutuu, jos työntekijä joutuu odottamaan kuljetuksia, edellistä tai seuraavaa työvaihetta, sekä työkoneen suoritukseen kuluvan ajan. Odottelun syitä ovat mm. tuotantohäiriöt, konerikot, huono koneiden sijoittelu ja työvaiheajojen epätasapaino. (Tuominen, K. & Malmberg, L 2010, 31-33.)

Tuotannossa esiintyy pääsääntöisesti kahden tyyppistä odotusta, prosessista ja erävalmistuksesta johtuvaa odotusta. Prosessista johtuvassa odotuksessa materiaali, prosessi tai työntekijä odottaa tai niitä odotetaan. Materiaalin odottaa työpisteelle pääsyä, kun työpisteellä valmistetaan vielä edellistä tuotetta. Tämä ilmenee työpisteiden epätasapainona. Ratkaisuna tälle voi olla imuohjaus, jolloin tuotantolinjan loppupään on tarkoitus valmistaa enemmän, kuin alkupää ehtii valmistamaan. (Tuominen, K. & Malmberg, L 2010, 31-33.)

### 3.5 Resurssi- ja virtaustehokkuus

Resurssitehokkuudessa on tarkoituksena korostaa kaikkia sellaisia resursseja, jotka tuottavat arvoa ja hyödyntävät resursseja tehokkaasti. Perusperiaatteena on, että tehtävän suorittaminen pilkotaan pienimmiksi osiksi. Osien toteutus jaetaan esimerkiksi eri ihmisten hoidettavaksi. Tuotteiden yksikkökustannuksia on saatu pienennettyä, kun resurssien hyödyntämistä on pystytty tehostamaan kokoamalla pienet tehtävät yhteen, jolloin työntekijät tai organisaatio tekevät jatkuvasti samanlaisia tehtäviä. (Modig & Åhlström 2016, 8-11.)

Resurssitehokkuutta korostaessa huomio kiinnittyy tuotteen valmistamiseen vaadittaviin resursseihin, kuten henkilöstöön, toimitilaan, laitteisiin, työkaluihin ja liiketoimintajärjestelmiin. Resurssitehokkuutta mitataan selvittämällä, kuinka paljon resurssia käytetään

suhteessa ajanjaksoon. Esimerkiksi rungon kasaamiseen käytettävää jigä käytetään kahdeksan tunnin työpäivänä kuusi tuntia. Tällöin resurssitehokkuus olisi kuusi tuntia jaettuna kahdeksalla eli 75 prosenttia. Samalla tavalla voidaan mitata työntekijöiden resurssitehokkuutta. Mittausta voidaan laajentaa esimerkiksi koko tuotantolinjaa koskevaksi, jolloin saadaan selville, kuinka hyvin käytetään kaikkia resursseja. Samalla selviää, kuinka suuri osa resursseista ei toimi tehokkaasti. Resurssitehokkuuden takaamiseksi on varmistettava, että resurssit pystytään pitämään käytössä. Vaihtoehtoiskustannus on tappio, joka syntyy, kun resursseja ei käytetä maksimaalisesti. (Modig & Åhlström 2016, 8-11.)

Virtaustehokkuus mittaa, kuinka paljon virtausyksikkö jalostuu tietyn ajanjakson aikana. Ajanjakso alkaa tarpeen tunnistamisella ja päättyy tarpeen tyydyttämiseen. Virtaustehokkuutta voidaan laskea esimerkiksi, kuinka monta tuntia yhtä elementtiä valmistetaan työpäivän aikana. Esimerkiksi, jos elementin valmistukseen käytetään viisi tuntia, se jaetaan kahdeksalla, saadaan virtaustehokkuudeksi 62,5 prosenttia. Toisin sanoen, työpäivästä 62,5 prosentin ajan elementti saa arvoa. Virtaustehokkuuden kannalta on tärkeää varmistaa, että jokin resurssi on koko ajan jalostamassa tuotetta. (Modig & Åhlström 2016, 12-15, 21.)

Virtaustehokkuudessa kyse ei ole kuitenkaan arvoa tuottavan jalostuksen nopeudella vaan arvon siirron tiheyden maksimoimisesta. Tällöin täytyy karsia myös ajanjaksoista, jolloin tuotteelle ei tuoteta arvoa. (Modig & Åhlström 2016, 12-15, 21.)

### 3.6 Littlen laki ja läpimenoaika

Littlen laki auttaa prosessissa kuluvan läpimenoajan arvioinnissa. Laki pätee prosessin rajoista riippumatta. Rajoiksi valitaan prosessin alku ja loppu. Rajojen sisäpuolella olevat tuotteet, eli virtausyksiköt lasketaan keskeneräisiksi. Läpimenoaika saadaan, kun keskeneräisten virtausyksiköiden määrä kerrotaan jaksoajalla. Jaksoajalla tarkoitetaan kahden virtausyksikön prosessista poistumisen välillä kuluva keskimääräinen aika. Läpimenoajan voidaan todeta tällä kaavalla kasvavan, mikäli rajojen sisäpuolelle alkaa virtausyksiköitä kasaantumaan. Jaksoajan piteneminen voi johtua siitä, että ei pystytty työskentelemään nopeammin tai kapasiteetin puutteesta. Tuotannossa on parempi, kun virtausyksikkö eli tuote odottaa kuin, että resurssi joutuisi odottamaan virtausyksikköä. (Modig & Åhlström 2016, 34-36.)

### 3.7 Pullonkaulojen laki

Pullonkaulat estävät tuotantoa saamasta virtauksiaan tehokkaiksi. Yleensä jossakin vaiheessa tuotantoa tai prosessia muodostuu pysähdyksiä, jotka aiheuttavat jonoja. Lain



mukaan prosessin läpimenoaika on riippuvainen prosessin vaiheesta, jonka jaksoaika on pisin. Toisin sanoen pullonkaulojen kohdalla läpivirtaus on pienintä. Samalla se hidastaa koko prosessin läpivirtausta. Mikäli pullonkaula saadaan poistettua resursseja tai työtahtia lisäämällä, se ilmaantuu jonnekin muualle. Odottamisen myötä läpimenoaika pitenee, jolloin arvoa tuottamaton aika kasvaa. Prosessissa oleva vaihtelu voi aiheuttaa pullonkauloja, esimerkiksi tuotteiden rakenne tai malli muuttuu. (Modig & Åhlström 2016, 37-39.)

### 3.8 Vaihtelun vaikutus prosessiin -laki

Vaihtelun vaikutus prosessiin -laki kertoo, kuinka prosessit toimivat. Siihen liittyvät vaihtelun resurssitehokkuuden ja läpimenoajan välinen yhteys. Vaihtelu on avaintekijä virtaustehokkuuden vaihteluun. Kolme yleisintä syytä vaihteluun ovat resurssit, virtausyksiköt ja ulkoiset tekijät.

Resurssien toiminta: Laitteet voivat mennä epäkuuntoon, jolloin syntyy vaihtelua. Työntekijöille tulee poissaoloja. Toiset heitä tekevät työtä nopeammin kuin toiset. Lisäksi työntekijöiden motivaatio aaltoilee ja toisinaan vireystilassa tapahtuu muutoksia.

Virtausyksiköt: Elementit poikkeavat toisistaan. Rakenne voi muuttua sekä materiaalit. Joidenkin tuotteiden työstäminen on hitaampaa kuin toisten.

Ulkoiset tekijät: Ulkoisiksi tekijöiksi voidaan luokitella esimerkiksi sesongit, materiaalin toimitukset ja lakot. (Modig & Åhlström 2016, 39-40.)

### 3.9 Moniosaaminen

Moniosaamisella tarkoitetaan työntekijää, joka hallitsee useampia työvaiheita ja työpiteitä. Työntekijöiden moniosaaminen lisää tuotannon joustavuutta ja parantaa työn tuottavuutta. Osaava työvoima pystytään tarvittaessa siirtämään esimerkiksi prosessin pullonkaulapisteisiin. Moniosaajat ovat tehokkuutta tavoittelevien yritysten avaintekijöitä. Työnkuvan laajentamisella saadaan työntekijän taidot sekä tiedot mahdollisimman tehokkaaseen käyttöön. Tämä lisää myös yksilön työnkuvan vaihtelua ja tuo uusia haasteita. Samalla hän kehittää omaa ammattitaitoaan sekä antaa tukevan pohjan työpaikan säilyttämiselle, mutta samalla myös parantaa asemaansa työmarkkinoilla. (Viitala 2005, 263.)

Moniosaamisella pystytään luomaan sujuvan toiminnan lisäksi myös edellytyksiä toiminnan tehokkaalle kehitykselle sekä innovatiivisuudelle (Viitala 2005, 223). Uudessa työpiteessä voi huomata sellaisia työtapoja, joita pystyisi helposti kehittämään tehokkaammaksi. Työntekijän ollessa kiinnostunut tekemäänsä työtä kohtaan, hän myös lähes automaattisesti haluaa ajatella avartavasti. Tällöin ihminen on motivoituneempi ja asenne

saattaa vaikuttaa myös muihin työntekijöihin positiivisella tavalla. Positiivinen suhtautuminen näkyy ja välittyy ulospäin, sekä koetaan lisäävän kannustavaa työilmapiiriä. (Ranne 2015, 117.)

## 4 TUOTANNON SUJUVUUS

Seuraavissa luvuissa käsitellään taloteollisuuden tuotannon nykytilannetta yleisesti sekä työtiloja. Hukan vähentämiseksi ja työpisteen sujuvuuden parantamiseksi tutkittiin työpisteiden toimintaa sekä haastateltiin työntekijöitä. Haastatteluiden ja työpisteiden toimintaa tutkimalla pyrittiin luomaan toimintatapoja, joiden avulla työtä pystyttäisiin tekemään tehokkaammin ja sujuvammin, sekä poistamaan hukan määrää. Tällä tavalla saadaan resursseista enemmän hyötyä sekä parannettua koko tuotannon sujuvuutta (Modig & Åhlström 2016, 10).

Sujuvuuden ja tehokkuuden kannalta on tärkeää, että resurssit pystytään käyttämään mahdollisimman tehokkaasti. Tämä tarkoittaa, että minimoidaan hukka, eli odottamiset, materiaalin hakemiset ja kuljettamiset. Resurssin tehokkaaksi hyödyntämiseksi tarvitaan materiaali työpisteelle juuri oikeaan aikaan. (Tuominen 2010, 31-33; Modig & Åhlström 2016, 8-11.)

Osatuotannon ylituottamista on vähennettävä ja kohdennettava resursseja tuottavaan työhön. Tämä edellyttää, että työjonot pystytään suunnittelemaan tarpeeksi pitkiksi, sekä luottamaan niiden pitävyyteen. Luotettavat ajojärjestykset antavat pohjan sille, että uskaljetaan valmistaa osat oikea-aikaisesti, kun pystytään luopumaan ns. ”varmuuden vuoksi” valmistamisesta.

### 4.1 Tuotannon sujuvuuden haasteet

Tuotannossa sujuvuuden kannalta merkittävä ongelma on yhteishenki. Tämän lisäksi tuotannon työntekijöiden keskuudessa koetaan, että ammattilypeys ja aito tekemisen halu on hiipunut pois. Työntekijät eivät tule toimeen toistensa kanssa, mikä aiheuttaa sen, että omalta työpisteeltä ei mennä tukemaan muiden työpisteitä, vaikka omat työtehtävät olisivatkin jo valmiita. Tällöin keskitytään puuhastelemaan kaikkea epäoleellista. Hyllyjen ja ruuvien järjestys on tärkeä asia, mutta onko oikea ajankohta silloin, kun viereisellä työpisteellä on todellinen kiire, saada elementit linjalla eteenpäin. Tämä aiheuttaa pahimmassa tapauksessa viivästyksen toimitusaikoihin. Työntekijöille tehdyn haastattelun mukaan valtaosa toivoi työpisteelleen apua, kun kiire on todellinen. Toisinaan he eivät välttämättä itse näytä esimerkkiä muiden auttamisen suhteen. Apua halutaan, mutta sitä ei olla valmiita antamaan. Moniosaamisella on oma merkityksensä. Kun toisen työpisteen tehtävät osataan hyvin, on kynnys matalampi lähteä auttamaan. Joissain yrityksissä ihmisten välisiin erimielisyyksiin puututaan esimiestasolla. Yhteisellä kehityskeskustelulla koitetaan löytää ratkaisuja, jotta työntekijät tulisivat toimeen keskenään ja yhteinen työskentely olisi sujuvaa.

Työmotivaatio on tuotannossa myös ongelma. Ei koeta mielekkääksi tehdä työtä mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti, sillä muutkaan eivät niin tee. Yrityksellä on käytössä intra, johon vaaditaan positiivisia ja negatiivisia ilmoituksia ja kehitysideoita. Näitä ilmoituksia on tehty, mutta niitä eivät ole esimiehet ehtineet käsittelemään. Tämä huonontaa tuotannon ja esimiesten välistä luottamusta. Esimiestasolla vaaditaan palautetta, mutta palautteita ei noteerata mitenkään. Syksyn 2018 aikana toimintaa on kehitetty siten, että joka viikko esimiehet käyvät läpi tulleita ilmoituksia. ”Jokaisen pitää voida luottaa siihen, että hänen ideoistaan ollaan kiinnostuneita ja ne tutkitaan vakavasti.” (Ranne 2015, 51.)

Työntekijöitä paremmin kuuntelemalla sekä viemällä heidän kehitysideoitaan aidosti kiinnostuneena eteenpäin pystytään edesauttamaan koko tuotannon innovatiivista ajattelutapaa. Kehitysideoiden eteenpäin viemisellä on mahdollista ankkuroida työntekijöille innovoivan ajattelun kulttuuri. Tällä saadaan muodostettua peruskiinnostus ja -motivaatio uuteen, uusiin näkökulmiin sekä niiden etsimiseen. Ajan kanssa siitä tulee ihmiselle luontaista ja jatkuvaa. Kun uudelle toimintatavalle tulee ehdotus työntekijältä itseltään, tulee samalla myös motivaatio muutoksen läpiviemiseen ja uuden toimintatavan hyväksymiseen. Muutosta yleensä vastustetaan, kun kehitysideaa yritetään viedä läpi ulkopuolisen toimesta. (Ranne 2015, 118-120.) Eräs keskeinen piirre innovoivassa ajattelussa on eri näkökulmista asian tutkiminen. Tuotannossa eri näkökulmat voivat olla esimerkiksi eri työpisteillä työskenteleminen. Tällöin on mahdollista havaita asioita, joita ei välttämättä vakiuisella työpisteellä nähdä. (Ranne 2015, 81.)

Tuotannossa on paljon niin sanottua hiljaista tietoa. Työntekijät ovat työskennelleet yrityksessä pitkään, jonka aikana on opittu paljon asioita, joita eivät esimerkiksi elementtikuvat kerro. Työpisteille on kehitetty työohjeet, joihin on kerätty oleelliset tiedot työpisteellä tapahtuvasta työskentelystä. Työn sujuvuutta häiritsee työnteossa tapahtuvat katkot, kun ei tiedetä, miten esimerkiksi läpiviennit on tehty edellisellä kerralla.

Organisaatioiden ongelmana voi olla myös se, ettei tiedetä, mitä kaikkea tiedetään. Tällä tarkoitetaan sitä tietoa, joka on organisaatiossa, mutta sitä on vaikea paikallistaa. Toinen ongelma on se, ettei tiedetä, mitä pitäisi tietää. Kolmantena ongelmana on tiedon saaminen kaikkien ulottuville. Organisaatiot olisivat tehokkaampia, mikäli tiedettäisiin mitä kaikkea tiedetään. Tiedon löytämiseen käytetään päivittäin aikaa tai yritetään keksiä asioita uudestaan. Tiedon johtamisen avulla pystytään tehostamaan ja järkevöittämään toimintaa. Organisaatiossa oleva tieto on mahdollistettava käytettäväksi siten, että se on kaikkien nähtävillä ja ulottuvilla. (Sydänmaanlakka 2000, 164.)

## 4.2 Työskentelytilat

Tuotannossa on tehty kevään ja kesän aikana työkalukartoitusta. Työn tarkoituksena on ollut poistaa ylimääräiset ja käyttämättömät työkalut ja jättää jäljelle vain tarvittavat. Tällä on pyritty lisäämään siisteyttä ja helpottamaan työpisteellä työskentelyä. Monet työntekijät ovat saaneet oman työpisteensä siistiksi, mutta haasteellisiksi työpisteiksi ovat muodostuneet ne, joissa työskentelee useampi kuin yksi ihminen. Osalta työpisteistä puuttuvat selkeät paikat työkaluilta ja esimerkiksi naulat, hakaset, poranterät, ruuvit ja villat ovat sekaisin, jolloin hukkaa syntyy, kun etsitään oikeaa tavaraa. Työpisteille tulisi viedä astioita, johon esimerkiksi huonot naulat, ruuvit ja muut metalliset materiaalit voitaisiin heti laittaa. Myös villaroskiksien lisääminen työpisteille helpottaisi toimintaa. Villat on aikaisemmin heitetty lattialle työpisteen läheisyyteen. Tämän jälkeen kukaan ei koske villoihin, kun ei tiedetä mitä villat ovat ja mihin ne ovat menossa. Aikanaan villat siivotaan pois. Ylimääräisen villojen siivoaminen pystytään jättämään pois, jos ne laitettaisiin suoraan roskiin.

Varastoihin, kuten trukkihyllyihin tulee merkitä omat paikat materiaaleille, sillä materiaaleja, kuten rullavilloja löytyy lattioilta, lavoilta, hyllyiltä ja työpisteiltä. Äänieristyskumien ja monen muun elementteihin lisättävien osien kanssa on samanlainen ongelma. Tuotannossa toistuvasti ilmenee ongelmia, kun materiaaleille ei ole määritelty tarkkoja paikkoja. Irto-osia säilytetään monessa paikassa, josta niitä joudutaan etsimään. Varsinainen ongelma ilmenee siinä vaiheessa, kun huomataan, että tarvittava tavara on päässyt kokonaan loppumaan. Materiaalien ollessa omilla paikoillaan, pystytään niiden vähenemiseen reagoimaan ennen materiaalin loppumista.

Tuotannon naula- ja hakasvarasto sijaitsee 1-hallin seinustalla lattialla. Kiinnikkeet ovat lavoilla laatikoissa ja tuodaan trukilla varastoalueelle. Uusi lava jätetään vanhan lavan eteen, jolloin varastotila leviää kulkuväylille. Lisäksi vanhoja kiinnikkeitä on vaikea ottaa, kun uudet on tuotu vanhojen eteen. Näin ollen uusien kiinnikkeiden käyttö aloitetaan ja vanhat jäävät pölyyntymään lavalle. Eri mallisille kiinnikkeille ei ole määritelty selkeää paikkaa, vaan oikeaa kiinnikettä joutuu etsimään laatikoiden joukosta. Osa kiinnikkeistä ovat poistuneet käytöstä, mutta ovat jääneet varastoon. Kiinnikevarasto tulisi puhdistaa ylimääräisistä ja vanhentuneista tuotteista ja merkitä kullekin oma paikkansa. Lattiapinta-alaa saadaan hyötykäyttöön, kun kiinnikkeille varataan oma hylly, johon trukkipurkki purkaa paketit omille paikoilleen.

1-hallin erikoiselementtien valmistuspisteellä olevan villasahan yhteydessä tulisi olla villamurskain. Tällä hetkellä villat heitellään kipattavalle roskalavalle, joka täyttyy lyhyen ajan kuluessa. 1-hallin perällä olevat ovet tulisi ottaa käyttöön, jotta materiaalivirta saataisiin kulkemaan ulkokautta. Nykyisellään trukkipurkki joutuu tuomaan materiaalit kahden tai

kolmen hallin läpi, tehden kulkuväylille riittävästi tilaa. Sisällä tapahtuva trukkiliikenne vähenee, jos materiaalit toimitetaan ulkokautta. Myös työturvallisuus lisääntyy.

## 5 TYÖNJOHTO JA LÄHETTÄMÖ

Työnjohdossa pidetään huolta, että tuotanto toimii sujuvasti ilman katkoksia. Tuotannon työnjohtajia on pääsääntöisesti kaksi ja lähettämössä kaksi. Toinen työnjohtaja vastaa elementtituotannosta sekä päivittäisistä asioista ja toinen osa- ja komponenttituotannosta. Työnjohdossa suunnitellaan elementeille valmistusjärjestys, jossa huomioidaan myös asennuksen tarpeet. Työnjohto pyrkii siirtämään resursseja sinne, missä niitä kulloinkin tarvitaan. Haastetta tuovat työntekijöiden poissaolot. Moniosaamisella pystytään vaikuttamaan siihen, että aina löytyy osaavia työntekijöitä sinne, missä heitä kulloinkin tarvitaan.

Suurimmat haasteet työnjohdon näkökulmasta ovat viime hetkellä saapuvat elementtikuvat. Kohteeseen olisi pitänyt jo aloittaa osien valmistus, mutta elementtikuvat puuttuvat. Väliin saatetaan ottaa toinen kohde, josta kuvat löytyvät. Tämä aiheuttaa sekaannusta ja stressiä tuotannossa, kun suunnitelmat muuttuvat, eikä tiedetä mitä ollaan tekemässä. Johtaminen vaikeutuu, kun työnjohdossakaan ei ehditä perehtymään tuleviin muutoksiin.

Työnjohdon työskentely on rikkonaista, koska virheelliset elementtikuvat, väärät materiaalit, puuttuvat osat ja muut epäselvät tilanteet aiheuttavat ongelmia tuotannossa. Työntekijät saapuvat selvittämään asioita työnjohdolta, jolloin ongelmaa selvitetään suunnittelun, oston tai muun henkilöstön kanssa. Tuotannon ja suunnittelun erilaiset päivärytmit aiheuttavat katkoksia tiedonkulkuun. Työajat ja tauotukset ovat eri tahdissa. Tämä aiheuttaa sen, että suunnittelu ei ole aina tavoitettavissa.

Työtilanteen kontrolloimiseksi on otettu käyttöön viikoittaiset tuotannon palaverit, joissa pyritään suunnittelemaan pysyvä kolmen viikon tuotantojärjestys. Tämän pohjalta työnjohdossa voidaan jakaa työtehtävälisät tuotantoon, jotta tiedetään, milloin mikäkin elementti on menossa tekoon. Tällä pyritään vähentämään ylituotantoa ja kohdentamaan resurssit tehokkaammin käyttöön. Viikkopalaverien avulla on lisätty informaation kulkua. Alkuvuodesta tuotanto jaettiin tiimeihin: elementtituotanto, osatuotanto, komponenttituotanto, pakkausmateriaalit ja lähettämö. Jokaisella tiimillä on oma esimies, mikä pitää alaisillensa tiimipalaverin. Palaverin kulkua ja sisältöä on yhtenäistetty tiimien välillä. Jokainen esimies vastaa oman tiiminsä toiminnasta. Moniosaamista on lisättävä tiimin sisällä.

## 6 OSATUOTANTO

### 6.1 Osatuotannon työnkuva

Osatuotannossa valmistetaan elementtien valmistamiseen vaadittavat osat. Tässä osiossa esitetään osatuotantoon kuuluvat työpisteet. Osatuotannon työtehtäviä ei lueta tuottavaksi työksi vaan valmistelevaksi työksi. Talotehtaan tuotannosta noin 60 prosenttia koostuvat valmistelevista töistä.

### 6.2 Lovikone ja precut

Lovikoneella ja precut-linjalla työskentelee kaksi työntekijää. Työpisteillä valmistetaan runkotolppia, vaakapuita ja kipsitukia elementteihin. Precut-linjalla valmistetaan myös precut-kohteita, jolloin tolpat toimitetaan suoraan työmaalle asennettavaksi. Työntekijöiden työkuorma on pääsääntöisesti sopiva. He sopivat keskenään tarkemman työnjaon työnjohdon luomasta tolppalistasta, mikä on tehty elementtikuvien perusteella. Precutille pystytään lähettämään tiedoston muodossa tolppalista, jolloin papereita ei tarvita. Mikäli kaikki tolppalistat lähetettäisiin suoraan precutille, jäisi tolppalistojen valmistaminen kokonaan pois. Toisinaan muut työpisteet, kuten ikkunan pukitus ja jigi käyttävät tolppalistaa, jotta tietävät paremmin minkälaisia erikoiset tolpat ovat. Tolppalistaan tehdään pääsääntöisesti ulko- ja väliseiniä tolpat, mutta lisäämällä myös räystäiden ja kolmioiden tolpat pc-tiedostoksi, pystyttäisiin vähentämään papereiden pyörittämistä. Precut-tiedostona tulevat mitat on syytä olla oikein, sillä mittoja ei pystytä tarkistamaan elementtikuvien puuttuessa. Precutilla tarvitaan trukki puunippujen vaihtamisen yhteydessä. Tuotannossa oleva trukkipuuri ei ole aina tavoitettavissa, joten hän hoitaa itse trukilla puunippujen vaihdon. Tämä laskee oleellisesti tehokasta jalostusaikaa. Raaka-aineen laatu on ajoittain heikkoa. Arviolta päivässä lajitteluun kuluu noin kymmenen prosenttia. Vinot ja kieroutuneet tolpat voivat aiheuttaa ongelmia elementin valmistuksessa.

Lovikoneella tulee ajoittain hiljaisia hetkiä. Tällöin on pyritty aloittamaan esimerkiksi seuraavan kohteen tolppien valmistus. Aina niin ei pystytä tekemään, mikäli tolppalistaa ei ole vielä luotu. Toisinaan varastotila täyttyy, kun valmistetaan paljon osia ennakkoon. Tolppien valmistamisen ohessa on pyritty auttamaan linjan toimintaa, sahaamalla valmiiksi koolauslautaa, joka nopeuttaa linjan toimintaa koolauksen osalta. Työpiste kärsii tilanpuutteesta. Työpisteelle tarvitaan useaa eri dimensioista materiaalia, jotta tolpat saadaan valmistettua. Materiaalin paljous tarkoittaa lisääntyvää trukki liikennettä. Raaka-aineen loppuessa joudutaan myös muita nippuja siirtämään, jotta saadaan loppuun käytetyn nipun jättämä tyhjä tila täytettyä. Muuten materiaalit tukkivat kulkutilat. Lisäksi työntekijän matka sahalla materiaalille pitenee, jolloin resurssin tehokkuus laskee.



## Kehitettävää

Puuniput aiheuttavat jatkuvaa siirtelyä. Yleensä käytetään laitetta lähimpänä oleva nippu loppuun, ennen kuin tilataan uusi nippu. Edellisen nipun aiheuttama tyhjä tila pitää tiivistää siirtelemällä muita nippuja lähemmäs, jolloin uusin nippu jää ulommaiseksi. Tällöin kierre on jatkuvaa ja aiheuttaa jokaisella kerralla nippujen siirtelyä. Ongelman pystytään poistamaan siirtokuljettimella, jolla voisi siirtää niput toisiinsa kiinni.

### 6.3 Levysaha

Tuotannossa on kaksi levysahaa. Toinen sijaitsee 2-hallissa ja toinen 3-hallissa. Etäisyyttä sahoilla on noin 10 metriä, joten ne sijaitsevat lähekkäin toisiaan. Pääsääntöisesti yksi työntekijä hoitaa levyjen sahauksen, mutta välillä on tarvetta toiselle sahaajalle. Levyjä sahataan tuotantolinjalle elementin sisä- ja ulkopuolelle. Levyistä sahataan ainoastaan levyt, joita pitää kaventaa tai lyhentää. Täydet levyt menevät omana nippuna työpisteille. Linjan lisäksi levyjä pitää sahata erikoiselementtipöydille sekä jättilinjalle. Levyvarasto sijaitsee 2-hallissa lähellä levysahaa. Levynippujen taakse on jätetty käytävä, jota pitkin levykärryt kuljetetaan työpisteelle oikeassa järjestyksessä. Sahuri hoitaa suurimaksi osaksi itse levynippujen siirtelyn sahan ja levyvaraston välillä. Tämä levyjen siirtely on suoraan pois tehokkaasta resurssin hyödyntämisestä. Olisi tärkeää, että sahuri pystyisi keskittymään sahaamiseen, sillä työpisteellä on lähes aina kiire. Lisäksi työntekijän käytössä oleva trukki on usein varattu, joka hidastaa levynippujen vaihtoa. Työskentely hidastuu merkittävästi, kun valmistetaan levyjä väliseiniin ja palokatkoihin, sillä elementteihin menee paljon levyjä. Elementteihin on suunniteltu käytettäväksi usein sellaisia levyjen pituuksia, joita ei tuotannosta löydy vakiomittaisena. Tämä tarkoittaa, että levyt on lyhennettävä. Tämä kuormittaa resurssia ja aiheuttaa helposti kiireen.

3-hallissa oleva levysaha on toiminnoiltaan puutteellisempi, kuin 2-hallin saha. Sahassa olevat vasteet ovat vinossa, mikä hankaloittaa sahaamista. 3-hallissa sijaitseva levysaha on työpisteenä ahdas. Sahan ympäristössä ei ole yhtään ylimääräistä tilaa, jotta sahattavat ja sahatut levyt sekä hukkamateriaalit mahtuisivat kunnolla sahan ääreen. Levyniput tukkivat helposti hallien välisen kulkureitin.

Sahoilla olevat lavat, jonne hukkamateriaalit jaotellaan, eivät ole merkittäviä. Puutteellinen merkintä mahdollistaa sen, että tuuraavat levysahurit jättävät työpisteen epäjärjestykseen, kun ovat sillä sahaamassa. Työpisteelle jätetään levystä sahattuja paloja, joita joudutaan myöhemmin siirtelemään oikeille paikoille. Varsinaista työn aloittamista hidastaa, jos

työpiste joudutaan siivoamaan ennen aloitusta, sekä selvittämään sahattujen levyjen tarkoitus.

### **Kehitettävää**

Elementtiin asennettavan levyn ollessa liian iso, voisi työntekijä itse lyhentää tai kaventaa levyn oikeaan mittaan. Aikaisemmin työntekijä on tullut levysahurin luokse ja pyytänyt häntä lyhentämään levyä. Tällöin sahurin työt keskeytyvät, sekä saman aikaisesti toinen työntekijä odottaa toimeettomana vieressä sahausajan ajan. Tämä edellyttää, että jokainen työntekijä on perehdytetty levysahan käyttöön. Työpisteen järjestyksen ylläpitämiseksi voisi lappujen avulla tai alueiden merkkauksella määrittää levyille tarkat omat paikat. Tällöin jokainen tuuraaja tietäisi minne hukkallevyt tai jatkokäyttöön soveltuvat levyt sijoitetaan. Nippujen vaihto on hidasta, joten useamman levynipun sijoittamista levysahan syötönpäähän tulisi harkita. Tila on nykyiseltään liian ahdas. Mikäli 3-hallissa sijaitseva saha olisi paremmassa kunnossa, olisi tätä tehokkaampi käyttää. Vasteen uusiminen ja työpöydän kalibrointi on pieni investointi, jolla parannetaan työmotivaatiota ja tuotteen mittatarkkuutta.

## **6.4 Jatkos- ja säteiskaappa**

Jatkoskaappa, eli 1-katkaisun työtehtäviin kuuluvat ylä- ja alaohjauspuiden sekä palkkien jatkaminen. Puutavaran jatkamisessa käytetään naulalevyjä. Työntekijä valmistaa ohjauspuut ja palkit elementtikuvien mukaan. Hän tilaa ulkotrukeilta tarvittavaa dimensiota työpisteelle, mikäli sitä ei ennestään löydy työpisteeltä. Jatketut materiaalit varastoidaan työpisteellä oleville telineille. Tuotantolinjan jigi sijaitsee jatkoskaapan välittömässä läheisyydessä, joten logistisesti jatkoskaappa sijaitsee hyvällä paikalla, kun ajatellaan linjan näkökulmasta. Toisaalta 3-hallissa sijaitsevan jättielementtilinjan kannalta sijainti on huono, sillä elementtien valmistajat joutuvat hakemaan ohjauspuut ja palkit tehtaan vastakkaisesta nurkasta. Myös muut erikoiselementtien valmistajat noutavat itse ohjauspuut jatkoskaapalta.

Säteiskaapalla valmistetaan päätykolmioiden, varastojen ja päätyräystäiden osia. Sahalla saadaan sahattua tolppien päät oikeaan kulmaan. Tarvittavat osat on yleensä tehty pois työjonosta, kun on kiireelliset työtehtävät loppuneet. Tämän seurauksena säteiskaapan ympäristö täyttyy helposti kärryistä, joissa osia säilytetään. Kärryt ovat usein edessä, kun säteiskaapalle halutaan trukilla tuoda tavaraa. Tästä aiheutuu turhaa tavaran siirtelyä.

Materiaalin laatu on ajoittain huonoa. Ulkoa tulevan puutavaran pakkausmuoviin on saatanut syntyä lastauksien ja purkujen yhteyksissä repeämiä, joita ei ole korjattu. Tästä syystä sade on kastellut puutavaran. Pahimmillaan puuniput ovat olleet sinistyneitä tai

kastuneita. Pahimmillaan koko nippu menee poistoon. Tämä aiheuttaa turhaa trukkiliikennettä, nippujen siirtoja, avaamisia ja uudelleen paketointia.

Oston pitäisi olla paremmin tietoisia, mitä varastosta löytyy, jotta pystyttäisiin pitämään materiaalin kiertoa paremmin yllä. Puutavaran dimensioita pitäisi tarkastella kohteiden mukaan, jotta saataisiin optimoitua hukkan määrä.

### **Kehitettävää**

Jättilinjalle tarvittaville ohjauspuille tulisi suunnitella välivarasto 3-halliin, jotta jättilinjan työntekijöiden ei tarvitse lähteä hakemaan ohjauspuita tehtaan vastakkaisesta nurkasta. Vaihtoehtona on, että jatkoskaapalta toimitetaan päivän alussa ja lopussa ohjauspuut 3-halliin välivarastoon. Silloin elementtien valmistajat pystyisivät kohdentamaan tehokkuutensa elementtien valmistamiseen, eikä materiaalin noutamiseen.

Säteiskaapalla tehtävien osien puskuria pitää optimoida, jotta vältetään ylituotannolta. Ylituotanto tukkii säteiskaapan ympäristön sekä kulkuväylät. Kärryjen jatkuva siirtely on hukkaa, mikä olisi helppo karsia kokonaan pois. Ihanne olisi, että osat voisi heti viedä työpisteelle odottamaan seuraavan elementin aloittamista. Oikeiden osien valmistus oikea-aikaisesti vaatii työnjohdolta parempaa tuotannonsuunnittelua sekä sitoutumista suunnitelmien pitämiseksi. Esimerkiksi valmistamalla usean kohteen palokatkot peräkkäin, syntyisi elementin valmistajalla rutiinia samankaltaisten elementtien valmistamiseen. Tällöin säteiskaapalla saisi tehtyä sarjassa kaikki palokatkot, jotka menisivät heti elementtien valmistajille. Samalla välttyttäisiin puutavaranippujen vaihtamisilta, kun tehdään samasta raaka-aineesta kaikki vastaavat osat. Lisäksi palokatkojen sarjassa valmistamisen ajaksi paneelikaapalla olevan työntekijän työkuorma keventyisi, kun ei tarvitse moneen paikkaan tuottaa paneelia.

Säteiskaapan töiden paremmin organisoimisella voitaisiin saada aikaa esimerkiksi koolauspisteelle menevien koolauslautojen sahaukseen. Koolauksia sahataan satunnaisesti ennakkoon, mutta toimintatapa ei ole rutinoitunut. Resursseja olisi myös mahdollista siirtää ikkunan pukitukseen, jolloin tuottavan työn osuus kasvaisi.

Säteiskaapan ympäristöön kasaantuu erilaisia varastoita, jolloin työskentely työpisteellä hankaloituu. Työpisteen ympäristö tulisi rauhoittaa ja merkitä esimerkiksi lattiaan työpisteen rajat, jonne ei tuoda ylimääräistä tavaraa.

## **6.5 Paneelikaappa**

Paneelikaapalla sahataan tarvittavat paneelit elementteihin. Työpisteellä on yksi työntekijä, joka huolehtii oikeiden paneelien sahaamisen. Työkuormasta työntekijä selviää

pääsääntöisesti hyvin, mutta välillä työkuorma on suuri. Paneeleita pitää sahata monelle eri työpisteelle muun muassa linjan elementtien paneloijille, joita on pääsääntöisesti kaksi. Erikoiselementtejä voi valmistaa jopa neljä työntekijää. Tämän lisäksi myös jättielementtilinja tarvitsee paneeleita. Ongelmia ilmenee, kun elementteihin menee erilaista paneelia tai useampaa eri paneelityyppiä. Paneelikaapalla on tilaa ainoastaan kolmelle paneelipulle. Nippujen vaihtaminen tarkoittaa vanhan nipun pakkaamista ja sitomista. Nippu täytyy ajaa radalta pihalle, minkä jälkeen trukkikuski ottaa nipun pois ja tuo uuden tilalle. Tilannetta hankaloittaa myös muuttuvat suunnitelmat. Esimerkiksi johonkin kohteeseen on voitu sahata paneelit valmiiksi, kun toinen kohde tulee kiireellisemmäksi, jolloin kohde nostetaan tekojärjestyksen kärkeen. Tilanne aiheuttaa kiirettä ja aikaisemmin sahatut paneelit voi jäädä pitkäksi aikaan käyttämättä, jolloin materiaali voi kieroitua ja halkeilla. Sama ongelma tulee vastaan, kun paneelia ylituotetaan. Tämä voi tarkoittaa materiaalihukkaa sekä uusien paneelien sahaamista, joka on resurssien hukkaamista.

Työpisteellä koetaan pärjäävän pääsääntöisesti yksin, mutta työkuorman ollessa suuri, olisi toinen työntekijä tarpeen. Toisinaan paneloitsija aloittaa itsenäisesti elementtiin paneelien sahaamisen, mutta tämä vie aikaa tuottavasta työstä sekä hidastaa linjan toimintaa ja elementtien läpimenoaika.

Muuttuvat tilanteet ja ajojärjestyksen muuttuminen koetaan hankalana ja motivaatiota laskevana asiana. 3-hallissa sijaitseva säteiskaappa on lähellä jättielementtilinjaa, joten siellä on hyvä sahata jättilinjalta menevät paneelit. Tämä edellyttää sitä, että säteiskaappa on vapaana. Säteiskaapan ympäristö on ongelmallinen, sillä ylimääräistä tilaa ei juurikaan ole. Pitkät paneelit vaativat tilaa niin syöttöpäähän, kuin vastaanottopäähänkin. Myös trukkien tavoitettavuus on monesti huonoa. Trukeilla saattaa olla lastauksia tai muita tehtäviä, joten välillä trukkia ja paneeleita joutuu odottamaan pitkään.

### **Kehitettävää**

Materiaaliin laatuun ja dimensioihin tulisi oston kiinnittää enemmän huomiota. Päivässä kuluu noin 45 minuuttia, kun laadultaan huonoja paneeleita heitetään pois. Sivuuun heitetyt paneelit ovat ahtaassa tilassa helposti tiellä, sekä vaatii lisätyötä, kun paneelit pakataan ja viedään pois tai pätkitään pois.

Paneelikaapan työkuormaa pystyttäisiin tasaamaan, mikäli pystyttäisiin suunnittelemaan esimerkiksi erikoiselementtipöydille tehtäväksi levy pintaisia elementtejä sarjana, jolloin paneelia ei tarvitsisi pätkiä niin moneen paikkaan samanaikaisesti. Paneelikaapalla on myös vanhempi kaappasaha, johon voitaisiin siirtää resursseja kiireellisissä tilanteissa.

Vanha paneelikaappa voitaisiin poistaa ja tilalle investoida katkaisujiirisaha. Katkaisujiirisahalla onnistuisi myös tarkemmat sahaukset. Käytöltään laite olisi helpompi ja nopeampi käyttöisempi kuin vanha paneelikaappa.

## 6.6 Osatuotannon työnjohto

Osatuotannon työnjohtajan on vastuussa edellä mainittujen työpisteiden sujuvasta työkentelystä ja toimii tiimin vastuuhenkilönä. Työnjohtaja huolehtii, että osatuotannossa on valmistettu osat kulloinkin tarvittaviin elementteihin. Elementtien valmistuksen kannalta on tärkeää varmistaa, että elementtiin vaadittavat materiaalit on valmistettu oikeaan aikaan, jotta resursseja pystytään käyttämään jatkuvasti mahdollisimman suurella hyödyllä. Puuttuvat materiaalit aiheuttavat tuotannossa katkoksia, jotka pahimmassa tapauksessa jarruttavat toimituksia. Toimituspäivistä täytyy pitää kiinni ja huolehtia, että tuotannossa saadaan elementit tuotettua.

## 7 ELEMENTTITUOTANTO

### 7.1 Elementtituotannon työnkuva

Tässä kappaleessa esitellään elementtilinjan työpisteet. Elementtituotantoon kuuluvat työtehtävät lasketaan tuottavaksi työksi. Tuottavan työn osuus koko taloteollisuuden osuudesta on noin 40 prosenttia. Projektin yhtenä tavoitteena oli saada lisättyä tuottavan työn osuutta.

### 7.2 Ikkunoiden pukitus

Työpisteellä ikkunat yhdistetään tolppiin, jonka jälkeen ne menevät komponentteina jigille, jossa ne yhdistetään runkoon. Ikkunat pitää etsiä ja purkaa ikkunapaketeista. Välillä oikean ikkunan etsiminen vie aikaa. Oikea ikkuna nostetaan pukituspöydälle, jossa siihen tehdään tarvittavat eritykset ja teippaukset. Ikkunoiden karmeihin liitettävät tolpat tulevat tolppien valmistajilta. Yleensä tolpat tuo trukkikuski, kun hänelle soittaa ja pyytää tuomaan oikeat tolpat. Pukitetut ikkunat nostetaan kiskoille, joka kuljettaa ikkunat jigille. Jättilinjalle menevät pukitetut ikkunat kasataan päällekkäin työpisteen läheisyyteen, josta elementtien valmistajat noutavat ikkunapinon, kun niitä tarvitsevat. Hakemisen ajaksi resurssin tehokkuus putoaa, kun joudutaan jättämään tuotteen arvoa nostava työ. Työpisteellä tarvitaan kahta työntekijää, jotta painavia ikkunoita on turvallista käsitellä.

Työpisteen työkuorma on kaiken kaikkiaan epätasainen. Kahdella työntekijällä on kiire pysyä tahdissa. Tämä johtuu jättilinjalla valmistettavista elementeistä, sillä ulkoseinät sisältävät paljon ikkunoita. Osa seinistä ovat lähes kokonaan ikkunaa. Tämä tarkoittaa sitä, että pukittajilla on paljon työtä ja vastaavasti elementtien valmistajat pääsevät helpolla, sillä ikkunoiden ollessa valtaosa seinän pinta-alasta, jää muiden töiden osuus vähäiseksi, jolloin myös elementti valmistuu nopeammin. Työntekijät pukittavat päivässä ainakin kahteen elementtiin vaadittavat ikkunat. Lisäksi pukittajien on huolehdittava linjalle tarvittavat ikkunat. Kolmas työntekijä olisi työkuorman tasoittamisen ja aikataulussa pysymisen kannalta tarpeellinen. Kolmas työntekijä työpisteellä voisi toimia osa-aikaisena, kun avun tarve on todellinen.

Puutteelliset elementtikuvat hidastavat työpisteellä työskentelyä merkittävästi. Ikkunoiden kätisyydet tulisi aina selvittää elementtikuvasta, jolloin niitä ei tarvitse etsiä pohjakuvasta ja ikkunaluettelosta. Kolmesta kuvasta kätisyyden selvittäminen on hidasta ja altistaa virheille. Elementtikuvien kokoa toivottiin suuremmaksi, jotta kuvia olisi helpompi tulkita. Myös värilliset elementtikuvat helpottavat niiden lukemista. Elementtikuvissa olleet virheet laskevat luottamusta kuvien paikkansa pitävyyteen ja vievät aikaa, kun epäkohtia joutuu

selvittämään. Pahimmassa tapauksessa pukitetut ikkunat puretaan ja osia tehdään uudestaan. Ajojärjestykseen tai elementtikuviin tulleet muutokset pitää ilmoittaa myös pukitukseen.

Ikkunat tulevat tehtaalle lavoille pakattuina. Paketeissa olevat ikkunat eivät ole minkäänlaisessa järjestyksessä, vaan työntekijät joutuvat siirtelemään ja purkamaan monta eri ikkunapakettia, jotta saavat pukitettua oikeat ikkunat. Lavojen siirtely vie ylimääräistä aikaa.

Kiireisissä tilanteissa pukittajat pystyvät tilaamaan tolppien valmistajilta seinäkohtaisesti tarvittavat tolpat, jotta pystyvät pukittamaan tarvittavat ikkunat. Trukin kanssa yhteistyö toimii hyvin. Keväällä tehty työpisteen duunaus on helpottanut työkalujen järjestyksessä pysymistä ja niiden löytämistä.

### **Kehitettävää**

Elementtikuviin tarvitaan kehitystä, sillä pahimmassa tapauksessa ikkunan kätisyyden selvittämiseen tarvitaan kolmea eri paperia, pohjakuvaa, ikkunaluetteloa ja elementtikuvaa. Monen kuvan kanssa toimiminen kasvattaa virheen mahdollisuutta. Kätisyydet pitää olla suoraan elementtikuvassa, jolloin työ helpottuu ja nopeutuu.

Toinen ongelmakohta on ikkunapaketit. Elementtiin vaadittavat ikkunat voivat olla useassa eri ikkunapaketissa. Tämä tarkoittaa sitä, että ikkunapaketteja pitää siirrellä ja availa monta kertaa. Mikäli ikkunapaketit voitaisiin suunnitella yhtenäiseksi elementteihin vaadittavien ikkunoiden kanssa, säästyttäisiin lavojen siirtelyiltä ja usean paketin aukaisemiselta. Lisäksi ikkunapaketit saataisiin kerralla tyhjäksi, jolloin myös työpisteelle saataisiin tyhjää tilaa pakettien sujuvan poistumisen myötä.

Työpiste on aikaisemmin luettu tukityöksi, mutta jatkossa ikkunan pukitus tullaan laskemaan tuottavaksi työksi. Tämä automaattisesti vähentää aputöiden osuutta ja kasvattaa tuottavan työn määrää. Leimausten myötä saadaan tarkempaa tietoa työvaiheen vaatimista tuntimääristä eri projekteille.

Ikkunanpukittajia toivottiin kiinnittämään huomiota ikkunoiden asettamiseen syöttörullille, joka helpottaisi jigillä työskentelyä. Jigille saapuvat ikkunat olisivat hyvä olla rullaston vasemmassa laidassa, jolloin ikkunat ovat helppo nostaa jigille, eikä tarvitse tehdä ylimääräisiä nostoja. Ikkunan ollessa 1800 mm leveä tai enemmän, olisi ikkunan hyvä olla rullaston oikeassa laidassa, jolloin nosturin käyttäminen olisi helpompaa.

Pitkällä työjonolla saataisiin pukituksen työvirrasta tasaisempaa. Esimerkiksi silloin, kun linjalla valmistetaan elementtejä, joihin ei asenneta ikkunoita, voitaisiin ennakoida tulevaa ja siirtyä valmistamaan seuraavan kohteen pukituksia. Tätä ennakointia tehdään

nykyäänkin, mutta ongelmana on, että ikkunapaketit eivät välttämättä ole saapuneet tehtaalle tai elementtikuvat eivät ole tulleet tuotannolle.

Ajanjaksona, jolloin pukitusta ei pystytä tekemään, kuten esimerkiksi tuotantolinjan pysähtyessä, voisi resurssit siirtää esimerkiksi auttamaan elementtien käsin maalaamisessa, räystäiden valmistamisessa tai tuulijäkistevanerien kokoonpanossa.

### 7.3 Jigi

Työpisteellä kasataan elementin runko jigien avustuksella. Ensimmäiseksi tehdään asetukset elementtikuvan perusteella, eli siirrot joihin runkotolpat naulataan. Työntekijä noutaa ylä- ja alaohjauspuut sekä palkit jatkoskaapalta jigille. Seuraavaksi hän alkaa kasaamaan runkoa tolppa kerrallaan. Ikkunat tulevat runkoon linjalta. Ne nostetaan paikalleen nosturin avulla. Villat tolppien väleihin asetetaan jigillä. Pääsääntöisesti villan leikkaaminen tapahtuu jigillä työskentelevän työntekijän toimesta. Ajallisesti villojen sahaaminen on noin 25-40 prosenttia työajasta.

Jigi on linjaston ensimmäinen työvaihe ja vaatii toimiakseen sujuvan loppulinjaston. Jigissä on potentiaalia kasata seiniä paljon nykyistä enemmän, mutta takkuava ja aaltoileva loppulinjasto hidastaa runkojen kasaamista. Jigillä oleva työntekijä säättää valmistettavan seinän korkeuden, eli jigien leveyden manuaalisesti, joten saman korkuisia seiniä olisi järkevää tehdä peräkkäin. Samanlaisia elementtejä valmistaessa kannattaa kaikki samanlaiset seinät valmistaa peräkkäin, jolloin säästyään siirtojen uudelleen asettamiselta. Samalla muiden työpisteiden työntekijöille voi toistuvat mitat rutinoitua, jolloin läpimenoaika lyhenee. Jigiin voidaan asettaa siirrot enintään 35:lle tolppalle, jonka jälkeen jäljelle jääville tolppille on siirrot asetettava uudelleen.

#### **Kehitettävää**

Valmistettavien elementtien pituudet tulisi maksimoida. Elementtejä pystytään yhdistämään yhtenäisillä ohjauspuilla. Elementit irrotetaan työmaalla toisistaan. Elementtien tulisi olla noin 10 metrisiä, jolloin yhdellä asetuksella saataisiin tehtyä useampi elementti. Jigillä joudutaan asettamaan laitteelle mitat jokaisen elementin kohdalla uudelleen. Levyportin jälkeen tapahtuu elementin kääntö. Myös pitkät yhdistetyt elementit vähentävät kääntöjen määrää.

Linjaa voitaisiin sujuvoittaa myös työvuorojen porrastamisella. Mikäli aamulla linjalla olisi kahdelle seinälle tilaa, pystyisi jigi aloittamaan heti runkojen kasaamisen. Tyhjää tilaa pitäisi saada jigien ja koolauksen väliin. Työvuorojen porrastamisesta on saatu syksyn aikana positiivisia tuloksia, kun iltavuoroon on jäänyt jättielementtilinjan työntekijä paneloimaan



muutaman seinän valmiiksi. Tämä on mahdollistanut seuraavalle aamulle nopean tuotannon aloittamisen, kun paneloinnissa on ollut tilaa vastaanottaa koolattuja elementtejä.

Alkukesästä linjan loppupäähän viimeistelyyn tehtiin uusia telineitä viimeistelyä ja seinien varastointia varten. Tämä on vähentänyt viimeistelyyn ja pakkaukseen syntyvää ruuhkaa. Kesällä purettiin vanhaksi jäänyt pystypanelointilaite, jonka jälkeen saatiin lisää tilaa suorittaa panelointia.

#### 7.4 Elementin sisäpuolen valmistus

Jigin jälkeen elementtiin lisätään puuttuvat villat ikkuna-aukkojen ylä- ja alapuolelle. Elementtien nostamista varten kiinnitetään nostoliinat. Elementtiin lisätään sisäpuolen sähköt ja höyrynsulkumuovi, jonka jälkeen kipsilevyt ladotaan elementin päälle. Työntekijän on huolehdittava, että jigillä pystytään valmistamaan elementtejä koko ajan. Tämän lisäksi elementtiin on pitänyt asettaa levyt ennen elementin menoa levyportille. Levyportilla tapahtuu kipsilevyjen kiinnittäminen nauloilla tai hakasilla, sekä suojamuovin asennus. Levyportin jälkeen elementti käännetään ympäri siten, että saadaan elementin ulkopinta ylöspäin.

#### **Kehitettävää**

Työpisteelle tulee toimittaa etukäteen valmistettavan kohteen pohjakuvat sekä rakenteisiin liittyvät detaljit. Työpisteellä aiheutuu häiriöitä, kun työntekijä joutuu lähtemään tiedustelemaan kyseisiä dokumentteja. Elementtien valmistuskuvista puuttuvat usein levyjen kiinnitysohje sekä tieto käytettävästä kiinnikkeestä. Työnjohdon tulee ennakoidusti huomioida, että tarvittavat tiedot ovat työpisteellä.

#### 7.5 Koolauspiste

Koolauspiste on seuraava työvaihe elementin kääntämisen jälkeen. Työpisteellä pyritään pitämään kahta työntekijää. Välillä työpisteellä on yksi työntekijä, jolloin koolaus tapahtuu huomattavasti hitaammin. Linjan alkupäästä saatetaan tulla auttamaan villoituksen ja levyjen asentamisessa, mikäli linjan eteneminen on pysähtynyt. Käännön jälkeen elementtiin lisätään villat, ulkopuolen sähköt sekä puuttuvat palkit. Yleensä työntekijä joutuu lähtemään jigin läheisyydessä olevalle villasahalle leikkaamaan villaa. Lisäksi palkit täytyy nousta jatkoskaapalta ja toimittaa ahtaita kulkureittejä pitkin koolauspisteelle.

Tämän jälkeen ulkopintaan asennetaan levyt. Levyt tuodaan kärryllä elementin lähelle, josta ne nostetaan käsin elementin päälle. Levyt ovat painavia ja lisää työpisteen fyysisyyttä. Levyjen asentamisen jälkeen sahataan koolauslaudat, jotka naulataan elementtiin kiinni. Useimmiten elementteihin tulee pystykoolaus, jolloin paneelit asennetaan

vaakasuoraan. Joihinkin kohteisiin asennetaan pystypaneeli, jolloin koolauksen on oltava vaakasuoraan. Lisäksi useihin kohteisiin asennetaan ristikoolaus. Pystykoolauksia on pyritty sahaamaan osatuotannossa valmiiksi, mikäli aikataulu on antanut myöten. Koolauksen jälkeen työpisteellä asennetaan ikkunoiden suojaksi muovi, mikäli elementti välimalataan. Ikkunan suojamuovi kiinnitetään niittinuijalla kiinni runkotolppiin, joihin ikkunat ovat pukitettu kiinni. Osumapinta-ala on pieni, jolloin välillä niittinuija osuu ikkunan ulkopuolen peitelistaan, jolloin siihen jää jälki. Jälkeä yritetään korjata viimeistelypisteellä.

### **Kehitettävää**

Koolauspiste on kiireellinen työvaihe, joten pisteellä tulisi olla vakituisesti kaksi työntekijää. Kolmas työntekijä voisi toimia osa-aikaisena koolauksessa ja paneloinnissa. Esimerkiksi ristikoolauksessa olisi tarvetta kolmannelle työntekijälle. Hän voisi auttaa koolauksessa, kunnes panelointipisteet alkavat täyttymään ja siirtyä tämän jälkeen paneloimaan tai asettamaan paneloinnin lähtöjä.

Koolauslautojen toimittaminen valmiiksi mittaan sahattuna nopeuttaa työskentelyä merkittävästi. Työpiste on myös fyysisesti raskas, sillä tuulensuojalevyjä joudutaan käsin latomaan elementin päälle, kun työpisteellä ei ole nosturia. Nosturi keventäisi työpisteen fyysisyyttä ja auttaisi työskentelemään tehokkaasti koko työpäivän ajan. Levyniput ovat välillä olleet erittäin korkeita, jolloin levyjen nostaminen on ollut hankalaa. Tämä on johtunut levysahalla olevasta tuuraajasta, joka ei ole osannut ottaa nipun korkeutta huomioon. Käyttämättömille villoille tulisi kehittää siisti säilytyspiste, jotta ne eivät ole lattialla. Villaroskis ehkäisisi villojen kasaantumista lattialle. Työpisteellä on suuri hyöty työntekijän pituudesta. Kaksi pitkää työntekijää yltävät naulaamaan koolauslaudat ja tuulensuojalevyt kiinni ilman, että tarvitsee nousta elementin päälle.

## **7.6 Panelointi**

Paneloinnissa paneloitsija asentaa vaaka- tai pystypaneelit elementtiin. Työpisteellä työskentelee yleensä kaksi työntekijää. Työntekijä ensin selvittää elementtikuvan avulla paneelien lähdöt ja merkitsee ne elementtiin. Seuraavaksi etsitään seinään kuuluvat paneelit, jotka paneelikaapalla on sahattu.

Paneelit ladotaan ensin elementin päälle, jonka jälkeen ne kiinnitetään paineilmanaulaimella. Välillä elementtiin joudutaan tekemään monta jatkoskohtaa, koska paneelien pituudet ovat liian lyhyitä. Elementtien päihin tulee myös paneelien porrastuksia. Porrastusten selvittäminen vie aikaa, mikäli niitä ei ole selkeästi merkittuna elementtikuvaan. Välillä elementtiin asennetaan sekä vaaka- että pystypaneelia. Pystypaneloinnissa on muistettava sahata paneelien alapäähän tippanokka. Kyseisen viisteen kulman

asteluku on hatarasti ihmisten muistissa, eikä suinkaan missään esillä. Uudelle paneloitsijalle tämä voi aiheuttaa ongelmia.

Paneloinnissa pitää seurata puutavaran laatua ja karsia huonolaatuiset paneelit pois. Huonolaatuinen paneeli joudutaan myöhemmin vaihtamaan, joten säästytään turhalta työltä, kun kiinnitetään laatuun huomiota jo ladontavaiheessa. Ikkunoiden ja ovia-aukkojen kohdalla on oltava erityisen huolellinen, että paneelien päät eivät tule aukkojen eteen, mikäli niihin asennetaan normaalit pielet, jotta viimeistely sujuu jouhevasti. Pielettömässä mallissa paneelit tulee aukkojen eteen ja ylitysten sahaaminen pitää suorittaa tarkasti. Pieletön malli hidastaa panelointia merkittävästi, sillä sahausten kanssa pitää olla erityisen tarkkana. Sahausten kohdat mitataan ikkunan rungosta. Mikäli elementti välimaalataan, joudutaan koolauspisteellä asennettu suojamuovi repimään osittain pois mittauksen tieltä. Elementtiin on voitu suunnitella eri värisiä ja tyyliä paneeleja. Varsinkin eri värillä välimaalattavat paneelit ovat haastavia maalauksen kannalta. Kohdat pitää suojata erikseen ja tämä hidastaa maalaamista.

Panelointi on kiireellinen työpiste ja muodostaa tuotantolinjassa usein pullonkaulan. Kahdelle työntekijälle riittää hyvin työtä, mutta kolmas osa-aikainen olisi tarpeellinen. Esimerkiksi koolauksen ja paneloinnissa voisi olla työntekijä, joka tukee molempia työpisteitä. Kuljetustukien ja paneelien lähtöjen sekä paneelien latominen nopeuttaa varsinaista panelointia. Kuljetustukia joudutaan noutamaan 2-hallin päädyistä, kun panelointipisteet sijaitsevat 1-hallissa. Paneelien mitat tulisi optimoida.

### **Kehitettävää**

Työpisteellä ei aina tiedetä, mikä seinä tulisi paneloida seuraavaksi. Tämä asia korjaantuu toimittamalla pakkausluettelo työpisteelle. Paneelien asentajat jättävät ylimääräiset paneelit kärryihin, jotka tukkivat tilat ja kulkuväylät. Elementin valmistuessa ylimääräiset paneelit tulisi pätkiä pois. Pitkät paneelit voisi siirtää seuraavan elementin paneelikärryyn. Paneloitsijat joutuvat repimään ikkunan suojaksi laitetun muovin reunoista auki, jotta saavat sahattua paneelien päät oikeaan mittaan. Suojamuovin asennus voisi tapahtua vasta paneloinnin jälkeen. Tällöin niitä voidaan lyödä paneeleihin tai koolauksiin kiinni. Tämä ehkäisisi myös niittinuijan aiheuttamien kolhujen syntymistä.

Elementtikuvissa tulisi olla valmiiksi piirrettynä porrastus, jotta porrastusta ei tarvitsisi miettiä enää paneloinnissa.

Paneelien pituudet pitäisi optimoida elementtien pituuksille sopivaksi, jotta ei tarvitsisi tehdä useaa jatkosta. Samalla materiaalin laatuun tulisi kiinnittää huomiota. Välillä päivässä saattaa tunti kulua siihen, kun paneeleita vaihdetaan ja uusitaan.

## 7.7 Pielitys

Pielitys kuuluu elementtien viimeistelyyn. Viimeistelyn työtehtäviin kuuluvat elementtien välimaalaaminen, pieliosien valmistaminen ja pielien asentaminen. Paneloidut seinät maalataan maalaus koneella tai käsin. Elementit, jotka ovat yksivärisiä maalataan koneen avulla. Mikäli seinät ovat kaksivärisiä voidaan toinen sävy maalata maalaus koneella, kunhan suoja paneelit, joihin maalataan eri sävy. Elementit siirretään viimeistely pisteelle pakkausluettelon määräämässä järjestyksessä. Pielityksessä on kaksi työntekijää, joista toinen vastaa osien valmistamisesta ja toinen elementtien maalauksesta ja pielien asentamisesta.

Pääsääntöisesti kaksi työntekijää pystyy hoitamaan viimeistelyn hyvin. Välillä syntyy hetkellistä suurempaa työkuormitusta, mutta elementit, joita ei tarvitse pielittää tai maalata tasaavat työkuormaa.

### **Kehitettävää**

Viimeistelystä tulisi resursseja siirtää tehokkaammin toisiin työtehtäviin, kun pielitettävien elementtien saapuminen linjalta lakkaa. Ikkunoiden suojamuovin asentamisen voisi toteuttaa pielityksessä. Tällöin jäisi koolauksesta yksi työvaihe pois. Esimerkiksi käsin maalauksessa maalaaja pystyisi itse kontrolloimaan, kuinka paljon ikkunaa tulee suojata. Suojamuovi on isona rullana, josta leikataan sopivan kokoisia palasia ikkunoiden suojaksi. Toinen vaihtoehto olisi selvittää, voidaanko ikkunatehtaalla suojata maalattavien kohteiden ikkunat jo etukäteen. Tällöin muovien asentaminen elementtituotannossa jäisi kokonaan pois.

## 8 ELEMENTTIEN PAKKAUS JA LÄHETTÄMÖ

### 8.1 Elementtien pakkaus

Elementin pakkauksessa toimii yksi työntekijä. Hän hoitaa valmiiden elementtien tarkastamisen ja leimaamisen, minkä jälkeen elementit siirretään ulos paketoitua varten. Elementtien paketoitijärjestystä tulee noudattaa, jotta asennus rakennustyömaalla on sujuvaa. Elementit asetetaan rautoihin, jossa tapahtuu paketin kiristäminen vanteiden avulla. Lopuksi elementtipaketti muovitetaan ja merkitään. Paketin muovittaminen on ajoittain haasteellista, sillä isoa muovia nostetaan nosturilla elementtipaketin päälle. Tuulisessa säässä työsuorituksen onnistuminen on haastavaa. Pakkaamon työntekijän ollessa viimeistelemässä paketteja, joutuu linjan loppupäässä odottamaan, jotta valmiit elementit nostetaan pois nosturilla. Tämän jälkeen ulkotrukki kuljettaa paketin lastausalueelle.

Elementtipaketteja mahtuu pääsääntöisesti kolme pakkauskatokseen. Tämä tarkoittaa sitä, että valmistusjärjestystä pitää noudattaa tarkasti, jotta elementit saadaan suoraan paketteihin, eikä linja pysähdy. Toisinaan elementtipakettiin saatetaan valmistaa elementtejä, joita tehdään eri pisteillä. Esimerkiksi kaksi ensimmäistä seinää saapuu linjalta, jonka jälkeen erikoiselementtipöydältä tulee seuraava seinä. Jos elementtiä joudutaan odottamaan, tarkoittaa tämä pakkaamon pysähtymistä, jolloin myös linja, viimeistely tai elementtien maalaus saattaa pysähtyä.

#### **Kehitettävää**

Resurssien lisääminen pakkaukseen osa-aikaisesti helpottaisi pakkaamon työkuormaa. Mikäli viimeistelijä osaisi käyttää nosturia, voisi hän siirrellä linjalta saapuvia elementtejä. Myös hän joutuu usein odottamaan, että seiniä nostetaan pois edestä, joten nosturin käyttökoulutuksen jälkeen hän voisi itse siirrellä elementtejä. Työpiste on lähellä linjan loppupäätä, joten sieltä käsin on mahdollista havainnoida elementtien nostotarve. Viimeistelyssä ollaan aikaisemminkin tehty yhteistyötä pakkaamon kanssa, joten pakkausluetteloita osataan jo valmiiksi seurata.

### 8.2 Sisä- ja ulkotrukki

Sisätrukit toimittavat materiaalia, kuten villoja, nauvoja, levyjä, muoveja ja osia. Trukilla tapahtuu myös kippiroskisten tyhjentäminen. Sisätrukille soitetaan ja tilataan tarvittavat materiaalit. Välillä trukilla voi olla useampia tehtäviä jonossa, joten työpisteellä voi joutua odottamaan trukkipalveluita. Sisätiloissa olevien trukilla tyhjennettävien roskalavojen luopääseminen on haasta, jos kulkureiteille on varastoituna materiaalia. Tuotannon ajojärjestyksen muuttuminen ja informaation kulku häiritsevät myös trukikuskia. Trukille voidaan

ilmoittaa, että tietyn elementin osat tarvitaan työpisteelle, mutta seuraavana hetkenä tilanne on jo muuttunut, eikä osia tarvita. Informaation huonoa kulkua kuvaa se, että trukki on toimittanut osia työpisteelle, eikä työpisteellä ole ollut tietoa, että kyseinen elementti pitäisi seuraavaksi valmistaa. Informaatio kulkee yhteen pisteeseen, muttei kaikille sitä koskeville työpisteille.

Ulkotrukkia työllistävät erilaiset tiedustelut olemassa olevasta materiaalista. Työnjohdossa ja tuotannossa ei välttämättä tiedetä, mitä materiaaleja varastosta löytyy. Asiaa tiedustellaan trukkikuskeilta, jotka ryhtyvät etsimään ja penkomaan varastoja. Välillä oikea materiaali löytyy, mutta toisinaan materiaali on hävinnyt pienikokoisiin ja täysiin varastoihin. Oikeaa materiaalia ei löydetä, jonka jälkeen selvitetään, mistä pystyttäisiin valmistamaan vastaavat tuotteet. Pahimmillaan korvaavat osat tehdään materiaalista, jota olisi tarvittu seuraavassa projektissa. Materiaalin olemassa olon tiedostamisongelma kuormittaa monia resursseja: työntekijöitä, työnjohtoa, lähettämöä, ostajia ja trukkikuskeja.

### **Kehitettävää**

Sisätruikin ajaja voisi oma-aloitteisesti havainnoida muun muassa täysien roskiksien tyhjennykset, loppuvat villat, loppuvat koolauslaudat. Tällöin ei erikseen tarvitsisi tuotannon työntekijän etsiä trukkikuskia ja ilmoittaa loppuvasta materiaalista. Tällä oma-aloitteisuudella materiaalivirtaa pystyttäisiin sujuvoittamaan sekä vähentämään odotuksista syntyviä hukkia. Mikäli sähköiset järjestelmät mahdollistaisivat ajankohtaisten töiden ja osien tarvetilanteen reaaliaikaisen seuraamisen esimerkiksi älypuhelimelta tai tablettilta, pystyisi hän toimittamaan oikeat materiaalit työpisteelle juuri ennen seuraavan elementin aloittamista. Tällöin elementin valmistajan ei tarvitsisi käyttää aikaa materiaalien etsimiseen ja noutamiseen.

Ulkotrukkien osalta ulkovarastoiden sisältö on niin sanottua hiljaista tietoa eli trukkikuskin muistin varassa. Tarkkaa reaaliaikaista tilannetta, mitä varastosta löytyy, ei tiedetä kunnolla. Paremmalla varastoinnilla ja materiaalien kierrolla pystyttäisiin estämään materiaalien pilaantuminen ja pidettyä varastot paremmassa järjestyksessä. Tuotantoon saatetaan tilata puutavaraa, jota on jo entuudestaan varastoissa runsaasti. Tämä aiheuttaa ylimääräistä tavaroiden siirtelyä, kun yritetään saada kaikki mahtumaan katosten alle, jottei niiden tarvitsisi olla sateessa.

### **8.3 Maalaamo (irtotavarat)**

Maalaamossa työskentelee kaksi työntekijää. Työpisteellä on maalauslaatikko, joka maalaa läpityönnettävän puutavaran, kuten paneelit. Paneelien maalaaminen tapahtuu siten, että syöttöpäässä työntekijä syöttää paneelia laatikon lävitse, siihen tahtiin, kun ulostulo

päässä työntekijä ehtii siirtämään maalatun paneelin kuivumaan. Ennen paneelien maalaamista pitää tarkistaa materiaalin laatu, jotta heikkolaatuista paneelia ei maalata turhaan. Huonot paneelit heitetään sivuun ja lopuksi niistä tehdään oma nippunsa.

Alkuvalmisteluissa sävytetään maalit ja laitetaan laite maalauskuuntoon. Laitteella pystytään maalaamaan yhtä sävyä kerrallaan, jonka jälkeen laite tulee pestä ennen seuraavaa maalausta. Maalatut paneelit ladotaan suoraan nipuksi, joka paketoidaan ja kuljetetaan varastoon. Muut maalatut puutavarat asetetaan rimakärryyn, joka työnnetään kuivamoon. Maalin kuivuttua kärryt joudutaan käsin tyhjentämään ja niputtamaan.

Maalaamon ympärillä on paljon trukkiliikennettä, koska paneelinippuja joudutaan siirtämään trukin avulla.

### **Kehitettävää**

Maalaamossa työskentelevän työparin yhteistyön tulee toimia saumattomasti. Toisen laitaessa maalauskonetta valmiiksi voi toinen esimerkiksi noutaa paneelinipun, joka on tarkoitettu maalata. Huonolaatuisia paneeleita pitää karsia pois ennen maalausta, jottei ne päädy paneelikaapalle tai panelointipisteelle. Maalattavista materiaaleista pitää tulla listat hyvissä ajoin. Tällöin pystytään maalaamaan samoja värisävyjä kerralla, jolloin pystytään vähentämään maalaus koneen pesukertoja.

## 9 JÄTTILINJA JA ERIKOISELEMENTIT

Jätti- ja erikoiselementtien valmistaminen poikkeaa toimintatavaltaan varsinaisesta elementtilinjasta. Ne valmistetaan elementtien valmistamiseen tarkoitetuilla pöydillä. Elementit valmistetaan kokonaan pöydillä aina rungon kasaamisesta panelointiin ja pielitykseen. Osat pyritään toimittamaan ennakkoon työpisteelle, jottei resurssin tehokkuus laskisi materiaalien etsinnän vuoksi.

Jättilinjalla valmistetaan elementtejä, jotka pituudeltaan tai korkeudeltaan eivät sovellu työstettäväksi elementtilinjalla. Elementtiin voi kuulua esimerkiksi massiivisia Kerto-levyjä, joita ei painon vuoksi pystytä linjalla asentamaan. Tavallisesti jättilinjalla valmistetaan isompien kohteiden, kuten koulujen tai kerrostalojen elementtejä. Jättilinjalla valmistetaan 2-3 elementtiä kerrallaan esimerkiksi siten, että kaksi työntekijää valmistavat elementin sisäpuolta ja toiset kaksi valmistavat ulkopuolen. Ulkopuolen valmistuessa elementti pakataan. Valmis elementti tulee välittömästi saada pois jättilinjalta, jotta seuraava elementti pystytään kääntämään ja uusi elementti aloittamaan.

Jättilinjan työpiste on usein huonossa järjestyksessä, jonka takia työvälineitä ja materiaaleja joudutaan etsimään työvuoron vaihtumisen jälkeen. Työpisteellä on ahdasta, sillä sen läheisyyteen on tapana varastoida erilaisia levyjä ja puutavaraa. Työvuorojen vaihdot ovat haastavia, sillä työntekijät eivät välttämättä ehdi vaihtaa tilannekuvaa työtilanteesta. Tämä voi aiheuttaa elementissä laatupoikkeamia, joita korjataan myöhemmin.

Erikoiselementtejä valmistetaan pöydillä. 1-hallissa sijaitsee yhteensä kolme pöytää, joista kaksi on kääntöpöytiä. Pöydillä valmistetaan pääsääntöisesti päätykolmioita, varastojen seiniä tai väliseiniä. Elementit voivat myös olla dimensioiltaan tuotantolinjalle soveltumattomia elementtejä. 2-hallissa on kaksi elementtipöytää. Siellä valmistetaan samoja tuotteita kuin 1-hallin pöydillä, mutta pääsääntöisesti räystäiden ja välipohjien tuotanto tapahtuu 2-hallin pöydillä. Erikoiselementin valmistaa pääsääntöisesti yksi työntekijä alusta loppuun. Työntekijän on osattava elementin valmistuksen kaikki työvaiheet.

Jättilinjan työpisteen järjestyksen ylläpitämiseksi tulisi aamu- ja iltavuoron suorittaa työvuoron päätteeksi työpisteen järjestely, jotta seuraavan vuoron ei tarvitse etsiä työvälineitä. Työviihtyvyyys lisääntyy, kun työt alkavat siistillä työpisteellä. Informaation kulkua voidaan lisätä limittämällä työvuorojen vaihdot, jolloin aikaa jää tilanpäivitykselle.

Erikoiselementtien valmistamista pystytään tehostamaan, kun tarvittavat materiaalit toimitetaan työpisteelle ennen edellisen työn loppumista. Tällöin työntekijän ei tarvitse itse lähteä etsimään valmistettavan elementin osia. Tämä myös selkeyttää työntekijän työkuor-  
maa, eli tietoa siitä, mitä seuraavaksi pitää tehdä.



## 10 TUTKIMUS TYÖAJAN JAKAUMASTA

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, kuinka työpisteellä tehdyt tunnit kohdentuvat tuotavaan työhön. Tutkimusta varten luotiin lomake, jota työpisteillä täytettiin kahden viikon ajan. Tutkimus tehtiin elementtilinjaan kuuluvista työpisteistä. Tutkimuksessa tutkittiin, kuinka paljon työajasta on

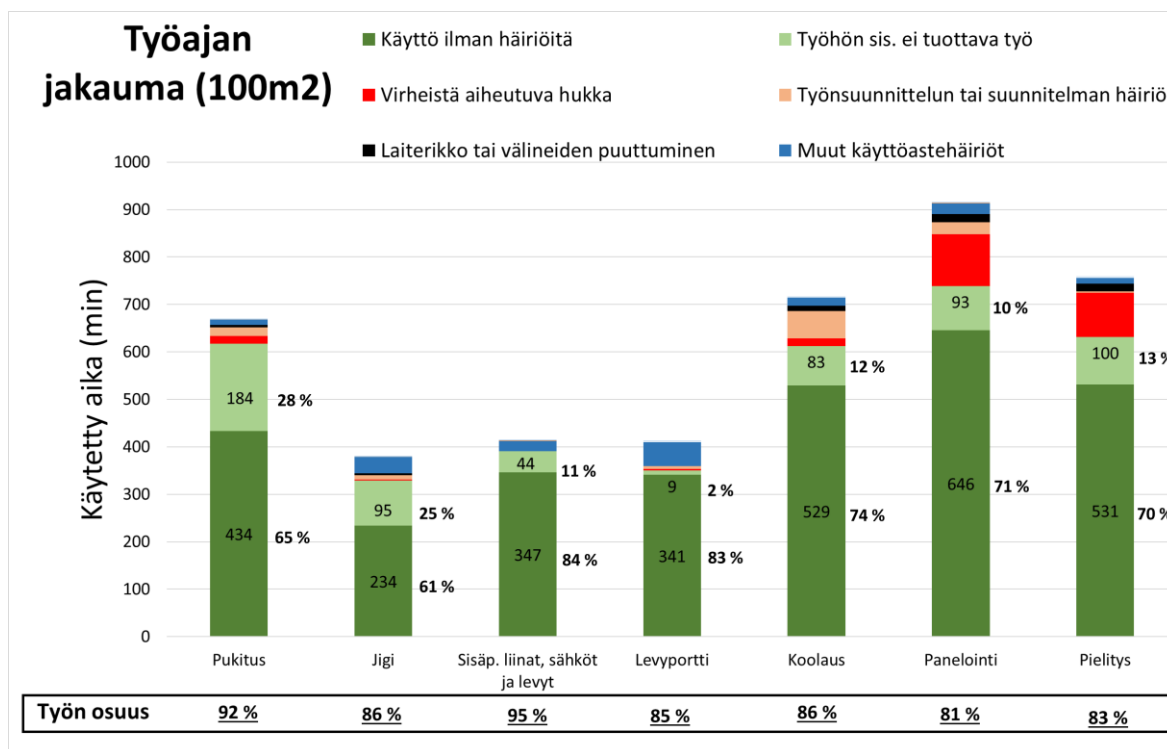
- tuottavaa työtä (työtä, mikä suoranaisesti kohdistuu valmistettavaan elementtiin)
- työhön sisältyvää, ei tuottavaa työtä (villojen ja lautojen sahaamiset, materiaalien noudot, koneiden asetteiden luomiseen kuluva aika ja materiaalien noudot)
- virheistä johtuvaa hukkaa (materiaalin laatupuutteet, materiaalien ja osien puuttumiset sekä virheiden korjaamiset)
- työn suunnittelun tai suunnitelman häiriöitä (elementtikuvissa epäselvyyksiä tai työjonossa epäselvyyksiä)
- laiterikoja ja välineiden puuttumista (koneiden huoltoihin kulunut aika, työkalut tai -välineet hukassa tai epäkunnossa)
- muut käyttöastehäiriöt (muut häiriöt ja toisen työpisteen aiheuttama työpisteen pysähtyminen).

Tutkimuksessa huomioitiin työajan lisäksi valmistettujen elementtien määrät neliömetreinä. Tutkimuksen aikana saadut määrät suhteutettiin siten, että saatiin selville, kuinka paljon työaikaa tarvitaan sadan neliömetrin valmistamiseen (kuvio 1). Pylväisiin on kirjattuna minuutit ja prosenttiosuudet tuottavasta työstä (käytöstä ilman häiriöitä) sekä työhön sisältyvän, ei tuottavan työn osuus. Kuvioista huomataan tuottavan työn osuuden olevan noin 60-85 prosenttia riippuen työpisteestä. Työajasta käytetään noin 10-30 prosenttia valmistelevaan työhön, joita ovat esimerkiksi villojen, koolauslautojen sahaaminen tai asetteiden asettaminen. Tällöin työ ei kohdistu suoranaisesti valmistettavaan tuotteeseen. Tutkimuksen lyhyen otantajakson myötä, voidaan todeta saatujen tulosten olevan suuntaa-antavia. Tuottavan työn osuutta saadaan kasvatettua, kun pystytään karsimaan virheet, sekä suunnittelusta ja tiedonkulusta johtuvat katkokset.

Kuvion perusteella pystytään myös kohdentamaan resursseja oikeille työpisteille.

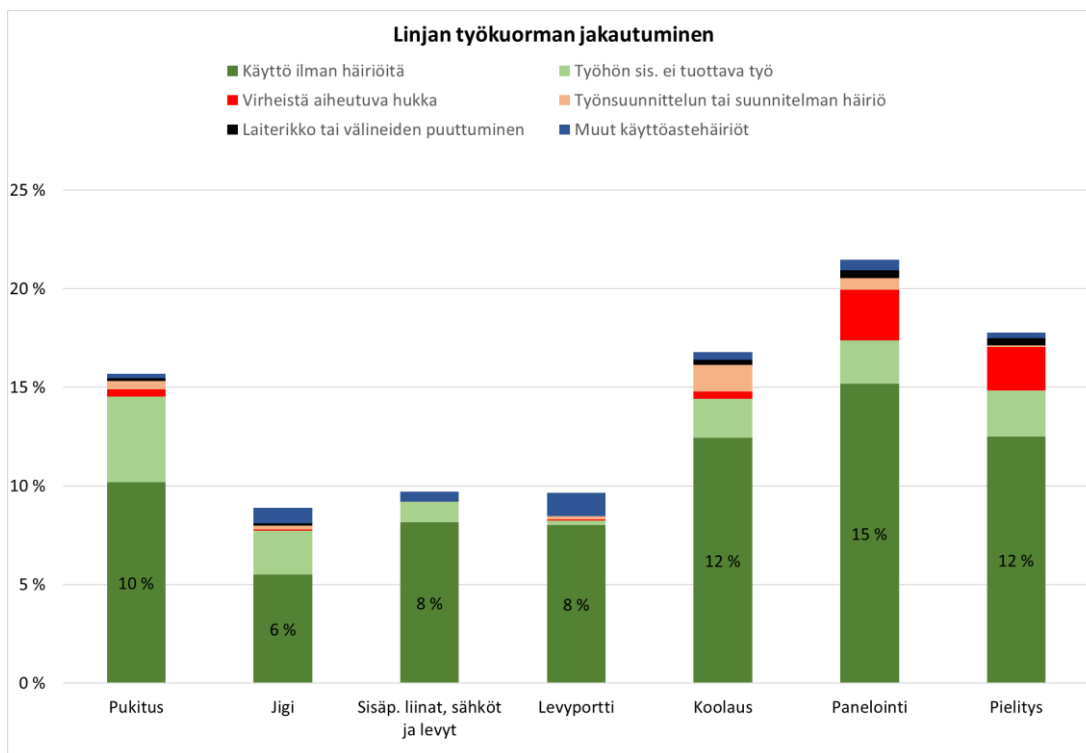
Esimerkiksi koolauksessa ja paneloinnissa vaaditaan lähes puolet enemmän työaikaa sadan neliömetrin tuottamiseen kuin tuotantolinjan alkupäällä. Ilman riittäviä resursseja

pullonkaulat syntyvät varmasti. Tutkimuksessa ei huomioitu valmistettavan tuoteyksikön rakenteellisia eroja. Väliseinäelementit eivät kuormita panelointia, eikä viimeistelyä lainkaan. Tämä johtuu siitä, että elementtejä ei paneloida, eikä ne sisällä ikkunoita.



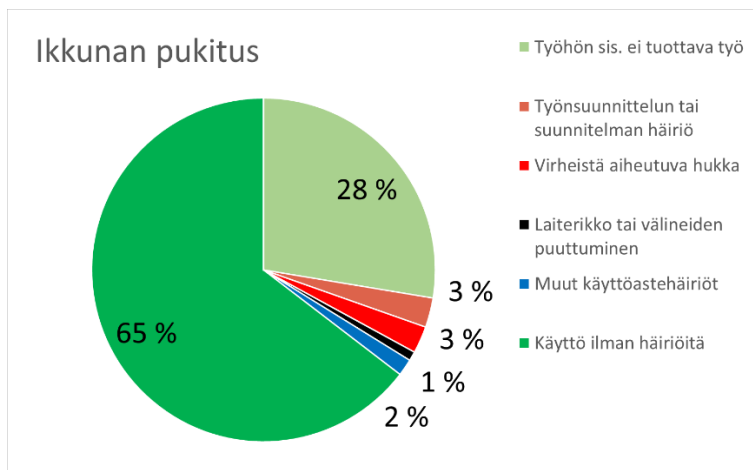
Kuvio 1. Elementtilinjan työajan jakauma.

Koko tuotantolinjan työkuorman jakautumista tarkastellessa (kuvio 2) huomataan, että työpisteiden tuottavan työn osuus on koko tuotantolinjalla 71 prosenttia ja välittömän työn osuus 13 prosenttia. Jäljelle jäävät 16 prosenttia ovat erilaisista häiriöistä koostuvaa hukkaa. Työajasta tämä vie noin 1,2 tuntia pois, kun työpäivän pituudeksi on määritetty 7,5 tuntia.



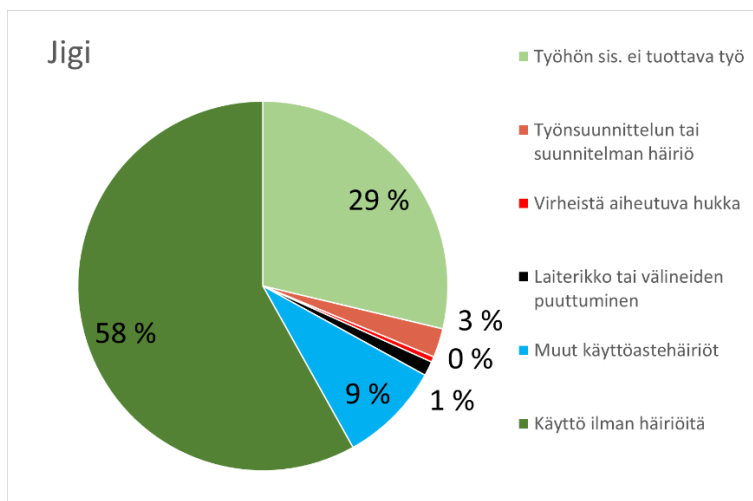
Kuvio 2. Tuotantolinjan työkuorman jakautuminen

Tarkemmat työpistekohtaiset käyttöaset ja häiriöt ovat prosentuaalisesti esitettynä (kuvio 3-9)



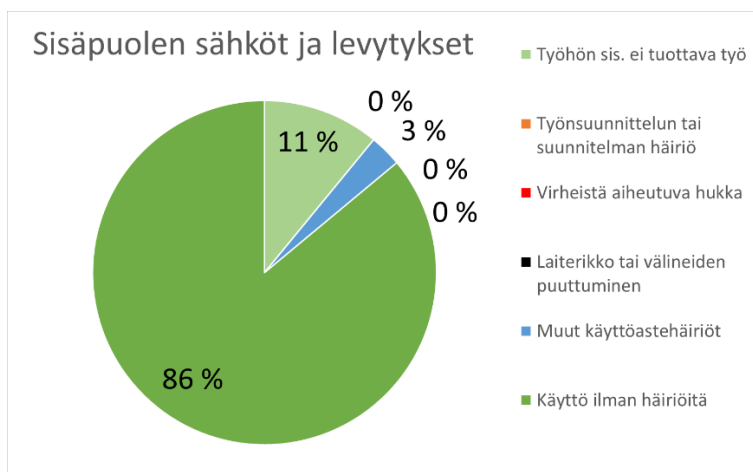
Kuvio 3. Ikkunan pukituksen työajan jakauma

Ikkunan pukituksessa noin kolmannes työajasta käytetään valmistelevaan työhön, kuten ikkunapakettien siirtelyyn ja purkamiseen. Suurin osa häiriöistä johtui elementtikuvista puuttuvista ikkunan kätisyksistä (kuvio 3).



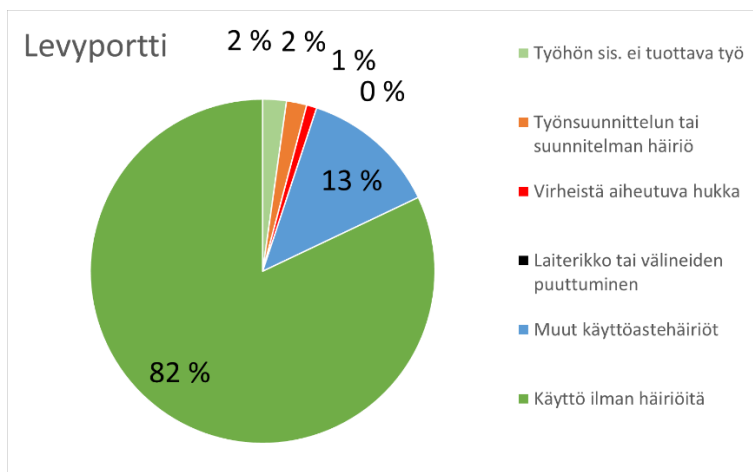
Kuvio 4. Jigin työajan jakauma

Jigillä työajasta noin kolmannes käytetään valmistelevaan työhön. Tällä työpisteellä se tarkoittaa villojen sahaamista ja asetteiden luomista. Työpisteellä ilmenneet muut häiriöt ovat johtuneet muiden työpisteiden pysähtymisistä, jolloin jigillä ei ole pystytty kokoamaan elementtien runkoja. Näiden osuus on ollut lähes 10 prosenttia työajasta (kuvio 4).

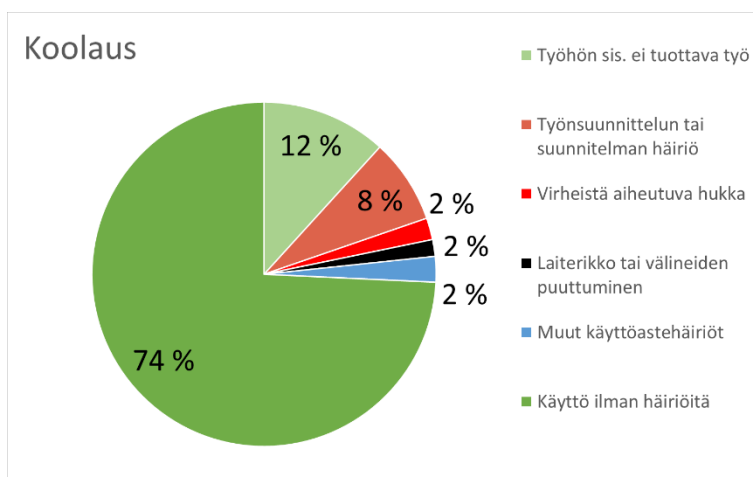


Kuvio 5. Sisäpuolen valmistuksen työajan jakauma

Sisäpuolen valmistuksessa (kuvio 5) sekä levyportilla (kuvio 6) tuottavan työn osuudet ovat 86 ja 82 prosenttia. Sisäpuolen valmistuksessa ei havaittu suurempia häiriöitä. Osittain se johtuu siitä, että työpisteellä pystytään työstämään useaa elementtiä samanaikaisesti. Häiriötilanteissa osataan omatoimisesti siirtyä ennakoitusti valmistamaan toista elementtiä. Levyportilla häiriöitä aiheuttaa koolaukseen syntyvät pullonkaulat, jolloin elementtiä ei pystytä kääntämään. Tällöin työntekijä siirtyy auttamaan toista työpistettä. Työ ei tänä aikana anna lisäarvoa varsinaiselle työpisteelle, mutta edesauttaa pullonkaulan purkamista.

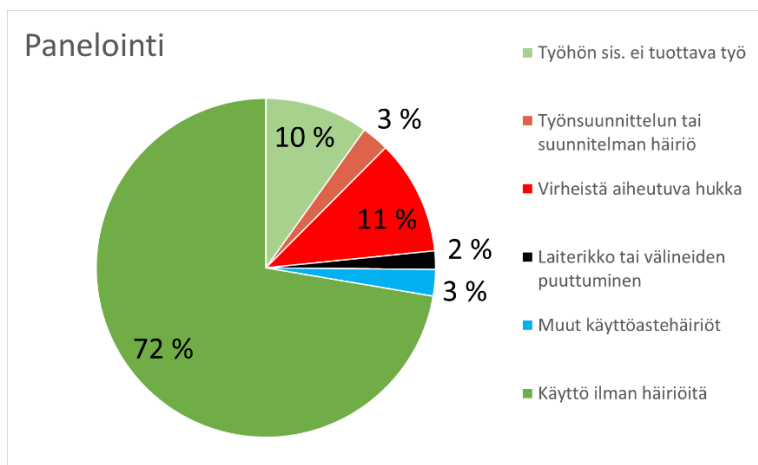


Kuvio 6. Levyportin työajan jakauma

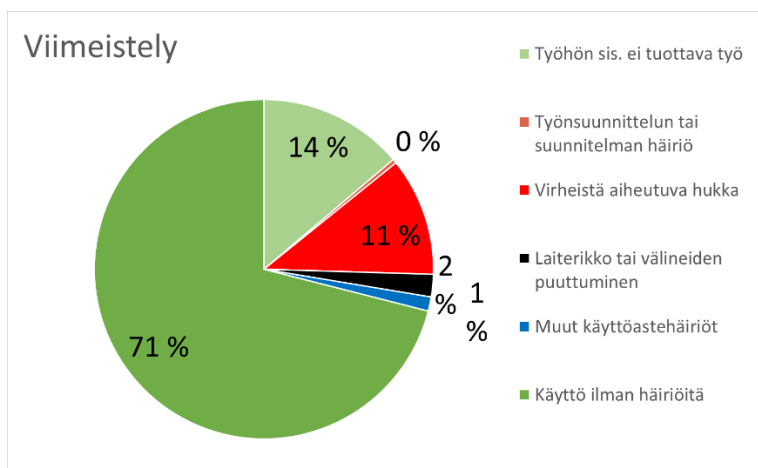


Kuvio 7. Koolauksen työajan jakauma

Koolauksessa työnsuunnittelun tai suunnitelman puutteellisuudesta johtuvat häiriöt vievät työajasta lähes 10 prosenttia (kuvio 7). Pääsääntöisesti tämä johtuu elementtikuvien epäselvyydestä tai siitä, ettei luoteta piirrettyyn elementtikuvaan, vaan varmistetaan asiat virheiden välttämiseksi. Yleensä elementtikuvan tutkiminen aiheuttaa keskustelua työparin kanssa, jolloin molempien työntekijöiden työskentely pysähtyy. Koolauspisteellä on yleensä kaksi elementtiä samanaikaisesti, joten toisen työntekijän tulisi siirtyä valmistelemaan toista elementtiä, jos epäselvyyksiä tulee.



Kuvio 8. Paneloinnin työajan jakauma



Kuvio 9. Viimeistelyn eli pielityksen työajan jakauma

Paneloinnissa (kuvio 8) ja viimeistelyssä (kuvio 9) tuottavan työn osuudet ovat noin 70 prosenttia. Tutkimusajanjakson aikana paneelin laadunvalvonnassa tapahtuneen sekaannuksen johdosta molemmilla työpisteillä jouduttiin korjaamaan elementtejä. Tästä johtuen molempien työpisteiden työajasta kului yli 10 prosenttia virheiden korjaamiseen. Tämä hidasti myös koko tuotantolinjaa aina jigille asti. Panelointiin syntynyt pullonkaula vaikuttaa jigisiin yleensä seuraavana päivänä. Tämän takia olisi tärkeää varmistaa esimerkiksi ilta-vuoron avulla, että joka aamu linjan alkupäässä on vapaata tilaa aloittaa elementtien valmistaminen.

## 11 JOHTOPÄÄTÖKSET

### 11.1 Osatuotanto

Osatuotannossa haasteina ovat puutavaran heikko laatu, tilanpuute sekä muuttuvat tuotantojärjestykset. Laadullisesti huonon puutavaran poistaminen kuluttaa resurssia sekä tukkii työpisteen jo entuudestaan pienet työskentelytilat. Huonosta puutavarasta syntyy materiaali-, kuljetus-, varasto- ja prosessihukkaa. Paremmalla varastohallinnalla ja materiaalikierrolla pystytään vähentämään materiaalin aikaa varastossa, jolloin materiaali pysyy parempi laatuksena. Lisäksi puutavaraa ostettaessa tulee laatuun kiinnittää huomiota. Arvokkaampi materiaali maksaa itsensä takaisin, kun säästytään epäkurantin materiaalin käsittelyltä. Oikea-aikaisella ja tarkoituksenmukaisella osien tuottamisella vältetään ylituottamiselta, jolloin varastointitilojen tarve vähenee. Ylituottamisen sijasta tulee resursseja kohdentaa tuottavaan työhön, eli elementtien valmistamiseen.

Muuttuvat tuotantojärjestykset aiheuttavat tilanteita, jolloin elementin valmistaja joutuu odottamaan puuttuvia osia. Tuotantojärjestykset täytyy suunnitella tarkasti, jotta elementteihin tarvittavat materiaalit on valmistettu ennen elementin valmistamisen alkamista.

### 11.2 Elementtituotanto

Elementtituotannon eli tuotantolinjan suurin haaste on työpisteiden työkuormien epätasaisuus. Toisilla työpisteillä täytyy tehdä enemmän, kuin jollain muulla työpisteellä. Tähän vaikuttaa erityisesti elementtien rakenteelliset eroavaisuudet. Pullonkauloja syntyy aina, joka vaatii resurssien siirtämistä oikea-aikaisesti. Työntekijät saattavat jäädä odottamaan toimettomana, että seuraavalla työpisteellä saadaan valmisteltua elementti sen sijaan, että autettaisiin työpistettä. Työntekijöiden moniosaamista tulee kehittää, jotta jokainen työntekijä on kykenevä auttamaan toista ruuhkautuneella työpisteellä. Asenteella on myös suuri merkitys, jotta yhteistyö on toimivaa.

## 12 YHTEENVETO

Opinnäytetyön päätavoitteena oli parantaa taloteollisuuden tuotannon sujuvuutta sekä lisätä työntekijöiden moniosaamista työnkierron avulla. Työ alkoi 4.9.2018 yhteisellä palaverilla, johon osallistuin yhdessä esimiesten ja tuotannon työntekijöiden kanssa. Palaverissa tiedotettiin tuotannon työntekijöitä opinnäytetyöprojektista ja sen päämäärästä. Samalla asetettiin tuotannolle tavoitteet, kuinka tuotannon sujuvuutta ja työnkiertoa tullaan parantamaan seuraavan kolmen kuukauden aikana. Toimeksiantajan kanssa pidettiin tiiviisti yhteyttä opinnäytetyön ajan.

Työ jatkui työntekijöiden haastatteluilla, työtapojen tutkimisella ja tuotantotilojen kartoittamisella. Olen työskennellyt kolmen kesän ajan tuotannossa, joten työntekijöitä oli helppo lähestyä. Haastatteluista sain paljon havaintoja erilaisista ongelmista, joista tuotanto kärsii. Koin työntekijöiden kertovan näkemyksistään avoimesti, rehellisesti ja yhteistyöhenkisesti. Koen haastatteluiden parantaneen tuotannon ja johdon yhteistyötä, kun työntekijät otettiin kampanjassa hyvin huomioon.

Teoriaosuudesta saatiin tietoa ja toimintatapoja, joilla voitiin vähentää hukkaa, sekä kohdistaa resursseja paremmin tuottavaan työhön. Lean ajattelutapaa soveltaen kehitettiin tutkimus työajan jakaumasta, jonka avulla saatiin tietoa tuottavan työn osuudesta ja hukkien määrästä. Tutkimuksella saatiin suuntaa-antavia tuloksia, mutta tarkempien tulosten saamiseksi tulisi seurantaa jalostaa tarkemmaksi sekä jatkaa tutkimusta. Tutkimus ei huomionnut tuotteiden rakenteellista muutosta, eli elementtien monimutkaisuutta. Tutkimuksen jatkamisella saadaan parempaa kokonais kuvaa häiriöiden toistuvuudesta ja niiden kestoista. Tutkimuksen avulla pystytään laskemaan häiriöille kustannusarviot, jonka avulla saadaan määriteltyä investoinnille takaisinmaksuaika.

Projekti päättyi 18.12.2018 loppupalaveriin, jossa tulokset esitettiin tuotannolle ja esimiehille. Tuotantomäärät kasvoivat projektin aikana. Positiivista kehitystä voidaan perustella lisääntyneellä työnkierrolla, sujuvuuden kehittymisellä sekä asennemuutoksella.

Sujuvuutta tulee kehittää pitkäjänteisesti, eikä se tapahdu hetkessä. Projekti saatiin hyvin käyntiin. Sujuvuuteen tulee kiinnittää jatkossakin huomiota, jotta saadaan kasvatettua tuottavan työn osuutta. Epäkohtiin tulee reagoida siten, että juurisyy saadaan poistettua.



## LÄHTEET

### Elektroniset lähteet:

JIT (Just-in-time) ja imuohjaus 2018. Logistiikan maailma [viitattu 25.11.2018]. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/jit-just-in-time-ja-imuohjaus/>

Koskisen Oy 2018a. Me olemme Koskisen [viitattu 22.10.2018]. Saatavissa: <https://koski-sen.fi/konserni/perheyritys/>

Koskisen Oy 2018b. Lastulevytuotteet [viitattu 22.10.2018]. Saatavissa: <https://koski-sen.fi/koskisen/lastulevy/>

Koskisen Oy 2018c. Ohutvaneriteollisuus [viitattu 22.10.2018]. Saatavissa <https://koski-sen.fi/konserni/ohutvaneriteollisuus/>

Koskisen Oy 2018d. Sahateollisuus [viitattu 22.10.2018]. Saatavissa <https://koski-sen.fi/konserni/sahateollisuus/>

Koskisen Oy 2018e. Seinäelementit ja kattoratkaisut [viitattu 22.10.2018]. Saatavissa <https://koskisen.fi/koskisen/seinaelementit-ja-kattoratkaisut/>

Six Sigma. 2018. Yleistä Leanista [viitattu 19.11.2018]. <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/yleinen/http://www.sixsigma.fi/fi/lean/yleinen/>

### Painetut lähteet

Modig, N. & Åhlström, P. 2016. Tätä on lean: ratkaisu tehokkuusparadoksiin. 5. painos. Tukholma: Rheologica publishing.

Ranne, J. 2015. Sytytä innovatiivinen ajattelu! Helsinki: Suomen yritysikirjat Oy.

Sydänmaalakka, P. 2000. Älykäs organisaatio – tiedon, osaamisen ja suorituksen johtaminen. Helsinki: Talentum Media Oy.

Tuominen, K. & Malmberg, L. 2010. Lean – Tehoa ja laatua hukan vähentämiseen. Helsinki: Readme.fi.

Viitala, R. 2005. Johda osaamista!: Osaamisen johtaminen teoriasta käytäntöön. Helsinki: Inforviestintä.

Suulliset lähteet:

Moilanen, H. 2018. Tekninen johtaja. Koskisen Oy. Useita haastatteluita syyskuu – joulukuu 2018.