



Karelia-ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Konetekniikan koulutus

# Maalauslinjaston tehokkuuden nostaminen

Jussi Turunen

Opinnäytetyö, toukokuu 2025

[www.karelia.fi](http://www.karelia.fi)



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Toukokuu 2025**  
**Konetekniikan koulutus**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600

Tekijä  
Jussi Turunen

Nimeke  
Maalauslinjaston tehokkuuden nostaminen

Toimeksiantaja  
Finelcomp Oy

**Tiivistelmä**

Tämä opinnäytetyö käsitteli outokumpulaisen Finelcomp Oy:n maalauslinjaston tehokkuuden kehittämistä. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää työntutkimuksen keinoin maalauslinjaston hukkaa aiheuttavat tekijät. Seisonta-aikojen selvittämisellä pyrittiin nopeuttamaan maalauslinjaston tuotteiden läpimenoaikaa. Opinnäytetyö oli kehittämistutkimus. Työssä käytettiin kvalitatiivisia ja kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä.

Tutkimusongelmana oli maalauslinjaston seisonta-aikaan vaikuttavat tekijät.  
Tutkimuskysymys oli: Mitkä tekijät hidastavat maalauslinjastoa?

Opinnäytetyössä esiteltiin käytössä oleva maalauslinjaston prosessi. Empiirisessä osuudessa tehtiin mittauksia maalauslinjaston seisonta-ajasta ja havainnointiin ongelman aiheuttajat.

Tutkimuksen tuloksena saatiin kehitysratkaisuja maalauslinjaston seisonta-aikojen vähentämiseen. Kehitysratkaisujen toteutuessa maalauslinjaston hukka vähenee ja maalausprosessista saadaan kustannustehokkaampi.

Kieli  
suomi

Sivuja 39

Asiasanat  
maalauslinjasto, lean, pareto, työntutkimus, kehittäminen



**THESIS**  
**May 2025**  
**Degree Programme in Mechanical Engineering**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+ 358 13 260 600

Author  
Jussi Turunen

Title  
Improving the Efficiency of the Painting Line

Commissioned by  
Finelcomp Oy

#### Abstract

This thesis was about improving the efficiency of the painting line at Finelcomp Oy in Outokumpu. The aim of the thesis was to find out the factors that cause downtime in the painting line by means of a work study. The aim of the study was to reduce the cycle time of the products on the painting line. The thesis was a developmental study where qualitative and quantitative research methods were applied.

The research problem was the factors affecting the downtime of the painting line. The research question was "What factors slow down the paint line?". The thesis presents the painting line process in use. In the empirical part, the downtime of the painting line was measured and the causes of the problem were observed.

The study resulted in the development of solutions to reduce the downtime of the painting line. By implementing these solutions, the painting line downtime will be reduced and the painting process will become more cost-effective.

Language  
Finnish

Pages 39

Keywords  
painting line, lean, pareto, work study, development

# Sisältö

1	Johdanto .....	1
1.1	Opinnäytetyön aihe .....	1
1.2	Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus.....	1
1.3	Toimeksiantajan esittely .....	2
2	Lean.....	3
2.1	Lean toimintamalli .....	3
2.2	Lean-periaate toiminnan kehittämisessä .....	4
2.3	Hukka .....	5
2.4	Työturvallisuus ja ergonomia .....	7
2.5	Jatkuva parantaminen .....	7
2.6	Työn vakiinnuttaminen .....	8
2.7	Työohjeet.....	8
2.8	Tuotannon tasoitus .....	9
2.9	Virtaus ja keskeneräinen tuotanto.....	9
2.10	Laadunvarmistus .....	10
2.11	5S .....	10
3	Pareto-periaate .....	11
4	Työntutkimus .....	12
4.1	Työtutkimus yleisesti.....	12
4.2	Työnmittaustapahtuma .....	12
4.3	Työnmittausmenetelmät .....	13
4.3.1	Jatkuva ajankäyttötutkimus.....	14
4.3.2	Normaaliaikatutkimus .....	15
4.3.3	Havainnointitutkimus.....	15
4.3.4	Liikeikatutkimus .....	16
4.3.5	Standardiaikajärjestelmät .....	16
4.3.6	Käyttöaste.....	16
5	Opinnäytetyön toteutus .....	17
5.1	Opinnäytetyöprosessi .....	17
5.2	Tutkimusmenetelmät .....	17
5.3	Aineiston- ja tiedonkeruu .....	18
5.4	Aineiston analysointi .....	19
6	Finelcomp Oy:n maalauslinjaston nykytilanne .....	20
6.1	Maalausprosessi .....	20
6.2	Työtehtävät.....	20
6.3	Jauhemaalaus .....	21
6.4	Ripustelu ja suojaus.....	22
6.5	Pesu ja kemikaalikäsittely .....	23
6.6	Kuivaus .....	24
6.7	Pulverimaalaus .....	24
6.8	Kiteytys .....	24
6.9	Purku ja pakkaus .....	25
7	Tutkimustulokset.....	25
7.1	Maalauslinjaston käyttöaste.....	25
7.2	Hukan aiheuttajat.....	26
7.2.1	Hukka Lean-periaatteen mukaisesti.....	27
7.2.2	Hukka Pareto-periaatteen mukaisesti .....	28

7.3	Tutkimustulosten yhteenveto ja tarkastelu .....	29
7.4	Kehitysehdotukset .....	31
7.4.1	Aamuvuoron aikaistaminen porrastetusti .....	31
7.4.2	Maalin lisäämisen toimintatapamuutos .....	32
7.4.3	Ripustelumenetelmän muutos .....	34
7.4.4	Yhteenveto kehitysehdotuksista .....	34
8	Pohdinta.....	35
	Lähteet.....	38

# 1 Johdanto

## 1.1 Opinnäytetyön aihe

Tämä opinnäytetyö on kehitystutkimus outokumpulaiselle metalliyhtiölle Finelcomp Oy:lle. Tutkimus tehdään työntutkimuksen keinoin. Tarkoituksena on mitata maalauslinjaston seisonta-ajat ja pyrkiä seisonta-aikojen syiden selvittämisellä vähentämään hukkaa. Tutkimuksen tulokset ovat hyödynnettävissä toimeksiantajan maalauslinjaston prosessissa. Maalauslinjasto on mahdollista saada kustannustehokkaammaksi opinnäytetyön kehitysratkaisujen avulla.

Opinnäytetyön tutkimusongelma on maalauslinjaston seisonta-aikaan vaikuttavat tekijät. Opinnäytetyön tehtävänä on vastata tutkimuskysymykseen: Mitkä tekijät hidastavat maalauslinjastoa?

Tutkimuksen tekijä on ollut toimeksiantajan palveluksessa maalauslinjastolla useita vuosia ennen opintojensa aloitusta. Tästä syystä opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja tuttu.

Yritysten kilpailukyvyn nostaminen vaatii yrityksiltä moninaisia toimenpiteitä. Yritystoiminnan kehittämistä hyötyvät sekä työntekijät että itse yritys. Työntutkimusta käytetään yrityksen tuottavuuden kehittämismenetelmänä. Se on välttämätön työkalu organisaatiolle suorituskyvyn optimoimiseksi. Työntutkimuksessa tarkastellaan sekä työn tekemiseen että työsuoritukseen vaikuttavia tekijöitä. Tekijät liittyvät työsuorituksen tehokkuuteen, turvallisuuteen ja taloudellisuuteen. Tässä opinnäytetyössä tutkitaan työntutkimuksen menetelmin, kuinka tuotteen läpimenoaikaa pystytään nopeuttamaan maalilinjastolla. (Ahokas, Tiihonen, Neuvonen & Suikki 2011.)

## 1.2 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää toimeksiantaja Finelcomp Oy:n maalauslinjaston toimintaa tehokkaammaksi. Tutkimuksesta rajattiin pois muiden tehtaan osastojen vaikutukset maalauslinjaston toimintaan. Kehitysehdotukset

laaditaan työntutkimuksen menetelmistä saaduista tuloksista. Työn taustajatuksena on vähentää maalauslinjaston seisonta-aikaa. Opinnäytetyön tutkimuskysymys on: Mitkä tekijät hidastavat maalauslinjastoa?

Teoriaosuudessa on peruskäsitteitä Leanista, työntutkimisesta, maalauslinjaston prosessista ja Paretonista. Tutkimusosuudessa selvitetään toimeksiantajan maalauslinjaston prosessi ja todetut maalauslinjastoa hidastavat tekijät. Empiiristä aineistoa kerätään yrityksen omasta intrasta, havainnoimalla ja haastattelemalla sekä jatkuvalla ajankäyttötutkimuksella. Tutkija mittaa kellottamalla työtehtäviin käytettävää aikaa. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2015.)

Opinnäytetyö rajattiin käsittelemään pelkästään maalauslinjastoa. Tutkimukseen ei otettu mukaan muiden tehtaan osastojen esimerkiksi hitsaamon vaikutusta maalauslinjaston toimintaan.

### **1.3 Toimeksiantajan esittely**

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Outokummussa sijaitseva Finelcomp Oy. Finelcomp Oy tuottaa ratkaisuja sähkönjakelu- ja telelaitteiden kotelointi- ja kiinnitysmekaniikan tarpeisiin. Finelcomp Oy tarjoaa korkealaatuista ja kilpailukykyistä ohutlevyosien sopimusvalmistusta asiakkailleen. Tuotantoprosessi tapahtuu suorasta pelistä valmiiseen tuotteeseen. Tuotantoprosessiin kuuluu levyjen leikkaus laserilla tai painamalla. Tuotteet kantataan joko hydraulisilla särmäyspuristimilla tai ohutlevytyöstökoneella. Tuotantoprosessiin kuuluu myös hitsaus, sinkopuhallus, maalaus ja kokoonpanotyö. (Finelcomp Oy 2021.) Ilmakuva Finelcomp Oy:n Outokummun tehtaasta kuvassa 1.



Kuva 1. Finelcomp Oy -tehdas (HSQR partner).

## 2 Lean

### 2.1 Lean toimintamalli

Lean-toimintamallin tuotantoperiaate on peräisin Toyota-tehtaalta Japanista. Leanin tarkoituksena on kehittää yrityksissä resurssien kohdentamista järkevästi, tarkoituksenmukaisesti ja täsmällisesti lähtien asiakasnäkökulmasta. Näillä pyritään parantamaan työskentelyolosuhteita, kilpailukykyä ja oikeiden asioiden tekemistä. (Kouri 2010.)

Lean-johtamisfilosofia tuli tunnetuksi *The Machine That Changed the World*-kirjasta. Kirjan julkaisivat James Womack ja Danien Jones vuonna 1990. Siitä lähtien Lean-menetelmä on ollut käytössä prosessien kehittämisen ja laatuun liittyvissä asioissa. (Vuorinen 2013.)

Lean-toimintamallia on käytetty esimerkiksi metalli- ja prosessiteollisuudessa prosessien hukan ja turhien toimintojen vähentämiseksi. Vaikka Lean-tekniikat ovat alun perin kehitetty kappale-tavarateollisuuteen, Lean-perusperiaatteet

(virtaus, imu, tuotannon tasoitus, laatu ja jatkuva parantaminen) soveltuvat erinomaisesti myös metalli- ja prosessiteollisuuteen. (Karjalainen & Karjalainen 2008.)

1. Asiakkaalle tuleva lisäarvo.
2. Selkeät tavoitteet, seuranta ja mittarit.
3. Suora ja avoin tiedonkulku.
4. Henkilöstön yhteistoiminta.
5. Kokonaisuuden hahmottaminen.
6. Turhien ja ylimääräisten kustannusten välttäminen.
7. Jatkuva kehittäminen.

Taulukko 1. Lean-toiminnan perusteet (Kajaste & Liukko 1994).

Yhteenvedona Leanista voidaan todeta, että sen tarkoituksena on parantaa työskentelyolosuhteita ja yrityksen kilpailukykyä, antaa mahdollisuus työntekijöille osallistua sekä ohjata oikeiden asioiden tekemiseen (Kouri 2010.).

## 2.2 Lean-periaate toiminnan kehittämisessä

Yritysten toiminta on saatava mahdollisimman kannattavaksi. Yritysten toimintaa ja prosesseja voidaan parantaa Leania apuna käyttäen.

Jokisen (2020) omakohtaiseen kokemukseen ja kirjallisuuteen perustuen Leanin käyttöönottamisella on mahdollista saada aikaan jopa 30% - 50% parannustyön tuottavuuteen. Toisaalta joidenkin lähteiden mukaan jopa 90% Lean-hankkeista epäonnistuu, koska niistä puuttuu pitkäjänteinen Lean-kulttuurin luominen. Usein otetaan käyttöön 5S-toimintamalli ja hetkellisen onnistumisen jälkeen toimintatapa palautuu ennalleen pitkäjänteisen ylläpidon ja muutoksen jatkuvuuden merkitystä sisäistämättä. Koska Leanin keskiössä on ihmisten osaamisen jatkuva kehittyminen, on yrityksen johdon tunnettava Leanin ajattelutapa ja sitouduttava sen toteuttamiseen organisaatiossa kaikilla tasoilla. Tulosten saavuttamiseksi on tekijöiden oivallettava Leanin käyttöönottamiselle kestävä perusta.

## 2.3 Hukka

Leanin ydinajatuksena pidetään virtauksen maksimointia prosessissa, asiakasarvoa lisäävän työn maksimoimiseen ja kaiken tehottomuuden ”hukan” poistamista. Esimerkiksi Toyotalla virtauksen maksimoinnilla mahdollistettiin nopea eteneminen raaka-aineesta tuotteen valmistamiseen. Näin ollen myös maksun saaminen asiakkaalta nopeutui. Toyotalla luovuttiin myös turhista välivarastoista ja virtausta hidastavista prosesseista. (Modig & Åhlstöm 2013.)

Arvoksi kutsutaan sitä, mikä nostaa asiakkaan tyytyväisyyden tasoa. Lisäksi tämä parantaa prosessia. Arvoina pidetään asioita, joista asiakas on valmis maksamaan. Asiakkaalla ei ole halukkuutta maksaa yrityksen tuotannosta, joka kestää pidempään kuin kilpailijan tuotanto. Esimerkiksi prosessiteollisuudessa maalilinjaston pysähtyminen, ei tuota asiakkaalle lisäarvoa. Tarpeeton maalilinjaston pysähtyminen on näin ollen minivoitava. Luonnollisesti turvallisuusohjeistukseen liittyvät, suunnitelmalliset laaduntarkistukset tai huoltotoimenpiteitä varten tarvitsemat linjaston pysähdykset on tehtävä. Tarpeettomat maalilinjaston pysähtymiset eivät tuota asiakkaalle lisäarvoa vaan ne ovat hukkaa. (Borris 2012.)

Lean-ajatteluun perustuen hukkaa on kaikki turha ja arvoa lisäämätön työ. Hukkaa on kaikki, mikä ei tuota asiakkaalle lisäarvoa. Asiakas on aina maksava osapuoli, kun kustannukset kohoavat. Ajattelun taustana on erilaisten hukkien poistaminen eikä työtahdin nostaminen. Työn tuottavuus ja laatu paranee hukkia poistamalla. Hukan eri muodot ovat koottuna kuviossa 2. (Vuorinen 2013.)

Tarpeettomia liikkeitä työskentelyssä ja materiaalien sekä tuotteiden liikutteluja eri tuotantovaiheiden välillä olisi vältettävä, ettei hukkaa syntyisi. Nämä liittyvät yleensä huonosti suunniteltuihin layouteihin ja lisäävät kustannuksia tuotannossa, kuljetuksissa ja varastossa. (Kouri 2010.)

Laatuvirheet aiheuttavat hukkaa materiaalihävikissä ja materiaalivirrassa. Mitä pidemmälle laatuvirhe pääsee jatkamaan etenemistään tuotantoketjussa, sitä suuremmaksi siitä aiheutuvat kustannukset kasvavat. Tämä johtaa lopulta asiakastytymättömyyteen. (Arnold 2012.)

Hukkaa syntyy myös odottelusta ja viivästyksistä. Niitä aiheutuu materiaali- ja koneidenpuutoksista sekä erilaisista laitehäiriöistä. Myös koneiden- ja laitteidenkäyttäjät voivat aiheuttaa hukkaa. Parhaimmissa tilanteissa materiaali virtaa jouhevasti ilman odottelua vaiheesta toiseen. (Arnold 2012.)

Ylituotanto aiheuttaa hukkaa valmistamalla tuotteita enemmän kuin on tarvetta. Ylituotannossa aiheutetaan muiden hukkienkin syntymistä esimerkiksi suuria varastokokoja. Näissä tilanteissa on vaarana, että todelliset ongelmakohdat jäävät huomaamatta. (Kouri 2010.)

Lean-filosofiassa hukcatekijänä mainitaan myös työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen. Työntekijöillä on parhaat tiedot työvaiheiden ja menetelmien käyttämisestä, joten heillä on myös paras tietotaito niiden kehittämistä. (Kouri 2010.)

1. Tarpeeton tuotanto/liikatuotanto. Tuotetaan vain sitä mitä asiakas tai seuraava prosessinvaihe tarvitsee.
2. Turha odottelu. Järjestetään toiminta siten, ettei työntekijöiden tai koneiden tarvitse odottaa tarpeettomasti.
3. Tarpeettomat materiaalien ja tuotteiden kuljetukset. Järjestetään mm. tilaratkaisut niin, että vältetään turhaa kuljetusta.
4. Tarpeeton työ/liikatyö. Vältetään ylilaatua vaan tehdään vain se mitä asiakas vaatii.
5. Tarpeeton varastointi. Pääoma on kiinni varastossa. Pidetään varastot minimaalisina.
6. Tarpeettomat työntekijöiden liikkumiset ja liikkeet. Toiminnan ja työpisteiden suunnittelu niin, että vältetään turhat siirtymiset.
7. Tarpeettomat virheet, työn tekeminen uudelleen tai päällekkäinen työ. Suunnitellaan työt siten, ettei tulisi tarpeettomia virheitä.

Taulukko 2. Leanin mukaiset arvoa lisäämättömät hukan muodot (Modig ja Åhlstöm 2013).

## 2.4 Työturvallisuus ja ergonomia

Toimintaa kehittäessä otetaan aina huomioon, että työskentely-ympäristön turvallisuus on taattu. Kun parannetaan työskentelymenetelmiä ja työn ergonomiaa, työn tuottavuus kasvaa. Myös työntekijöiden työssä jaksaminen paranee. Työturvallisuuden kehittämisessä on päämääränä erilaisten kehitysaskelien suunnitteleminen ja toteuttaminen tarkoituksenmukaisesti jokaisen työpisteen tarpeet huomioon ottaen. Yritykselle tuottavat hukkaa poissaolot ja työtapaturmat, jotka aiheutuvat huonoista tai puutteellisista työskentelyolosuhteista. On sekä työntekijän että työnantajan edun mukaista, panostaa viihtyvyyteen, ergonomiaan ja työturvallisuuteen. Työturvallisuutta ja työviihtyvyyttä työpisteellä voidaan parantaa esimerkiksi hyvällä valaistuksella, helposti saatavilla olevilla työkaluilla, ergonomisella työskentelyasennolla ja nostoja helpottavilla välineillä. (Kouri 2010.)

## 2.5 Jatkuva parantaminen

Lean-filosofian perustuen toimintoja on jatkuvasti kehitettävä maksimaalista tuottavuutta tavoiteltaessa. Ongelmien toistuminen estetään etsimällä systemaattisesti ongelmien juurisyyt. Jokaiselle ongelmalle on löydettävissä syy. Ongelman ratkaisemiseksi ongelman juurisyy on tunnistettava. Kun ongelma havaitaan, ryhdytään toimenpiteisiin juurisyyn (=perimmäinen syy) poistamiseksi ja lopullisesti ongelmasta eroon pääsemiseksi. Ongelmien juurisyyt on tunnistettava ja poistettava, ettei ongelma jää edelleen esimerkiksi hidastamaan maalauslinjaston toimintaa. (Dogget 2005.)

Systemaattisessa ongelmanratkaisussa tehostetaan ongelmien käsittelemistä, kehitetään osallistujien osaamista ja ongelmanratkaisukykyä. Käytävissä on useita eri menetelmiä ongelmien paljastamiseksi. Ongelmanratkaisumenetelmäksi on kehitetty viisi kertaa miksi-työkalu. (Kouri 2010.) Juurisyyanalyysin avulla ongelman juurisyy tunnistetaan ja tehdään tarvittavat toimenpiteet ongelman poistamiseksi. Juurisyyanalyysi kuuluu ongelmanratkaisuprosessiin, joka on osa jatkuvaa parantamista (=Problem Solving). Tavoitteena on siis, ettei ongelma uusiutuisi. (Andersen & Fagerhaug 2006.)

Tavoitteena on, että jatkuva parannus olisi asteittaista, ääretöntä ja täydellisyyden tavoittelemista. Jatkuvassa parannuksessa ovat mukana yrityksen työntekijät. Työntekijät ovat osallisina yrityksen elämässä ja sen näkökohtien parantamisessa. Työntekijöiden tulisi olla sitoutuneita työpaikan tavoitteisiin ja kulttuuriin. Tähän tavoitteeseen päästään huomioimalla työntekijöiden mielipiteet kehitysehdotuksissa. (Helmold 2020.)

## **2.6 Työn vakiinnuttaminen**

Työtapojen ja -menetelmien kehittäminen tehdään ennen niiden vakiinnuttamista. Lopputulokseen vaikuttavien tekijöiden määrittäminen on vaikeaa, mikäli kaikki työntekijät työskentelevät eri tavalla. Työn toteutustavan vaikutus laatuun, tuottavuuteen ja turvallisuuteen pystyvään selvittämään vasta sen jälkeen, kun kaikki toimivat samalla tavalla. Vain standardoitu työskentelytapa on tuotteiden laadun tae. (Kouri 2010.)

Työn vakiinnuttamisella ei vähennetä työntekijöiden oma-aloitteisuutta, vaan päinvastoin. Työntekijät haastetaan ja motivoidaan kehittämään parempia työskentelymenetelmiä, jotka toteutetaan osana jatkuvaa parantamista. Vakiinnuttamisen positiivisia piirteitä ovat esimerkiksi hyvien työskentelytapojen kehittämisen ja oppimisen tehostuminen, tietojen jakaminen, työtapaturmien väheneminen, työn laadun paraneminen ja työn tuottavuuden koheneminen (Kouri 2010.)

## **2.7 Työohjeet**

Työohjeiden osuus on tärkeää toiminnan parantamiseksi. Ohjeiden selkeys, havainnollisuus ja yksinkertaisuus ovat oleellisia tekijöitä. Ohjeissa kuvataan työn päävaiheet luonnollisessa järjestyksessä. Ohjeissa kuvataan myös työn päävaiheisiin liittyvät keskeiset turvallisuus-, laatu- ja tuottavuustekijät. Kuvia ja kaavioita käytetään ohjeissa selkeyttämään käytössä olevia työskentelytapoja. Ohjeet pidetään selkeinä ja mahdollisimman lyhyinä. Ohjeissa keskitytään onnistuneen suorituksen kannalta oleellisiin asioihin, eikä kuvata itsestään selviä asioita. (Kouri 2010.)

Työohjeiden helposti saatavuus on tärkeää. Ohjeet kiinnitetään esimerkiksi kiskoon tai laitetaan selailtavaan kansioon. Työohjeissa määritellään esimerkiksi eri työnvaiheet ja ongelmakohtien toteuttaminen. Työohjeissa annetaan myös laadunvarmistusohjeet. Ohjeissa voidaan antaa lisäksi tietoa työtehtävässä käytettävistä materiaaleista ja työkaluista. (Kouri 2010.)

## **2.8 Tuotannon tasoitus**

Leanin mukaan tuotannon tasoitus on tuotteiden valmistamista pienissä säännöllisesti toistuvissa erissä asiakastarpeen mukaan. Eli tuotteiden valmistaminen alkaa sen jälkeen, kun asiakkaalta on saatu tuotetilaus. Käytännössä tuotannon tasoitus tarkoittaa pienerätuotantoa tasaisin väliajoin asiakkaan tilauksen perusteella. Tällöin pystytään toteuttamaan asiakkaiden vaihteleva kysyntä tasaiseen päivittäiseen työtahtiin vaikuttamatta. Tasoitetussa tuotannossa edellytetään lyhyitä asetusajoja ja kustannuksia. (Kouri 2010.)

Tuotannon tasoituksella vältetään tuotteiden turhaa varastointia ja pienennetään keskeneräisen tuotannon määrää. Tämän konkreettisia etuja ovat esimerkiksi työvoiman, koneiden kuormituksen ja materiaalien kulutuksen tasoittuminen. Muita etuja ovat varastointitarpeen pientyminen ja tuotannon joustavuus asiakastarpeen mukaan. Tärkeinä etuina ovat myös toimittajien ja alihankkijoiden helpompi ohjattavuus. Haittapuolena puolestaan pidetään lisääntyneitä tuotevaihtoja ja eri asetuksia koneille. (Kouri 2010.)

## **2.9 Virtaus ja keskeneräinen tuotanto**

Virtauttaminen on Leanissa tuotannon kehittämisen edellytys. Tuotantoa toteutetaan siten, että tuotteiden virtaus tapahtuu pysähtymättä arvoketjussa asiakkaan tarpeiden perusteella. Koneiden ja laitteiden sijoittelu toteutetaan siten, että materiaalivirta vaiheesta toiseen on lyhyt ja selkeä. Keskeneräisen tuotannon määrä ja varastot pidetään mahdollisimman pieninä, että tuotteet virtaisivat tuotannossa pysähtymättä. Myös materiaalien siirtomatkoja lyhennetään. (Tuominen 2010.)

Virtauksen tehokkuus mitataan tuotannon läpäisyajalla (=läpimenoaika). Läpäisy aika on kalenteriaika, joka kuluu tuotteen valmistamisen aloittamisesta

sen lopulliseen valmistumiseen. Mitä enemmän tuotannossa on keskeneräisiä tuotteita, sitä pidempi on läpäisy aika. Tuotannon läpäisyajan lyhentäminen perustuu erilaisten odotusaikojen poistamiseen tuotteiden valmistuksesta. Läpäisyajan lyhentämisessä ei ole siis kyse työtahdin nostattamisesta. Tutkimusten mukaan jopa yli 99% tuotekohtaisesta läpäisyajasta on odottamista. (Kouri 2010.)

Virtauksen tehostaminen nostaa esiin ongelmat tuotantoprosessissa. Ongelmia ovat esimerkiksi konehäiriöt ja laatuongelmat. Virtauttaminen pakottaa periaatteessa yritystä kehittämään tuotantoaan luotettavammaksi. Lisäksi yrityksen on lisättävä tuotannon toiminnan suunnitelmallisuutta ja poistettava laatuhäiriöitä. (Kouri 2010.)

## **2.10 Laadunvarmistus**

Laatu ja sen varmistus ovat jokaisen työntekijän vastuulla jokapäiväisessä työskentelyssä. Jokainen työntekijä varmistaa laatua. Laadunvarmistus toteutetaan aina annettujen ohjeiden mukaan. Kustannusten säästämiseksi poikkeamista, häiriöistä ja työturvallisuuspuutteista ilmoitetaan välittömästi. (Kouri 2010.)

## **2.11 5S**

Eniten käytetty yritysten toiminnan kehittämismenetelmä Leaniin perustuen on 5S-menetelmä. 5S- menetelmä on Lean- työkalu, jolla tähdätään arvoa tuottamattoman työn poistoon. 5S-menetelmällä ylläpidetään järjestystä, vähennetään olemassa olevia varastoja ja pienennetään läpimenoaikaa. 5S - menetelmällä siis vähennetään hukkaa. (Kouri 2010.)

5S perustuu japaninkielisiin sanoihin Seiri (sort=lajittele), Seiton (set in order=järjestä), Seiso (shine=puhdistasiivoa), Seiketsu (standardize=standardoi/vakiinnuta) ja Shitsuke (sustain=ylläpidä). Menetelmässä on tavoitteena keskittyä työpaikan tehokkaaseen organisointiin, standardoituihin työmenetelmiin, laadun parantamiseen ja turvallisuuteen. Menetelmässä yksinkertaistetaan työympäristöä ja jätteiden määrää. (Kouri 2010.)

Ensimmäisessä vaiheessa lajittelulla poistetaan tarpeettomia tavaroita työpisteiltä esimerkiksi ”punaisella koodauksella”. Punainen lappu kiinnitetään niihin työkaluihin, joita ei enää tarvita. ja ne viedään työpisteeltä pois. Jäljelle jääneet tavat järjestetään niille kuuluville paikoille työpisteelle tai sen läheisyyteen. Seuraavassa siivoamisvaiheessa tarpeettomat tavat viedään pois ja hävitetään. Kun lajittelu tehdään, saadaan vapautettua tilaa työpisteiltä. (Skaggs 2010.)

Siivoamista ylläpidetään toistuvalla rutiinilla. Työpisteen järjestys säilytetään ja pyritään siihen, ettei tarpeetonta tavaraa ala uudelleen kertymään työpisteelle. Standardointivaiheessa kehitetään parhaita toimintatapoja. Niiden avulla tehostetaan työpisteiden toimintaa. Viimeisenä 5S-vaiheena on ylläpito. Se on osoittautunut menetelmän vaikeimmaksi osuudeksi, koska ihminen palaa helposti vanhoihin toimintatapoihinsa. Yrityksen on sitouduttava uuteen toimintatapaan ja kannustettava työntekijöitä uuden järjestyksen ylläpitoon. (Kouri 2010.)

### **3 Pareto-periaate**

Vilfredo Pareto kehitti Pareto-periaatteen Englannissa 1900-luvun alussa. Hän oli italialainen taloustieteilijä. Pareto-periaatteessa tapahtumia ja niiden kulkua tutkitaan. Hänen havaintojensa mukaan 80% kansan vauraudesta keskittyi 20% väestöstä. Tätä epäoikeudenmukaisen jakautumisen teoria tunnetaan 80/20 sääntönä. Periaatteen mukaan missä tahansa asiassa 80 prosenttia seurauksista johtuu 20:ta prosenttia syitä. 1900-luvun alusta lähtien tätä periaatetta on sovellettu useille talous- tai tekniikan alueille. (Anderson 2006.)

”Pareto-analyysi on toistuvuusjakauma kategorioittain järjestetystä datasta. Kuvaajasta ei automaattisesti näe tärkeimpiä puutteita tai vikoja, vaan taulukko näyttää yleisimmät ja toistuvimmat.” (Lecklin 2006.) Koska Pareto-analyysi on histogrammin jalotettu muoto, sen avulla löydetään oikeat asiat. Taulukossa havainnot kuvataan suuruusjärjestyksessä. Tämän vuoksi siitä havaitaan suurimmat ongelmakohdat. (Montgomery, Douglas, Jennings, Cheryl & Pfund 2011.) Kun aineisto on järjestetty, kumulatiivinen kertymä laitetaan viivalla

kuvaajaan. Tästä usein nähdään kahden tai kolmen ensimmäisen pylvään olevan 70-80% kaikista pylväistä. Tämän tulkinnan jälkeen pystytään keskittymään näiden virheiden poistamiseen. (Ishikawa 1990.)

## **4 Työntutkimus**

### **4.1 Työtutkimus yleisesti**

Työnmittaus tarkoittaa tiettyyn työtehtävään tietyllä työmenetelmällä tarvittavan ajan määrittämistä. Työhön kuluva aika riippuu aina käytettävästä menetelmästä. Työnmittaus edellyttää riittävällä tarkkuudella työtehtävän ja menetelmän kuvaamista. Työnmittausta ennen pitäisi menetelmätutkimuksella varmistaa mitattavan menetelmän taloudellisuus, turvallisuus ja tehokkuus. (Ahokas ym. 2011.)

Hännisen (2009) mukaan yleisimmin tunnettu työntutkimus on työtehtävään kuluvan ajan määrittäminen. Työnmittauksessa työajan määrittäminen tehdään noudattamalla riittävän tarkkoja ja sovittuja menettelytapoja. Työnmittauksen avulla mitataan aikoja, eikä kehitetä varsinaisesti työtä tai työn järjeistämistä.

Työntutkimuksen kohteina ovat esimerkiksi työalueen siisteyden ja järjestyksen tilanteet. Työntutkimuksessa voidaan kuvata tieto- ja materiaalivirtoja tai kartoitetaan käytettäviä työmenetelmiä. Myös eri työvaiheiden ergonomiaa ja työturvallisuutta tutkitaan työntutkimuksen keinoin. Työntutkimus on laajentunut perinteisestä kellottamisesta esimiesten, kehittämishenkilöiden ja kaikkien työntekijöiden yhteistoimintaan. Työntutkimuksen avulla yritetään löytää kehittämiskohteita ja kehittää sekä vakiinnuttaa menetelmiä. (Ahokas ym. 2011.)

### **4.2 Työnmittaustapahtuma**

Työnmittaustapahtumalle on oltava aina jokin looginen peruste. Mittaamisesta ei ole hyötyä, mikäli sille ei ole oikeaa eriteltyä tarvetta. Mittaaminen ei johda tällöin järkeviin tuloksiin. Yrityksissä päätavoitteet ohjaavat sen jokapäiväistä kehittämistä. Työnmittaustarpeita muodostuu erilaisten kehityshankkeiden

toteutuksissa esiintyvänä kartoitus- ja tiedonkeruutarpeina. Kehityshankkeet ovat osia yrityksen kehityshankkeista, jotka ovat muodostuneet päivittäisessä toiminnassa tapahtuvien ongelmien tai tarpeiden takia. Työnmittaustarpeita aiheuttavat esimerkiksi muutokset materiaaleissa, työmenetelmissä ja laatuvaatimuksissa. Yritysten tavoitteena on saada mahdollisimman paljon voittoa, joten tuottavuuden maksimoinnintavoittelu voi aiheuttaa usein työnmittaamisen tarpeita. (Hänninen 2009.)

Työnmittauksia käytetään myös esimerkiksi resurssien suunnitteluun ja ohjaukseen. Yritysten resurssien tehokas käyttö on oleellista ja resurssien ohjaaminen kulloinkin oikeaan paikkaan on tärkeää. Resurssit on kyettävä arvioimaan suhteessa sen hetkiseen tehtävämäärään. Yrityksellä on oltava myös tarkat tiedot eri kohteiden tarpeista suhteessa olemassa olevaan ja tulevaan työtilanteeseen. (Hänninen 2009.)

#### **4.3 Työnmittausmenetelmät**

Työnmittausmenetelmillä selvitetään jonkin tuotteen läpimenoaika tai aika, joka kuluu tietyn työtehtävän suorittamiseen. Työsuoritusta mitattaessa tilapäiset työolojen vaihtelut ja työntekijän vaihdot eivät saa olla vaikuttavina tekijöinä. Työnopeudessa on vaihtelevuutta eri suorituserroilla sekä eri henkilöiden välillä että samallakin henkilöllä. (Ahokas ym. 2011.)

Saman työn suorittamiseen voi kulua siis eripituinen aika. Vaihteleva työaika saattaa johtua työvälineistä, työpaikan järjestelyistä tai työntekijän sen hetkisestä mielialasta. Näiden vuoksi työnmittauksen aika on aina normalisoitava. Normalisoitu aika on aika, jonka keskinkertaisen ammattitaidon omaava harjaantunut työntekijä tarvitsee tietyn työtehtävän suorittamiseen työskennellessään normaalijoutuisuudella normaaliolosuhteissa ja määritellyllä työmenetelmällä. (Ahokas ym. 2011.)

Käytettyjä työmittausmenetelmiä ovat:

- kelloaikatutkimus (ajankäyttötutkimus ja normaaliaikatutkimus)
- havainnointitutkimus
- liikeaikatutkimus
- aikalaskelmat

standardiaikajärjestelmät. (Ahokas ym. 2011.)

#### **4.3.1 Jatkuva ajankäyttötutkimus**

Hännisen (2009) mukaan ajankäyttötutkimuksella seurataan ja rekisteröidään jatkuvasti tietyn työn tai työntekijän toimintoja pidemmän ajanjakson aikana. Tällä tavoin tutkimuksesta selviää, mitä tutkimuksen aikana on tapahtunut ja miten pitkän ajan tiettyä työvaihetta on suoritettu. Tämä tutkimusmenetelmä on sovellettavissa erityisesti niihin työvaiheisiin, joissa itse työtä ja sen järjestystä ei ennalta pystytä tietämään. Ajankäyttötutkimuksen kohteita voivat olla esimerkiksi sellaiset korjaustyöt, joissa suunnitellaan työn eteneminen vasta työtä tehdessä. Myös varastotehtävissä tuotteiden keräilyssä ja pakkaamisessa ajankäyttötutkimus on hyvin sovellettavissa. Ajankäyttötutkimusta sovelletaan myös koneen, ryhmän ja koneenhoitajan työn määrittämiseen. Lisäksi ajankäyttötutkimusta käytetään tuotantosolujen keskinäisen työjaon selvittämiseen (Ahokas ym. 2011.).

Ajankäyttötutkimuksesta tulee helposti ennakkoluuloja. Ennakkoluuloja syntyy erityisesti silloin, kun tutkimuksen kohteena on työryhmä tai jokin laajempi alue. Ennen ajankäyttötutkimuksen suorittamista on tärkeää, että tutkimuksen tavoitteet ja laajuus informoidaan selkeästi työntekijöille. (Hänninen 2009.)

Ajankäyttötutkimusta käytettäessä tutkintahetkellä tapahtuvat työt kirjataan. Yleinen käytötapa on apu-, häiriö-, tauko- ja tekemisajan erottaminen omiin ryhmiinsä. Tämän jälkeen pääaikalajit jaetaan pienempiin osakokonaisuuksiin tarpeellisen tiedon irti saamiseksi tutkimuksen käyttötarkoituksen mukaisesti. (Hänninen 2009.)

### 4.3.2 Normaaliaikatutkimus

Normaaliaikatutkimus on kellon avulla määritettyä normaaliaikaa, joka suoritetaan tiettyyn toistuvaan työhön vakiomenetelmällä. Normaaliajalla tarkoitetaan vakioidulla työmenetelmällä ja normaalisuorituksella tehtyä työsuoritusta. Normaaliaikatutkimus on sovellettavissa lyhytkestoisten töiden normaaliajan määrittämiseen. Näitä ovat esimerkiksi käsin tehtävät toistuvat työt. Aluksi tutkittavalle työlle tehdään joutuisuusmääritykset. Tämän jälkeen työ jaetaan erilaisiin osakokonaisuuksiin. Erilaisia aikahavaintoja tehdään työn kuluessa. Aikahavaintojen kesto ja määrä riippuvat työn luonteesta, työtyypistä ja toivotusta mittatarkkuudesta. Jos tutkittavan kohteena on koneita tai erilaisia tuotantolinjoja, normaalitutkimuksen joutuisuutta ei pysty määrittämään. Näissä tapauksissa koneajan joutuisuus kompensoidaan menetelmäkertoimella oikeisiin tuloksiin pääsemiseksi. (Ahokas ym. 2011.)

### 4.3.3 Havainnointitutkimus

Havainnointitutkimuksella selvitetään eri tapahtumien ja aikalajien suhteellinen esiintyminen. Havainnointitutkimusta sovellettaessa tapahtumat pyritään erottelemaan tekemis-, häiriö-, tauko- ja apuaikoihin sekä pienempiin osakokonaisuuksiin. Havainnointitutkimuksessa seurataan määrätyn väliajoin meneillään olevaa työvaihetta tai aikalajia. Havaintoja tehdessään tutkija havainnoi tietyin väliajoin työtä ja kirjaa ylös tapahtumahetkellä käynnissä olevan työtapahtuman. (Ahokas ym. 2011.)

Havainnointitutkimus on nopea ja monikäyttöinen tutkimusmenetelmä. Havainnointitutkimus antaa selkeän yleiskuvan esimerkiksi koko osaston tapahtumista ja ajankäytöstä, koska samanaikaisesti on mahdollista seurata eri työvaiheita eri työpisteissä. Havainnointitutkimusta käyttämällä pystytään selvittämään työaikaa, työturvallisuutta, kokonaisajankäyttöä, ergonomiaa, ihmisen ja koneen vuorovaikutusta sekä työryhmien työskentelyä. (Ahokas ym. 2011.)

#### 4.3.4 Liikeaikatutkimus

Liikeaikatutkimusta sovellettaessa työt pilkotaan erittäin pieniksi ja yksityiskohtaisiksi osiksi. Näihin kuluville ajoille määritetään vakioajat. Mittaukseen ei tarvitse käyttää kelloa, koska vakioajat on taulukoitu. Aika määritellään siis valmiiden standardien pohjalta. Liikeaikatutkimus on sovellettavissa yleisesti työmenetelmien kehittämisessä. Liikeaikatutkimuksessa työntekijän tai koehenkilön työvauhti ja työteho ovat täysin merkityksettöminä tekijöinä. Työkuvauksia kirjatessa on eri työvaiheiden tarkka selostaminen. (Ahokas ym. 2011.)

#### 4.3.5 Standardiaikajärjestelmät

Standardiaikajärjestelmä (STJ) on yksi työnmittaussovelluksista. Standardijärjestelmät tehdään ajankäyttö-, normaaliaika-, havainnointi-, liikeaika- ja aikalaskelmatutkimusten perusteella. (Örmä 2024.) Aikatietoja voidaan määrittää myös esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmästä saatavien tietojen perusteella. Standardijärjestelmistä on apua tehokkuuden seurannassa, tarjousten hinnoittelussa, työnsuunnittelussa, kannustavassa palkkausjärjestelmässä ja kustannus- sekä toimintolaskennassa. (Aulanko, Hotanen & Salonen 1977.)

#### 4.3.6 Käyttöaste

Tässä tutkimuksessa resurssien käyttöasteesta käytetään nimeä käyttöaste. Käyttöasteen laskennassa selvitetään, kuinka resurssit on jaettu projektien, jatkuvien palveluiden ja eri tehtävien kesken. Käyttöasteessa lasketaan resurssien osuudet asiakastyölle ja yrityksen sisäiselle työlle. Käyttöaste mittaa myös läsnäoloa työpaikalla. Se mittaa lisäksi, kuinka tehokkaasti työajan siirto laskutettavan ja laskuttamattoman työn välillä tapahtuu. Käyttöaste lasketaan seuraavalla yhtälöllä. (Planmill.2022.)

$$\text{Käyttöaste} = \frac{\text{Käytetyt tunnit}}{\text{Käytettävissä olevat tunnit}}$$

## **5 Opinnäytetyön toteutus**

### **5.1 Opinnäytetyöprosessi**

Tutkimuksen toimeksiannon jälkeen tutkija osallistuvalla havainnoinnilla seurasi tuotantoa ja keskusteli työntekijöiden kanssa maalauslinjaston toiminnasta. Tutkimuksesta tiedotettiin etukäteen työntekijöille toimeksiantajan toimesta. Tarvittavat mittaukset toteutettiin aamu-, ilta- ja yövuoroissa. Mittausten jälkeen työntekijöillä oli mahdollisuus tutustua mittaustuloksiin. Tuloksia saatiin myös Finelcompin omasta sisäisestä intrasta. Lopulliset tutkimustulokset käytiin läpi työntekijöiden kanssa ja mittaustulokset annettiin toimeksiantajan käyttöön välittömästi mittaustulosten yhteenvedon tekemisen jälkeen.

Tutkimuksen teoriataustaan haettiin tietoja ja niitä kirjoitettiin myös koko opinnäytetyöprosessin ajan. Kirjoittaminen toteutui alusta alkaen raportin muodossa. Opinnäytetyön alussa tutustutaan Lean-, Pareto- ja työntutkimuksen periaatteisiin. Näiden avulla voidaan tutkia maalauslinjaston tehokkuuden nostamiseen vaadittavia kehityskohteita. Opinnäytetyössä kuvataan myös Finelcompin maalauslinjaston nykyprosessi.

### **5.2 Tutkimusmenetelmät**

Tämä opinnäytetyö on kehittämistutkimus, koska tutkimuksen lopputuloksena laaditaan kehitysehdotuksia. Tässä opinnäytetyössä on myös työntutkimusta. Tutkimus toteutetaan käyttämällä kvalitatiivista ja kvantitatiivista tutkimusmenetelmää työntutkimuksen keinoin.

Kehittämistutkimuksen aluksi tunnistetaan ongelmat. Hankittujen tietojen ja teorian perusteella muodostetaan johtopäätökset ja kehitysehdotukset. (Anttila 1998.) Kehittämistutkimus on yhdistynyt kehittämisestä ja tutkimuksesta. Tutkimuksen tuloksena on konkreettinen kehitysehdotus. (Kananen 2015.)

Työntutkimuksen tavoitteena on optimaalisten työtehtävien löytäminen. Työntutkimuksessa mitataan ja selvitetään materiaalin, henkilöstön ja työkalujen yhteistoimintaa. Kun työtä mitataan, pystytään selvittämään määrätyn

työtehtävän vaatima aika ja eri menetelmien vaikutus työaikaan. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009.)

Kvalitatiivisessa eli laadullisessa tutkimuksessa on tyypillistä käyttää havainnointia, osallistuvaa havainnointia, kyselyä ja haastattelua tutkimusmenetelminä. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2015.) Tutkijan tarkoituksena on päästä selvyteen tutkittavien näkökulmista esimerkiksi haastattelujen avulla (Vilkkä 2014.).

Tämän tutkimuksen kvalitatiivista osuutta ovat haastattelut ja havainnointi. Tutkija havainnoi tuotannossa maalauslinjaston toimintaa ja keskusteli maalauslinjaston työntekijöiden kanssa. Haastattelujen avulla tutkija pyrkii saamaan tietoja työntekijöiden käytännönkokemuksen ja mielipiteiden kautta maalauslinjastoa hidastavista tekijöistä. Haastattelujen avulla pyritään saamaan vinkkejä maalauslinjaston prosessin kehittämiseen. Tutkija toimii välillä itsekin tuotannontyöntekijänä maalauslinjastolla. Havainnot kirjataan ylös päivittäin. Tämän tutkimusmenetelmän avulla saadaan kokonaiskuva maalauslinjaston prosessista ja kehittämistarpeista. (Kananen 2015.)

Kvantitatiivisessa eli määrällisessä tutkimusmenetelmässä on tapana tarkastella tietoja numeerisesti. Määrällisessä tutkimuksessa tutkimustieto on ilmoitettu numeroina kuten esimerkiksi prosenttilukuina. (Hirsjärvi ym. 2015.) Työmittauksessa mitataan tuotteiden läpimenoaikaa tai aikaa jonkin työtehtävän suorittamiseen. Tutkimustieto voidaan ilmoittaa tällöin tunteina, minuutteina tai sekunteina. (Ahokas, Tiihonen, Neuvonen & Suikki 2011.)

Tämän tutkimuksen kvantitatiivista osuutta ovat ajankäyttötutkimuksella mitatut maalauslinjaston seisonta-ajat ja yrityksen intrasta saadut tilastot.

### **5.3 Aineiston- ja tiedonkeruu**

Teoriaosuuteen kerättiin aineistoa pääasiassa vain kotimaisista lähteistä. Tiedonhaussa käytettiin Google Scholaria ja Karelia-ammattikorkeakoulun tietokantoja. Lähteinä käytettiin pääasiassa teoriataustaan tarvittavia oppikirjoja, artikkeleita ja web-sivustoja sekä ammattikorkeakoulu- ja pro gradu-tasoisia opinnäytetöitä.

Empiirisen osuuden alussa tutkija perehtyi käytännössä toimeksiantajan maalauslinjaston toimintaan. Haastattelemalla ja havainnoilla pyrittiin saamaan lisäselvityksiä maalauslinjastoa hidastavista tekijöistä ja kehitystarpeita. Maalauslinjaston prosessista kerättiin aineistoa erilaisilla työnmittausmenetelmillä: havainnoimalla, haastattelemalla, kellottamalla maalauslinjaston seisonta-aikoja. Maalauslinjaston seisonta-aikojen selvittämiseen käytettiin jatkuvaa ajankäyttötutkimusta. Lisäksi aineistoa kerättiin yrityksen intrasta. Maalauslinjaston seisonta-ajan työtehtävät ja syyt kirjattiin. Aineistoa tutkittiin intrasta seitsemän kuukauden ajalta, ja varsinainen mittausjakso oli neljä kuukautta.

Tutkimuksen kohdejoukko valikoitui aina tarkoituksenmukaisesti vuorossa oleviin maalauslinjaston työntekijöihin. Tutkimuksessa oli mukana kuusi maalauslinjaston työntekijää.

#### **5.4 Aineiston analysointi**

Kvalitatiivisin eli laadullisin menetelmin kerättyihin tutkimusaineistojen analysointiin teknisiä apuvälineitä ei ollut. Haastattelujen ja havaintojen avulla etsittiin oleelliset tiedot maalauslinjastoa hidastavista tekijöistä ja niistä tehtiin analyysi tutkimuskysymystä apuna käyttäen. Tutkimustuloksia esitetään kappaleessa 7.

Kvantitatiivisin menetelmin hankituista tiedoista eli kellottamalla ja tehtaan omasta intrasta saaduista tutkimustuloksista laadittiin numeerisia taulukoita. Niitä on esitelty kappaleessa 7.

Tutkimustulosten tulkinnan jälkeen tehtiin kehitysehdotuksia maalauslinjaston seisonta-aikojen vähentämiseksi. Niitä on esitelty kappaleessa 8.

## 6 Finelcomp Oy:n maalauslinjaston nykytilanne

### 6.1 Maalausprosessi

Finelcomp Oy:n maalausprosessissa voidaan jakaa kuuteen eri vaiheeseen.

#### Maalausprosessi



Kaavio 1. Maalausprosessin vaiheet (Finelcomp Oy 2022.)

Kaaviossa 1 punaisella merkityt prosessin vaiheet ovat fyysisesti tehtäviä työvaiheita, joiden vuoksi maalauslinjastolla voi tulla seisonta-aikoja. Samalla ne ovat Lean-perusperiaatteiden mukaan arvoa nostavia työvaiheita.

### 6.2 Työtehtävät

Maalauslinjaston prosessissa on erilaisia toimintavaiheita ja työtehtävät ovat toimintavaiheiden mukaisia. Maalauslinjasto toimii yleensä kahdessa vuorossa, mutta se voi kiiretilanteissa toimia myös kolmessa vuorossa. Vuorossaan työskentelee pääsääntöisesti kolme työntekijää: ripustaja, maalari ja purkaja.

Ripustaja työskentelee maalauslinjaston alussa ja hänen tehtävänä on ripustaa kappaleita maalauslinjastolle. Ennen maalauslinjastolle asettamista ripustajan tehtäviin kuuluu myös osien mahdollinen suojaus.

Maalari huolehtii maalauslinjaston toimivuudesta. Maalarin tehtäviin kuuluu värin vaihto ja värin lisääminen maalikeittiössä. Maalarin tehtäviin kuuluu myös paikkamaalaus maalausautomaatin jättämiin epäkohtiin. Se suoritetaan sille tarkoitettussa paikkamaalauksopissa eli käsinmaalauksopissa. Toisinaan maalauslinjasto joudutaan pysäyttämään paikkamaalauksen ajaksi.

Purkajan työtehtäviin kuuluu maalauslinjaston maalattujen kappaleiden purkaminen pois maalauslinjastosta. Hän purkaa kappaleet niille varatuille lavoille.

Maalauslinjaston työntekijöille kuuluvat huoltotyöt viikon alussa ja värienvaihdon yhteydessä. Viikon alussa huoltotöihin kuuluvat pesulinjaston suuttimien tarkastaminen, pesukammion puhdistaminen, polttouunin suun imuroiminen, hukkamaalin poistaminen ja maalauslinjaston laaja imuroiminen. Värienvaihdon yhteydessä työntekijät puhdistavat maalauskopin ja maalauskeittiön ympäristöineen.

### **6.3 Jauhemaalau**

Finelcomp Oy:n maalausprosessissa käytetään jauhemaalauksautomaatiikkaa. Jauhemaalauks on 100 prosenttisesti liuotinvapaata. Maalauksessa ei myöskään vapaudu VOC-päästöjä. VOC-päästöt ovat haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. Jauhemaalauksmenetelmä on märkemaalaukseseen verrattuna edullisempää. Jauhemaalauks voidaan kierrättää, joten tämä vähentää hukkaa. Jauhemaalauksessa tulee vähemmän pintavikoja, koska maalipintaan ei tule niin herkästi esimerkiksi roskia tai maalivalumia. (Valmistajat.fi. 2024.)

Nimensä mukaisesti jauhemaalauksessa maali maalataan kappaleen pintaan jauhemuodossa ja jauhe sulatetaan kappaleen pintaan uunissa. Kestävä pinta muodostuu kappaleen pintaan sulatuksen aikana verkottumalla. (Valmistajat.fi. 2024.)

Jauhemaalauksusta käytetään paljon kappaleetavaroiden pinnoituksessa teollisuudessa sen hyötyjen ja käyttökelpoisuuden vuoksi. Jauhemaalauksilla saadaan hyvä suoja korroosiolle, kuumuudelle, kosteudella ja suolalle. Jauhemaalauksusta käytetään esimerkiksi autoteollisuudessa ja kodinkoneiden valmistuksessa. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001.)

## 6.4 Ripustelu ja suojaus

Maalausprosessin ensimmäisessä vaiheessa maalattava kappale ripustetaan maalauslinjastoon. Tarvittaessa kappale suojataan niiltä osin, joihin ei saa tulla maalia. Näitä kohtia ovat esimerkiksi saranoiden kiinnityskohdat, kierteet ja sulakelaatikoiden maadoitusväylät. Suojausvälineinä käytetään erilaisia tappeja ja teippejä. Suojaus voidaan tehdä joko samaan aikaan ripusteluvaiheessa tai esikäsitteilytyössä. Suojatut kappaleet ripustetaan kuparikoukuilla sähkömoottoreilla toimivaan linjasto (kuva 3). Maalattavia kappaleita laitetaan useampi kappale päällekkäin noin 10 cm välein (kuva 2). Kappaleille on jätettävä pieni väli toisiinsa, että kappaleen sivutkin maalautuvat. Pidemmille kappaleille jätetään suurempi väli, että ne mahtuvat kääntymään osumatta toisiinsa linjaston jyrkimmissä kurveissa.



Kuva 2. Maalattavia kappaleita maalauslinjastolla (Turunen 2022.).



Kuva 3. Maalattavia kappaleita ripustettuna metallikoukkuihin (Turunen 2022.).

## 6.5 Pesu ja kemikaalikäsittely

Ripustelun jälkeen kappaleet siirtyvät pesukammioihin. Pesukammioissa maalattaville kappaleille tehdään erilaisia pesuja ja kemikaalikäsittelyjä. Ensimmäisessä kammiossa tapahtuu rasvanpoisto. Siinä kappaleista pestään pois lika ja rasva. Pesuvesiseos on noin 55-asteista ja PH-arvo on noin 10,5. Pesuvesiseoksen PH:ta ja lämpötilaa tarkkaillaan päivittäin reaaliajassa sen tehokkuuden varmistamiseksi. Rasvanpoiston jälkeen kappaleet siirtyvät vesihuuhteluun. Siinä poistetaan kappaleisiin jäänyt veden korkea PH. Kappaleiden oikea PH-arvo on tärkeä viimeisessä kemikaalikäsittelyssä. Viimeisessä pesussa kammioista suihkuu kappaleisiin eri kemikaaleilla

säädettyä vettä. Kemikaaleilla pyritään parantamaan pulverimaalin pysyvyyttä ja metallien korroosionkestokykyä.

## **6.6 Kuivaus**

Pesukammioiden jälkeen maalattavat kappaleet kuivataan. Kappaleet menevät 165-asteiseen kuivausuuniin, jossa kemikaalikerros kiinnittyy kappaleisiin samalla haihduttaen veden pois. Uunin jälkeen linjastossa on tyhjä osio, jossa kappaleet jäähtyvät tehdasilman lämpöiseksi. Tarvittaessa kappaleisiin jäänyt vesi puhalletaan pois paineilmalla.

## **6.7 Pulverimaalaus**

Seuraavana työvaiheena on pulverimaalaus. Pulverimaalaus tapahtuu maalauskopissa, jossa maalattavat kappaleet kulkevat automaattisesti pulverimaalia ruiskuttavien ja etäisyyttä säätävien maalipuhaltimien ohitse. Maalauskopin kahdella vastakkaisella puolella molemmissa on neljä maalipuhallinta, jotka pysyvät maalaamaan kappaleen kaksi puolta katsoen, miten se on ripustettu. Kappaleisiin, joihin automaattiset maalipuhaltimet eivät ole pystyneet puhaltamaan tasaisesti maalia, maalari maalaa nämä kohdat käsinmaalauksella maalipistoolilla. Syitä automaattimaalauksen epätasaiseen maalauspintaan voivat olla esimerkiksi lokeromainen kappale tai kappaleen usea maalattava pinta.

## **6.8 Kiteytys**

Maalauksen jälkeen osat jatkavat matkaansa kiteytykseen. Menetelmää kutsutaan myös uunittamiseksi. Kiteytysvaiheessa pulverimaali sulaa kiinni kappaleeseen polttouunissa. Kiteytymisaika kestää vähintään 30 minuuttia. Uunin (kuva 4) lämpötila on asetettu 220-asteeseen, joka on Finelcomp Oy:n käyttämien maalien kiteytymispiste. Uunin pituus on noin 20 metriä, jossa maalauslinjasto tekee kierroksen. Uunissa on kaksi poltinta, jotka lämmittävät uunia. Lämpöantureiden avulla uunin lämpötilaa voidaan seurata reaaliajassa, jotta uuni ei ole liian kylmä tai kuuma.



Kuva 4. Maalattuja kappaleita menossa kiteytykseen (Turunen 2022.).

## 6.9 Purku ja pakkaus

Purku- ja pakkausvaiheessa kiteytetyt kappaleet puretaan pois linjastosta ja mahdollisesti pakataan. Kappaleita niputetaan kymmenen kappaleiden eriin varastoitavaksi tai suoraan lähetettäväksi asiakkaalle.

## 7 Tutkimustulokset

### 7.1 Maalauslinjaston käyttöaste

Maalauslinjasto oli tutkimusjakson aikana toiminnassa joko kahdessa tai kolmessa vuorossa. Tähän vaikutti työ- ja työntekijätilanne.

Intran mukaan maalauslinjaston käyttöaste oli 78,6%. Suunniteltu maalauslinjaston pyörimisaika työvuoroille oli yhteensä 15 tuntia ja 27 minuuttia. Tästä ajasta linjasto oli seisonnassa keskimäärin 3 tuntia ja 18 minuuttia. Käyttöaste käydään läpi 5.3.6 luvussa. Maalauslinjaston käyttöaste lasketaan yhtälössä 1.

$$\frac{(15h27min-3h18min)}{15h27min} = 78,6\% \quad (1)$$

15h27min=linjaston suunniteltu vuorokautinen käyttöaika

3h18min=vuorokautinen keskiverto seisonta-aika (intra)

Neljä kuukautta kestävä ajankäyttötutkimuksen mukaan maalauslinjaston vuorokautiseksi käyttöajaksi toteutui 14 tuntia 13 minuuttia. Tästä ajasta linjasto seiso keskimääräisesti 3 tuntia ja 2 min. Maalauslinjaston käyttöaste oli 72%. Maalauslinjaston vuorokautinen käyttöaste lasketaan yhtälössä 2.

$$\frac{14h13min-3h2min}{15h27min} = 72\% \quad (2)$$

14h13min=vuorokautinen käyttöaika

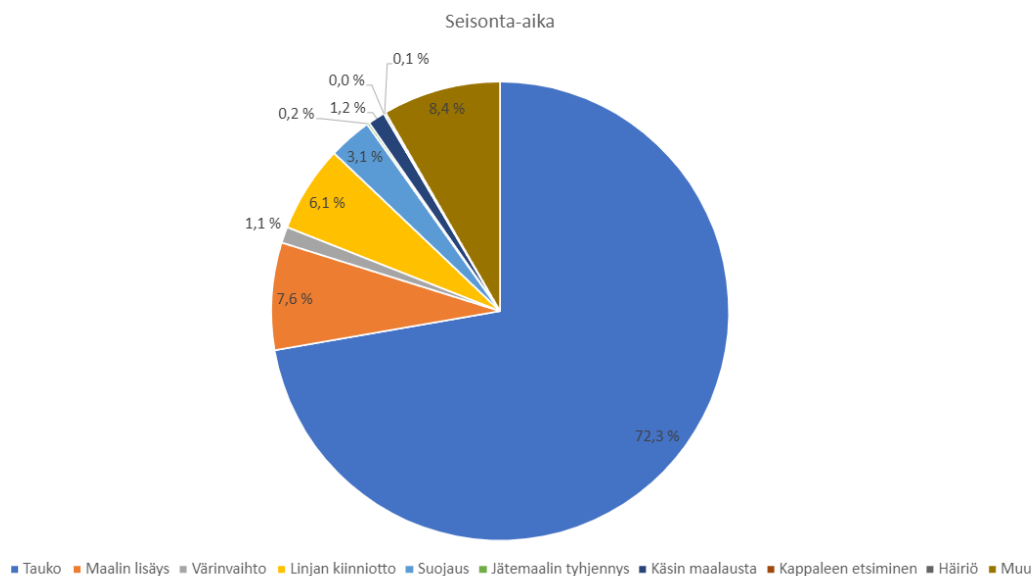
3h2min=vuorokautinen keskiverto seisonta-aika (ajankäyttötutkimus)

15h27min=linjaston suunniteltu vuorokautinen käyttöaika

Katsomalla intrasta kuinka paljon maalattuja kappaleita kulki maalauslinjaston läpi ajankäyttötutkimuksen aikana, saatiin selville, kuinka paljon maalattuja kappaleita kulki neliöinä linjaston läpi tunnissa. Maalattujen kappaleiden koko katsottiin valmistuspiirustuksista. Maalauslinjaston keskimääräinen maalausmäärä oli 32m<sup>2</sup>/h.

## 7.2 Hukan aiheuttajat

Neljän kuukauden tutkimusajanjaksolla kellotetuista maalauslinjaston seisonta-ajoista nousi esille kymmenen hukan aiheuttajaa. Kolme suurinta hukan aiheuttajaa olivat tauot, muut syyt ja maalin lisääminen.



Kuvio 2. Maalauslinjaston suurimmat hukkan aiheuttajat.

Taukojen osuus oli peräti 72,3% ja maalin lisääminen aiheutti 7,6% hukasta. Muiden syiden osuus oli 8,4%. Muita syitä ovat välttämättömät ja ennalta tiedetyt seisaukset. Niitä ovat esimerkiksi tehdasinfot, tiimipalaverit ja työvuoron vaihdossa tulleet tilanpäivitykset sekä työohjeet. Koska nämä ovat välttämättömiä syitä maalauslinjaston pysäyttämiseksi, muut syyt-osiota ei voida ottaa mukaan hukkan aiheuttaviksi tekijöiksi.

### 7.2.1 Hukka Lean-periaatteen mukaisesti

Lean-periaatteen mukaan hukkaa on kaikki turha tai arvoa lisäämätön työ (Vuorinen 2013.). Tutkimuksessa hukkaa oli kokonaisuudessaan maalauslinjaston seisonta-ajat eli 3 h 18 min vuorokautisesta käyttöajasta. Pääsääntöisesti työvuoroja olivat aamu- ja iltavuorot. Maalauslinjaston seisonta-ajat luokitellaan Leanin mukaisesti hukkan muodoista kategoriaan Turha odottelu (Modig & Åhlsröm 2013.) Turha odottelu ei tuota asiakkaalle lisäarvoa eikä myöskään tuota voittoa tuotantolaitokselle (Borris 2012.).

Hetkellisesti maalauslinjastolla oli havaittavissa työntekijän tarpeetonta liikkumasta. Ripustelutyövaiheessa maalattavien kappaleiden lava oli välillä liian kaukana linjastosta. Tällöin ripustelutyössä otettiin tarpeettomia askeleita. Lavan olisi voinut ajaa lähemmäksi maalauslinjastoa.

Tarpeetonta tuotantoa ja liikatyötä maalauslinjastolla ei ollut. Maalauslinjastolle tuli pelkästään asiakastilaustuotteita ja seuraavalle työvaiheelle tarvittavia maalattavia osia. Maalausprosessi oli selvä maalauslinjaston työntekijöille, ja ylilaadusta vältyttiin.

Myös turha materiaalien ja tuotteiden kuljetus oli minimoitu. Maalaukseen tulevat kappaleet olivat pääsääntöisesti maalauslinjaston ripustelupäädystä odottamassa linjastoon laittamista. Maalattujen kappaleiden välisijoituspaikka oli aivan purkupaikan vieressä, josta varastohenkilökunta kävi hakemassa maalatut kappaleet seuraavalle työvaiheelle.

Tarpeettomat virheet, työn tekeminen uudelleen ja päällekkäiset työt olivat minimoitu päiväkohtaisella työnohjauksella ja ohjeistuksella. Tässä opinnäytetyössä ei huomioitu laatua, joten inhimillisten virheiden korjaaminen kuului prosessiin.

Tarpeetonta varastointia maalauslinjastolla ei ollut. Maalatut tuotteet siirrettiin maalauslinjastolta välittömästi seuraavaan työvaiheeseen. Myöskään maaleja ei varastoitu maalauslinjastolla. Maalit olivat maalilinjaston omassa varastossa. Yleisille maaleille oli lisätilauspiste. Erikoismaaleja tarvittiin harvemmin ja niitä tuli maalauslinjastolle tilauskohtaisesti pienissä erissä.

### 7.2.2 Hukka Pareto-periaatteen mukaisesti

Kun huomioidaan suurimmat hukan aiheuttajat, todetaan niiden olevan Pareto-periaatteen mukaisia (laskukaava 2). Taukojen ja maalin lisäyksen aiheuttamat seisona-ajat olivat neljä kuukautta kestävästä ajankäyttötutkimuksen aikana yhteensä 79,8% hukan aiheuttajista. Muiden syiden lukuun ottamatta jättäminen on perusteltua, koska seisona-ajat olivat näiden syiden takia välttämättömiä.

$$\frac{38h43min}{48h30min} * 100\% = 79,8\% \quad (2)$$

48h30min=alkuperäiset seisona-ajat yhteensä

38h43min=seisona-ajat (tauot + maalin lisäys)

### 7.3 Tutkimustulosten yhteenveto ja tarkastelu

Tehdystä tutkimuksesta kävi ilmi, että maalauslinjasto seiso i suunnitellusta pyörimisajasta 21,4% prosenttia. Seisonta-aikoja oli todellisuudessa yhteensä 3h18min, kun taas niitä olisi pitänyt olla suunnitellusti vain 1h12min. Lean-periaatteen mukaisesti seisonta-ajat aiheuttavat hukkaa eivätkä anna lisäarvoa asiakkaalle. Maalauslinjaston toimintaa on mahdollista saada kustannustehokkaammaksi vähentämällä sen seisonta-aikoja.

Kun tutkitaan kuvio 2:sta suurimpia hukan aiheuttajia, huomio kiinnittyy taukojen osuuteen. Taukojen osuus hukan aiheuttajista oli peräti 72,3%.

Luonnollisestikaan taukoja ei voida kokonaan poistaa, koska tietyt tauot ovat toiminnan kannalta erittäin oleellisia ja lakisääteisiä. Kirjallisuudessa puhutaankin apuajasta, joka tarkoittaa erilaisten välttämättömien aputehtävien suorittamista sekä henkilökohtaisia tarpeita ja elpymistä. Nämä aputehtävät aiheuttavat seisonta-aikoja eivätkä suoranaisesti edistä maalauslinjastolta tuotteen valmistumista. Näiden aputehtävien hoitaminen on kuitenkin täysin välttämätöntä, että työn suorittaminen yleensäkin voi jatkua. (Ahokas ym. 2011.)

Lakisääteisistä tauoista voidaan mainita kahvi- ja ruokatauot. Maalauslinjaston työntekijöille oleellisia syitä taukoihin kesäisin ovat kuumuuteen altistumisesta johtuvat tauot. Mikäli hallin lämpötila kohoaa yli 28 asteen, yhden työskentelyjaksonpituus voi olla enintään 50 minuuttia tunnissa. Tauon aikana juodaan riittävästi nestettä ja pyritään olemaan tauon aikana viileämmässä tilassa. (Työsuojelu. fi. 2024.)

Kaiken kaikkiaan taukojen porrastamiseen tai järkevöittämiseen kannattaa kiinnittää huomiota, koska taukojen osuus suurin hukatekijöistä. Työnjärjestelyillä ja henkilöstön resurssien uudelleen järjestelyillä näihin on mahdollista saada muutoksia.

Tutkittaessa kuvio 2:sta suurimpia hukan aiheuttajia, huomiota herättää muut syy-osio. Muita syitä hukan aiheuttajista on toiseksi eniten eli 8,4%. Nämä muut syyt ovat kuitenkin tuotannon kannalta niin tärkeitä, että niitä ei oteta mukaan hukan aiheuttajiin. Luonnollisesti maalauslinjasto on seisautettava, kun

henkilökuntaa tiedotetaan yrityksen asioista tai työntekijöiden on osallistuttava tiimipalaveriin. Myös vuoronvaihtojen yhteydessä tarvitaan työntekijöiden keskinäistä tiedonsiirtoa prosessin sujuvuuden kannalta.

Maalin lisäys laitteistoon on kolmanneksi suurin (7,6%) hukan aiheuttaja maalilinjaston toiminnassa (kuviokuva 2). Maalin lisääminen nähdään myös ns. aputyönä, jota ilman prosessi ei voi edetä. Yhtenä suurimmista hukkatarkastajan aiheuttajana maalin lisäyksen toimintatapaa on mahdollista tarkastella uudella tavalla, että seisonta-aikaa saadaan pienennettyä.

Mielenkiintoista oli havaita Pareto-periaatteen yhteensopivuus hukan aiheuttajissa. Laskettaessa yhteen suurimmat hukan aiheuttajat, tulokseksi saatiin 79,8 prosenttia. Tämä on pyöristettynä 80/20 juuri Paretonin mukainen. Pareto-periaatteen mukaisesti maalauksilinjaston suurin syy hukkiin oli 20% hukan aiheuttajista. Periaatteen mukaan missä tahansa asiassa 80 prosenttia seurauksista johtuu 20:ta prosenttia syitä.

Tutkimustuloksien vertailu ajankäyttötutkimuksen alusta ja lopusta esitetty taulukossa 3.

Maalauslinjaston pyörimisaika	
Alussa	11 h 11 min
Lopussa	12 h 42 min
Maalausmäärä	
Alussa	32 m <sup>2</sup> /h
Lopussa	36,4 m <sup>2</sup> /h
Maalauslinjaston käyttöaste, intra	
Alussa	78,5%
Lopussa	83,5%
Maalauslinjaston käyttöaste, ajankäyttötutkimus	
Alussa	72%
Lopussa	82,2%

Taulukko 3. Yhteenveto tuloksista.

## 7.4 Kehitysehdotukset

### 7.4.1 Aamuvuoron aikaistaminen porrastetusti

Taukojen aiheuttamia maalauslinjaston seisonta-aikoja (72,3%) pystytään vähentämään porrastetulla aamuvuoron alkamisella. Normaalisti aamuvuorossa työskentelee kaksi työntekijää ja heidän vuoronsa alkavat kello 6:00. Aamuvuoron ensimmäinen työntekijä aloittaisi vuoronsa normaaliin aikaan kello 6:00. Toinen aamuvuoron työntekijä aloittaisi kello 6:30. Aamuvuoron porrastetulla töiden alkamisella estettäisiin maalauslinjaston pysäyttäminen aamukahvin ajaksi. Linjaston työntekijät kävisivät vuoron perään tauolla linjaston ollessa päällä. Teoreettisesti ottaen tällä porrastetulla aamuvuoron alkamisella saataisiin taukojen aiheuttamaa seisokkia vähennettyä 9,8%. Aamun kahvitauot otettu 06:00-08:00 kellotetuista tauoista. Porrastetun töihin tulon seisokkiajan vähentyminen laskettu yhtälössä 3.

$$\frac{(48h30min-43h44min)}{48h30min} * 100\% = 9,8\% \quad (3)$$

48h30min=alkuperäiset seisonta-ajat yhteensä

43h44min=seisonta-aika yhteensä vähennettynä aamun ensimmäinen tauko

#### 7.4.2 Maalin lisäämisen toimintatapamuutos

Maalin lisäyksen aiheuttamien seisonta-aikojen (7,6%) vähentäminen mahdollistuu maalin lisäyksen toimintatavan muutoksella maalilinjastolla.

Maalikeittiö ilmoittaa ennakkoon merkkivalolla maalin vähyydestä, ennen kuin huomioääni soi kehottaakseen sammuttamaan linjaston. Linjaston pysäyttämisen jälkeen maalari käy maalikeittiössä lisäämässä maalia. Maalia pystytään kuitenkin lisäämään linjaston pyöriessä, mikäli ennakointiaikaa on ja, mikäli linjastolla on työskentelemässä enemmän kuin kaksi työntekijää. Ennakointiajaksi katsotaan se aika kun maalari pystyy lisäämään maalia siten, että linjastoa ei pysäytetä ja maalauslinjaston ripustelupäässä kappaleiden väliin ei tule aukkoja. Ennakointiaikaa tavoitetaan puoliin maalin lisäyskertoihin. Maalinlisäyksen linjaston seisokkien vähentyminen laskettu yhtälössä 4.

$$\frac{3h40min}{2} = 1h50min \quad (4)$$

3h40min=kellotettu seisokkiaika maalinlisäykselle

Maalauslinjaston pyörimisaikaa pystytään nostamaan 13,6% toteuttamalla aamuvuoron ensimmäinen kahvitauko porrastamalla ja vähentämällä maalin lisäyksessä aiheutuneet seisokkiajat puoleen. Maalauslinjaston pyörimisajan nousu käyttämällä parannusehdotuksia laskettu yhtälössä 5.

$$\frac{(48h30min-41h53min)}{48h30min} * 100\% = 13,6\% \quad (5)$$

41h53min=kellotettu seisonta-aika pois luettuna aamun ensimmäinen tauko ja puolet vähemmän maalin lisäys seisokkeja

48h30min=alkuperäiset seisonta-ajat yhteensä

Keskimäärin maalauslinjasto pyöri per päivä 11h:11min sijaan 12h:42min tuntia. Keskimääräisen maalauslinjaston pyörimisajan nousu lasketaan yhtälössä 6.

$$11h11min * 13,6\% + 11h11min = 12h42min \quad (6)$$

11h:11min=toteutunut pyörimisaika

13,6%=parannus tauotuksesta ja maalin lisäämisestä linjaston pyöriessä

Maalauslinjaston käyttöaste nousi intran mukaan teoreettisesti 4,3%. Lähtötilanne oli 78,6%. Maalauslinjaston käyttöasteen nousu lasketaan yhtälössä 7.

$$\frac{12h42min}{((3h2min*(100\%-13,6\%)+12h42min))} = 82,9\% \quad (7)$$

12h42min=teoreettinen parantunut pyörimisaika

3h2min=keskimäärä linjaston seisonta-ajalle per päivä

13,6% parannus seisonta-ajoissa

Maalauslinjaston käyttöaika nousi ajankäyttötutkimuksen parannusedotuksilla 10,2%. Lähtötilanne oli 72%. Käyttöasteen nousu laskettu yhtälössä 8.

$$\frac{12h42min}{15h27min} = 82,2\% \quad (8)$$

12h42min=teoreettinen parannettu pyörimisaika

15h27min= linjaston suunniteltu käyttöaika

Parannusehdotuksilla linjaston maalausmäärä nousi 4,4m<sup>2</sup>/h linjaston pyöriessä 15,8% enemmän per päivä. Parannusehdotuksien vaikutus maalausmäärään lasketaan yhtälössä 9.

$$\frac{32m^2}{h} * (100\% + 13,6\%) = \frac{36,4m^2}{h} \quad (9)$$

32m<sup>2</sup>/h=alkuperäinen maalausmäärä

13,6% parannus kokonaispyörimisaikaan per päivä.

### 7.4.3 Ripustelumenetelmän muutos

Maalauslinjastolle ripustettavat tuotteet ovat eri kokoisia asiakkaan tilausten mukaisesti (kuva 3). Linjastoon ripustetaan kahdenkokoisia kappaleita päällekkäin. Toisinaan kaksi kappaletta ei mahdu päällekkäin ja työntekijä ripustaa vain yhden kappaleen linjastoon. Tyhjä paikka maalauslinjastolla aiheuttaa hukkaa. Näissä tilanteissa työntekijän pitäisi valita sopivankokoinen kappale ripustettavaksi, että linjastolle ei jäisi tyhjää paikkaa. Hukan vähentämiseksi tarvitaan toimintatavan muutos ripustustavan suunnittelulla. Tämä lisätyö aiheuttaa mahdollisesti painetta ripustelijalle ja linjaston purkupäähän. Tämä kehitysehdotus perustuu pelkästään havainnointiin ja keskusteluihin työntekijöiden kanssa. Laskutoimituksia tämän vaikutuksista ei tehty.

### 7.4.4 Yhteenveto kehitysehdotuksista

Maalauslinjaston toiminnan hukan aiheuttajiin kehitysehdotuksia noudattamalla voidaan nostaa sen pyörimisaikaa.

Maalilinjaston pyörimisaikaa pystytään lisäämään 13,6%. Tämä tapahtuisi toteuttamalla aamuvuoron ensimmäinen kahvitauko porrastamalla ja vähentämällä maalin lisäyksessä aiheutuneet seisokkiajat puoleen (yhtälö 5 ja yhtälö 6). Maalauslinjaston pyöriminen lisääntyisi 1 tuntia ja 31 minuuttia kehitysehdotusten perusteella.

Kaikkiaan maalauslinjaston käyttöaste nousi 4,3% kehitysehdotuksia toteuttamalla. Maalauslinjaston alkuperäinen käyttöaste oli tutkimuksen alussa 78,6%. Maalauslinjaston käyttöasteen nousu kehitysehdotuksia käyttäen lasketaan yhtälössä 7.

Maalauslinjaston pyörimisajan noustessa 13,6% per päivä, kappaleiden maalausmäärä nousee  $4,4\text{m}^2/\text{h}$ . Maalausmäärän nousu lasketaan yhtälössä 8.

Maalauslinjaston seisonta-aikoja voidaan vähentää ja sen toimintaa on mahdollista saada kustannustehokkaammaksi tutkimuksessa esille nousseita

ongelmakohtia kehittämällä. Tehdyn tutkimuksen perusteella tutkimustulokset ja niihin ratkaisuehdotukset ovat esitetty taulukossa 4.

Tutkimuksen tuloksista seisonta-aikojen vähentämiseen muodostui kolme konkreettista kehitysehdotusta (taulukko 4).

Hukan aiheuttajat	%	Kehitysehdotukset	Vaikutus seisonta-ajan pituuteen %
Tauot	72,3	Aamuvuoron porrastettu aloitus	-9,8
Muut	8,4	Ei kehitysehdotuksia. Seisokit näiden syiden takia välttämättömiä	-
Maalin lisäys	7,6	Maalilinjasto pyörii maalin lisäyksen aikana	-3,8
Linjan kiinniotto	6,1	Ei kehitysehdotuksia	-
Suojaus	3,1	Ei kehitysehdotuksia	-
Käsin maalaus	1,2	Ei kehitysehdotuksia	-
Värienvaihto	1,1	Ei kehitysehdotuksia	-
Jätemaalain tyhjentäminen	0,2	Ei kehitysehdotuksia	-
Häiriö	0,1	Ei kehitysehdotuksia	-

Taulukko 4. Kehitysehdotukset.

Yhteenvedon tutkimuksesta todetaan, että maalauslinjaston seisonta-ajoista erottautui kolme päätekijää. Näitä ongelmakohtia kehittämällä tutkimuksen pohjalta havaittiin, kuinka suuri vaikutus niillä on maalauslinjaston tuottavuuteen.

## 8 Pohdinta

Tutkimuksesta nousi esille kehittämistarpeita toimeksiantajan maalauslinjaston seisonta-aikojen lyhentämisessä. Tutkimuksen tekijällä oli aiempaanä työntekijänä kokemusta maalauslinjaston toiminnasta, joten tutkimusaihe oli mielenkiintoinen.

Tutkimus oli erittäin ajankohtainen, koska metalliteollisuus on tällä hetkellä aallonpohjassa, ja yritysten toimintaa on saatava entistä kustannustehokkaammaksi. Kaikki keinot on olettava käyttöön. Pienentämällä maalauslinjaston seisonta-aikoja vähennetään hukkaa ja linjaston toimintaa saadaan sekä nopeammaksi että tehokkaammaksi.

Opinnäytetyön alussa havainnoinnilla ja omaan kokemukseen perustuen kartoitettiin maalauslinjaston toiminta. Tunnuslukuja saatiin yrityksen omasta intrasta ja kellottamalla. Kellottamalla saatiin selville maalauslinjaston nykytilanteen seisonta-ajat. Tiedoista ja mittaustuloksista laadittiin laskelmia, taulukoita ja yhteenvetoja.

Maalauslinjaston seisonta-aikojen syistä erottautui kolme päätekijää (taut 72,3%, muut syyt 8,4% ja maalin lisääminen 7,6%). Kun näitä ongelmakohtia tutkimuksen avulla teoreettisesti kehitettiin, havaittiin niiden suuri vaikutus maalauslinjaston tuottavuuteen.

Haastavaksi tutkimuksen tekemisessä osoittautui seisonta-ajat, jotka olivat toiminnan kannalta välttämättömiä. Niitä kutsutaan apuajoiksi. Apuajat vaikuttavat esimerkiksi linjaston toimintaan ja henkilökohtaiseen työhyvinvointiin. Näihin on kiinnitettävä huomiota työmittausta tehdessä, voidaan varmistaa riittävä palautuminen työpäivän aikana ja vastaavasti tehokas työskenteleminen. Tutkimuksen tekijän oli ratkaistava, kuinka nämä vaikuttaisivat tutkimukseen ja tutkimuksen tuloksiin.

Kehitysehdotuksissa yhdeksi kehittämiskohteeksi seisonta-ajan lyhentämiseksi esitettiin aamuvuoroon tuleminen porrastetusti. Tämä auttoi siihen, ettei maalauslinjastoa tarvinnut pysäyttää ensimmäisen kahvitauon ajaksi. Työntekijät kävivät vuorotellen kahvilla. Tällä puolestaan vaikutusta työhyvinvointiin yhteisöllisyyden vähenemisen muodossa. Tutkija jäi pohtimaan, mitä vaikutusta tällä yhteisöllisyyden tunteen vähenemisellä on arvostuksena työpaikkaa kohtaan.

Lisäksi tutkimuksen havainnointiosuudessa esiin nousi yleisiä työturvallisuuteen liittyviä huomioita. Hallissa oli kova melu ja kesäkaudella hallin ilma kuumeni. Kuitenkaan virkistystaukojen pitämisestä säännöllisin välein ei välttämättä

huolehdittu. Myöskään maalauksessa tarvittavia suojarusteiden osuutta ei riittävästi korostettu.

Opinnäytetyön tausta-ajatuksena oli Lean-periaatteet. Leanissa korostuvat sanat hukka ja arvo. Mielestäni ne tulevat hyvin esille tässä opinnäytetyössä. Kun hukkaa vähennettiin eli seisonta-ajat pienenivät, tuotteen arvo nousi asiakkaalle. Lisäarvoa tuottamattomat prosessit poistettiin ja tehokkuutta nostettiin. Toisin sanoen seisonta-aikoja poistettiin.

Opinnäytetyöprosessi pitkittyi, koska menin työelämään. Oli työlästä löytää sopivaa aikaa opinnäytetyön loppuun viemiselle. Opinnäytetyön tekeminen oli kuitenkin opettavainen prosessi.

Hirsjärven ym. (2015) mukaan tutkimuksen luotettavuudella tarkoitetaan tutkimusmenetelmän soveltuvuutta tutkimuksen tehtävään ja siinä mitattavaan ongelmaan. Tässä tutkimuksessa työntutkimusmenetelmät valittiin tarkoituksenmukaisesti ja tutkimusongelmalähtöisesti. Kaikki opinnäytetyön tiedot kerättiin asiamukaisista alan tietolähteistä ja luotettavaan havainnointiin perustuen.

Koska opinnäytetyöntekijällä oli työntekijänä yhteyksiä toimeksiantajaan, subjektiiviset tekijät olisivat voineet vaikuttaa tutkimukseen. Subjektiivisuutta pyrittiin kuitenkin vilpittömästi välttämään. Työtutkimuksen keinoilla mittaamista tehtäessä, esimerkiksi kellottamalla entisten työtovereiden työskentelyä, oli välillä kiusallisiakin hetkiä. Yrityksen omasta intrasta saatiin kvantitatiivisia aineistoja ja ne perustuvat myös todenmukaisuuteen.

Toimeksiantaja otti tutkimustulokset välittömästi käyttöön mittaustapahtuman ja yhteenvedon tekemisen jälkeen. Tutkimus on erittäin helposti hyödynnettävissä maalauslinjaston toiminnassa.

## Lähteet

- Andersen, Björn, Fagerhaug, Tom. (2006). Root Cause Analysis, Simplified Tools and Techniques. 2. painos. Milwaukee: ASQ Quality Press.
- Anderson, C. 2006. Pitkä häntä. Helsinki: Terra Cognita.
- Ahokas, P., Tiihonen, J., Neuvonen, J. & Suikki, M. 2011. Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita. EK-SAK tuottavuustyöryhmä. Helsinki: Teknologiateollisuus Ry.  
[https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file\\_attachments/tyo\\_markkinat\\_kannustava\\_palkkaus\\_palkkaustapoja\\_tyontutkimuksen\\_menettelytavat.pdf](https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/tyo_markkinat_kannustava_palkkaus_palkkaustapoja_tyontutkimuksen_menettelytavat.pdf). 1.12.2023.
- Anttila, P. 1998. Tutkimisen taito ja tiedon hankinta.  
<https://metodix.fi/2014/05/17/anttila-pirkko-tutkimisen-taito-ja-tiedon-hankinta/#8.2.3.1%20Tyypillinen%20laadullinen%20tutkimus>. 1.7.2023.
- Arnold, J.R., Chapman, S. & Clive L. 2012. Introduction to Materials Management. 7th ed. Boston: Pearson cop. 2012.
- Aulanko, V., Hotanen, J. & Salonen, A. 1977. Standardiaikajärjestelmät ja niiden rakentaminen. Helsinki: Menetelmätekninen yhdistys ry.
- Borris, S. 2012. Strategic Lean Mapping. United States of Americas: Mc-Graw-Hill books.
- Dogget A. Mark. (2005). Root Cause Analysis: A Framework for Tool Selection. The Quality Management Journal.  
[https://www.researchgate.net/profile/Mark\\_Doggett/publication/42831418\\_Root\\_Cause\\_Analysis\\_A\\_Framework\\_for\\_Tool\\_Selection/links/02e7e5367ee85007b6000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mark_Doggett/publication/42831418_Root_Cause_Analysis_A_Framework_for_Tool_Selection/links/02e7e5367ee85007b6000000.pdf). 2.4.2023.
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous.
- Helmold, M. 2020. Lean Management and Kaizen: Fundamentals from Cases and Examples in Operations and Supply Chain Management. Cham: Springer International Publishing AG.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2015. Tutki ja kirjoita. Porvoo: Bookwell.
- HSQE partner. 19.12.2025. Finelcomp Oy tehdas, ilmakuva. 9.7.2024.  
[Finelcomp Oy - Hsge](#)
- Ishikawa, Kaoru. 1990. Introduction to Quality Control. London: Chapman & Hall.
- Jokinen, Isto., Kuusela, A. & Nikkari, T. 2001. Metallituotteiden maalaus. Jyväskylä: Opetushallitus
- Jokinen, T. 2020. Lean-periaatteet. <https://blogi.oamk.fi/2020/05/04/lean-periaatteet/>. 15.4.2024.
- Kajaste, V. & Liukko, T. 1994. LEAN-toiminta. Metalliteollisuuden keskusliitto. Tekninen tiedotus 6/94. Metalliteollisuuden kustannus Oy. Tampere: Tammer-Paino Oy.
- Kananen, J. 2015. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas – Miten kirjoitan kehittämistutkimuksen vaihe vaiheelta. Juvenes Print.
- Karjalainen, T. & Karjalainen, E. 2008. SIX SIGMA Uuden sukupolven johtamis- ja laatumenetelmät. Lahti: Aldus Oy.
- Kouri, I. 2010. Lean-taskukirja. 1. Helsinki: Teknologiainfo Teknova.
- Lecklin, Olli. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. 5. painos. Hämeenlinna: Karisto.

- Maliranta, M. 2015. Työn tuottavuus ja talouspolitiikka. ETLA.  
<https://www.etla.fi/kolumnit/tyontuottavuus-ja-talo>. 27.1.2024.
- Modig, N.& Åhlström, P. 2013. Tätä on Lean – Ratkaisu tehokkuusparadoksiin.
- Montgomery, Douglas. C., Jennings, Cheryl. L. & Pfund, Michele. E. 2011.  
Managing, Controlling, and Improving Quality. USA: John Wiley & Sons.
- Planmill. 2022. <https://www.planmill.com/fi/laske-palveluliiketoiminnan-yrityksen-kayttoaste/>. 31.3.2025.
- Rouvinen, P & Ketokivi, M. 21.12.2015. Unohda pussilakanat, tuotanto pysyy Suomessa. Verkkolehtiartikkeli. Talouselämä.  
<http://www.talouselama.fi/uutiset/unohda-pussilakanat-tuotanto-pysyysuomessa-6240990>.27.1.2024.
- Skaggs, T. 2010. Essential in lean manufacturing is the 5-S philosophy.  
<https://www.scribd.com/document/466327309/Essential-in-the-Lean-Manufacturing-Structure-is-5S>. 15.4.2024.
- Tilastokeskus. 2023. <https://teknologiateollisuus.fi/fi/talous-ja-toimiala/tilastotietoa-teknologiateollisuudesta-seka-suomen-ja-maailman-taloudesta>. 16.1.2024.
- Tuominen, K. 2010. Lean - kohti täydellisyyttä. Itsearviointin oppi- ja työkirja. Helsinki: Readme.fi.
- Turunen, Jussi. 2023. Omat valokuvat.
- Työsuojelu.fi. 2024. <https://tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot>. 15.4.2024.
- Valmistajat.fi. 2024.  
<https://valmistajat.fi/menetelmat/pintakasittely/jauhemaalauus>. 15.4.2024.
- Vilka, H. 2014. Tutki ja mittaa. <http://hanna.vilka.fi/wp-content/uploads/2014/02/Tutki-ja-mittaa.pdf>. 1.1.2024.
- Vuorinen, T. 2013. Strategiakirja 20 työkalua. Helsinki: Talentum Media.
- Örmä, T. 2024. STJ-työnmittaus. <https://www.howknow.fi/tyontutkimus.html>. 25.4.2024.