

Opinnäytetyö (AMK)

Auto- ja Kuljetustekniikka

Logistiikka

2020

Mikko Sirén

# TYÖN TUOTTAVUUDEN OPTIMOINTI ERGONOMIAN AVULLA

– Tuotantolinjan linjajakelun optimointi

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Auto- ja kuljetustekniikka  
Logistiikka

2020 | 50 sivua, 3 liitesivua

Mikko Sirén

# TYÖN TUOTTAVUUDEN OPTIMOINTI ERGONOMIAN AVULLA

- Tuotantolinjan linjajakelun optimointi

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä Valmet Automotive EV Power Oy:n tuotantolinjan linjajakeluun ja esittää kehitysehdotuksia linjajakelun optimoimiseksi. Lisäksi opinnäytetyön tavoitteena oli laatia päivitetty linjajakelun työohjeet, sekä tehostaa linjajakelun tuottavuutta paremman ergonomian kautta saatavilla myönteisillä vaikutuksilla.

Aluksi luodaan katsaus teoriaan työn tuottavuudesta. Seuraavaksi käydään läpi ergonomiaa käsitteenä, esitetään mitä ergonomia työyhteisössä tarkoittaa ja miten erilaisilla ergonomisilla ratkaisuilla voidaan parantaa työn tuottavuutta. Tämän jälkeen tutustutaan lyhyesti varaston sekä sisäisen logistiikan layout-suunnitteluun. Lopuksi kerrotaan, miten työohjeet laadittiin ja esitetään kehitysehdotuksia linjajakelun tehostamiseksi.

Työn tuloksena laadittiin päivitetty työohjeet linjajakeluun ja esitettiin kehitysehdotuksia linjajakelun tehostamiseen.

Toimeksiantaja voi opinnäytetyön lopputuloksia hyödyntämällä parantaa työn tuottavuutta optimoidessaan linjajakelua.

ASIASANAT:

ergonomia, logistiikka, jakelu, työn tuottavuus, layout

BACHELOR'S | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive and Transportation Engineering

2020 | 50 pages, 3 appendices

Mikko Sirén

# OPTIMIZING PRODUCTIVITY THROUGH ERGONOMICS

- Optimization of production line distribution

The goal of the thesis was to study the line feeding process at Valmet Automotive EV Power Ltd's production line and make suggestions to optimize the line distribution. In addition, the goal of the thesis was to create updated working instructions for line distribution and enhance productivity by benefit realization from improved ergonomics.

The thesis commences by presenting theory about productivity. Subsequently, theories of ergonomics are reviewed as well as their applications in workplaces. Furthermore the thesis handles theories of implementing enhanced ergonomic solutions in order to increase work efficiency and gives a brief overview on planning the layout of warehouse and internal logistics. The thesis concludes by describing how the working instructions were created and presents the suggestions for development.

As a result, line distribution working instructions were created and line distribution development suggestions were presented.

From the mandator perspective, the results of this thesis can be beneficial for efforts made to improve the productivity in the line distribution process.

## KEYWORDS:

ergonomics, logistics, distribution, productivity, layout

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	<b>7</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>2 VALMET AUTOMOTIVE EV POWER OY</b>	<b>9</b>
<b>3 TYÖN TUOTTAVUUS</b>	<b>11</b>
3.1 Tuottavuuden määritelmä	11
3.2 Tuottavuuden taustatekijät	13
3.2.1 Talouskasvu	13
3.2.2 Kilpailu ja laatu	14
3.2.3 Innovatiivisuus ja teknologia	15
3.2.4 Työllisyys	16
3.2.5 Työn organisointi ja oppivat organisaatiot	16
3.2.6 Työturvallisuus, työterveys ja työolosuhteet	17
3.2.7 Osaaminen	17
3.2.8 Ympäristönsuojelu	18
3.2.9 Työmarkkinayhteistyö	18
3.3 Henkilötyön tuottavuus	18
<b>4 ERGONOMIA</b>	<b>20</b>
4.1 Ergonomian määritelmä	20
4.2 Ergonomian tavoitteet	21
4.3 Ergonomia työpaikalla	22
4.4 Ergonomian ajattelumalleja	25
4.4.1 Sovittamisajattelu	25
4.4.2 Kuormitusajattelu	25
4.4.3 Ihminen-kone –järjestelmäajattelu	26
4.5 Ergonomian sovelluksia	26
4.5.1 Korjaava ergonomia ja suunnitteluergonomia	26
4.5.2 Osallistuva suunnittelu ja suunnittelutyö	26
4.5.3 Käytettävyyden suunnittelu ja testaaminen	27
4.6 Hyödyt ja kustannukset	27
<b>5 LAYOUT-SUUNNITTELU</b>	<b>30</b>

<b>6 VALMET AUTOMOTIVE EV POWER OY – LINJAJAKELUN TYÖOHJE</b>	<b>33</b>
6.1 Alkukartoitus	33
6.1.1 Tutustuminen sisäisen logistiikan toimitiloihin ja prosesseihin	33
6.1.2 Excel-apuohjelma	36
6.1.3 Excel-taulukon tulkitseminen	37
6.2 Oma työkokemus Valmet Automotive EV Power Oy:n linjajakelussa	38
6.3 Työohje	38
<b>7 LOPPUSANAT</b>	<b>41</b>
7.1 Tuotantotilan layout sisäisen logistiikan näkökulmasta	41
7.2 Buffer-paikka	42
7.3 Tuotannon trukki liikenne	43
7.4 Countdown-kellot	44
7.5 Milk run -menetelmä	44
7.6 Paineilmanostin	45
7.7 Toteutuneita linjajakelun kehityskohteita	47
<b>LÄHTEET</b>	<b>50</b>

## LIITTEET

Liite 1. Materiaalin siirto

## KUVAT

Kuva 1. Valmet Automotive EV Power Oy tuotantotila. (Valmet Automotive kotisivu 2020.)	9
Kuva 2. Tuottavuuden paraneminen. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 9.)	12
Kuva 3. Tuottavuuden taustatekijät. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 4.)	13
Kuva 4. Ergonomian tiedonalueet. (Launis & Lehtelä 2011, 19.)	20
Kuva 5. Ihmisen ja työpaikan muodostama työjärjestelmä. (Launis & Lehtelä 2011, 23.)	22
Kuva 6. Ergonomia yrityksessä. (Launis & Lehtelä 2011, 34.)	24
Kuva 7. Materiaalia väliaikaisesti lattialla. (Logistiikan maailma 2020.)	31
Kuva 8. Tuulikaapit (vihreä laatikko).	34
Kuva 9. Kevytnostin materiaalin siirtoon.	35
Kuva 10. Automaattiasema.	39

Kuva 11. Oikeaoppinen nostotekniikka. (Selkäkanava 2020.)	40
Kuva 12. Buffer-paikka sekä materiaalin syöttö linjalle.	41
Kuva 13. Jakelun painopistealueet osa1.	42
Kuva 14. Jakelun painopistealueet osa2.	42
Kuva 15. Layout-muutosehdotus.	43
Kuva 16. Uusi kulkuväylä trukki liikenteelle.	43
Kuva 17. Esimerkki countdown-kellosta. (Carputec 2020.)	44
Kuva 18. Automaattiasema.	45
Kuva 19. Esimerkki paineilmanostimen käytöstä. (Finnlift 2020.)	46
Kuva 20. Nykyinen tekniikka.	46
Kuva 21. Kevytnostin käyttöpaikallaan.	47
Kuva 22. Siirtovaunu.	48
Kuva 23. Nostin osapakkauksien käsittelyyn.	49

## TAULUKOT

Taulukko 1. Henkilötyön kehittäminen. (Ahokas, Tiihonen, Neuvonen & Suikki 2011, 10.)	19
Taulukko 2. Ergonomian soveltamisen vaikutuksia. (Launis & Lehtelä 2011, 36.)	28
Taulukko 3. Välilehdet.	36
Taulukko 4. Akkua tunnissa.	37
Taulukko 5. Komponenttien lukumäärä akkua kohden.	37
Taulukko 6. Excel-package välilehti.	37
Taulukko 7. Akkutavoite.	38
Taulukko 8. Vaihtoaika.	38

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Buffer-paikka	Materiaalin väliaikainen varastointipaikka tuotannossa.
Countdown-kello	Aikalaskuri, joka ilmaisee seuraavaan työsuoritteeseen jäljellä olevan ajan.
Kevytnostin	Materiaalin siirtoon tarkoitettu laite.
Osapakkaus	Akun komponentteja sisältävä yksikköpakkaus.
Siirtovaunu	Materiaalin siirtoon tarkoitettu laite.
Tuulikaappi	Tila, joka erottaa tuotantotilan varastotilasta.

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö toteutettiin Valmet Automotive EV Power Oy:n toimeksiantona. Työn tavoitteena oli selvittää Salossa sijaitsevan akkutehtaan sisäisen logistiikan linjajakelun tehokkuutta sekä luoda päivitetty linjajakelun työohjeet sisäisen logistiikan käyttöön.

Työn tuloksena luotiin päivitetty työohjeet linjajakeluun, sekä esitettiin kehitysehdotuksia linjajakelun optimoimiseksi. Työohjeiden laatimisen ja työn tehokkuuden arvioimisen avuksi luotiin Excel-pohjainen aputyökalu.

Opinnäytetyön laatimisen ajoitus oli hyvä, sillä Salon akkutehtaan toiminta oli juuri käynnistynyt aloittaessani opinnäytetyön tekemisen ja pääsin heti asioihin kiinni niiden ollessa vielä tuoreita tai kehitysasteella.

Opinnäytetyön teoreettisessa osassa käydään läpi työn tuottavuuden määritelmä ja tuottavuuden eri osa-alueet. Lisäksi käydään läpi, mitä ergonomialla tarkoitetaan ja miten ergonomiia voidaan hyödyntää yritys-elämässä tuottavuuden parantamiseen. Ergonomiset ratkaisut layout-suunnittelussa lisäävät yleensä työn tuottavuutta, jonka vuoksi käydään lyhyesti läpi keskeiset osat layout-suunnittelusta. Lopuksi käydään läpi, miten perehtyminen sisäisen logistiikan linjajakelun toimintatapoihin toteutettiin ja mitä havaittiin. Tämän pohjalta muodostettiin päivitetty työohjeet linjajakeluun. Työohjeiden laatimisen ja yleisen linjajakelun kehityksen avuksi muodostettiin Excel-aputyökalu, jonka muodostamisprosessi käydään läpi. Lopuksi esitetään kehitysehdotuksia, jotka pohjautuvat sisäisen logistiikan toimintatapojen tutkimiseen.

Opinnäytetyössä esitettyjen ergonomisten ratkaisujen tuomia mahdollisuuksia hyödyntämällä ja jalostamalla voi toimeksiantaja parantaa työn tuottavuutta kehittäessään linjajakelua.



## 2 VALMET AUTOMOTIVE EV POWER OY

Valmet Automotive EV Power Oy on osa Valmet Automotive-konsernia. Valmet Automotive-konserni on yksi maailman johtavimmista ajoneuvojen sopimusvalmistajista, avoautojen kattojärjestelmien Tier 1 -tason toimittajista ja autoteollisuuden merkittävimmistä tuotekehyskumppaneista. Valmet Automotiven omistajuus on jakautunut Tesin, Pontos Groupin ja Contemporary Amperex Technology Limitedin (CATL) kesken. Tesi ja Pontos Group ovat suomalaisia yrityksiä, jotka molemmat omistavat Valmet Automotivesta 38,46 prosenttia. Kansainvälisen lisän mukaan tuo Contemporary Amperex Technology Limited (CATL), jonka omistusosuus Valmet Automotivesta on 23,08 prosenttia. Manufacturing, Engineering, EV Systems (e.g. battery systems) ja Roof & Kinematic Systems ovat Valmet Automotive -konsernin liiketoimintalinjat. Konsernin strategia painottaa sähköisen liikenteen ratkaisuja. (Valmet Automotive kotisivu 2020.)

Valmet Automotive EV Power Oy on uudenkarhea akkutehdas hyvien kulkuyhteyksien varrella Salossa. Salon välimatka Turkuun on noin 50 kilometriä ja puolestaan Helsinkiin on matkaa noin 110 kilometriä. Valmet Automotive EV Power Oy aloitti tuotannon vain noin kuusi kuukautta siitä, kun muutostyöt vanhan matkapuhelintehtaan muuttamiseksi akkutehtaan tarpeisiin alkoivat. Tuotantotilan lattia vahvistettiin vastaamaan tuotannon laitteiden asettamat vaatimukset ja logistiikalle rakennettiin uudet tilat. (Valmet Automotive kotisivu 2020.)



Kuva 1. Valmet Automotive EV Power Oy tuotantotila. (Valmet Automotive kotisivu 2020.)

Valmet Automotive EV Power Oy tarjoaa täyden palvelun kokemuksen aina akkujen suunnittelusta valmiiden akkujen toimittamiseen asiakkaalle. Valmet Automotive EV Power Oy tarjoaa palveluitaan muun muassa henkilöautojen, raskaankaluston ja maatalouden OEM-valmistajien tarpeisiin. Lisäksi Valmet Automotive EV Power Oy on keskittynyt tuottamaan korkeajänniteakkuratkaisuja, 48V akkuja ja korkeajännite komponentteja. (Valmet Automotive, yritysesittelymateriaali 2020.)

## 3 TYÖN TUOTTAVUUS

### 3.1 Tuottavuuden määritelmä

Tuottavuudella tarkoitetaan tehdyn työn määrää suhteessa saatuun lopputulokseen. Tiivistetysti tuottavuudella ilmaistaan tuotannon tehokkuutta. Tuottavuus ilmaistaan mitattavilla suureilla, joita ovat fyysisesti mitattavat yksiköt sekä taloudelliset yksiköt. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 7.)

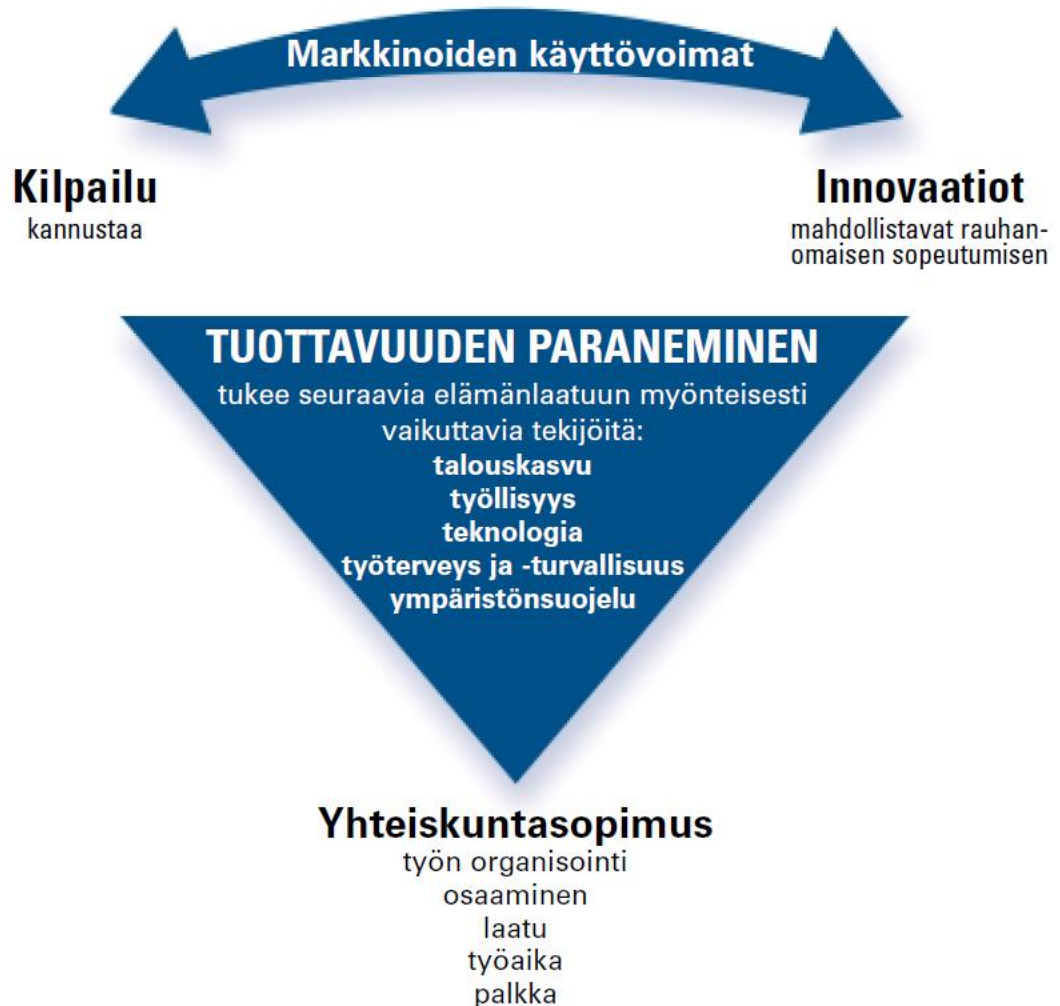
Usein kokonaistuottavuudesta käytetään virheellisesti työn tuottavuus -termiä. Työn tuottavuudella kuvataan useiden tekijöiden yhteisvaikutusta. Näitä tekijöitä ovat muun muassa käyttöaste, pääomasijoitukset, energiankäyttö, teknologinen kehitys sekä ammattitaitoinen työpanos. (Euroopan tuottavuuskeskustenliitto 2006, 14.)

Tuottavuutta pidetään talouskasvun päätekijänä. Silloin kun jalostustyötä tehdään lisäämällä pääomaa ja vähentämällä työtä tuottavuus paranee. Työn tuottavuuden parantamisen myötä vähenee tuotannossa tarvittavien työntekijöiden määrä, mutta tuottavuuden parantuessa syntyy varallisuutta lisää ja sitä kautta kysyntää uusille tavaroille sekä palveluille. Kasvaneen kysynnän vuoksi syntyy uusia työpaikkoja, eli työn tuottavuuden parantaminen lisää sekä vaurautta että työpaikkoja, joten työn tuottavuuden kehittämiseen kannattaa kohdentaa resursseja. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 7.)

Nykyään huomioidaan entistä enemmän aika, tilat ja ympäristöön liittyvät voimavarat perinteisten tuotantotekijöiden lisäksi. Perinteisiä tuotantotekijöitä ovat työ, pääoma ja raaka-aineet. Niin sanottujen vihreiden arvojen huomioiminen on synnyttänyt uusia käsitteitä, joihin lukeutuvat muun muassa ”vihreä tuottavuus”. Vihreän tuottavuuden päämääränä on kontrolloida tuottavuuden kehityksen hyödyt siten, että niistä ei muodostu haittoja tuleville sukupolville. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 7.)

Tuottavuus ja kannattavuus ovat käsitteinä hyvin lähellä toisiaan, mutta pieniä vivahteeroja käsitteiden välille löytyy. Tuottavuus pitää käsitteenä sisällään pidemmän aikavälin tarkastelujakson kuin pelkkä kannattavuus. Kannattavuutta mitatessa on tuottavuus hyvin selkeästi kannattavuuden yksi osatekijä, mutta kannattavuuteen vaikuttaa hyvin vahvasti myös ne hinnat, jotka yritys maksaa tuotantopanoksestaan ja saa tuotoksestaan tuottoa. Esimerkiksi jos yritys saa kohonneen tuotoksen hinnan myötä reilusti enemmän

tuottoa verrattuna yritykselle koituneisiin kuluihin tuotantopanokseen nähden, voi silloin yrityksen talous parantua, vaikka tuottavuus yksissään on mahdollisesti heikentynyt. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 8.)



Kuva 2. Tuottavuuden paraneminen. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 9.)

### 3.2 Tuottavuuden taustatekijät

Tuottavuuteen ja tuottavuuden kehitykseen linkittyy monia eri tekijöitä. Tuottavuus on käsitteenä kokonaisvaltainen, joten tuottavuuden eri taustatekijät vaikuttavat toisiinsa muodostaen kokonaisuuden. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 9.)



Kuva 3. Tuottavuuden taustatekijät. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 4.)

#### 3.2.1 Talouskasvu

Talouskasvu voidaan kuvata yksinkertaisesti tilaksi, jonka myötä tavaroiden ja palveluiden tuotanto kasvaa. Kokemus on osoittanut, että talouskasvu on riippuvainen yhteiskunnan myönteisestä kehityksestä. Kansantalouksia tarkastellessa käy ilmi, että useimmat kansantaloudet ovat avoimia järjestelmiä, eivätkä avoimet järjestelmät riipu suoraan

ainoastaan kansallisista tuotantopanoksista, vaan myös maailmantalouden tila vaikuttaa useimpiin kansantalouksiin. (Euroopan tuottavuuskeskusten liitto 2006, 17-18.)

### 3.2.2 Kilpailu ja laatu

Yritykset käyttävät taloudellista kilpailua niin sanottuna käyttövoimana tai toisin sanottuna työkaluna pyrkiessään edistämään asemiaan myynti- ja ostomarkkinoilla. Tuottavuuden ja talouden voimakkaan kasvun tiedetään myös kiihdyttävän kilpailua ulottuen myös eri kansantalouksien välillä esiintyvään kilpailuun. Talousteorian mukaan yritykset sekä kansantaloudet omaavat yhtäläiset kilpailuedellytykset, mutta reaali maailmassa nämä poikkeavat merkittävästi niin kansantalouksien kuin yritystenkin välillä. Eroavuuksia yritysten välillä lisäävät myös yritysten koko erot, isommilla yrityksillä on merkittävämpi painoarvo osto- sekä myyntimarkkinoilla. Tilapäisissä kriisitilanteissa isoilla yrityksillä on eri tavalla muita voimavaroja, joihin tukeutua selvitäkseen kriiseistä. Sama pätee myös eri kansantalouksiin kriisitilanteissa. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 10-11.)

Pienet yritykset, jotka ovat yleensä uusia, luovat suurimman osan työpaikoista ja onkin omaksuttu, että valtioiden tulevaisuus ei ole riippuvainen niiden koosta vaan valtioiden tulevaisuuteen vaikuttavat enemmän aloitteellisuus ja yrittäjäisyys. Tämän vuoksi esiin on myös noussut tuottavuuden ja yrittäjyyden väliset vuorovaikutussuhteet. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 11.)

Kilpailun tulokseen vaikuttaa kaikkein merkittävimmin kustannukset, mutta laadun vaikutuksen merkitys korostuu jatkuvasti. Määritelmän mukaan laadulla tarkoitetaan sitä, että tuotteiden ja palveluiden on vastattava asiakkaan tarpeita tuotteen tai palvelun koko elinkaaren ajan. Tuotteet tai palvelut vastaavat asiakkaan tarpeita silloin, kun ne ovat rakenteeltaan sellaisia, että ne vastaavat tarkasti asiakkaan tuotteelle tai palvelulle määrittämiä käyttötarkoituksia. Silloin, kun tuotteet ja palvelut ovat edellä kuvatunlaisia, seuraukseksi muodostuu alentuneet käyttökustannukset, koska tuotteen tai palvelun käytön aikaiselle parantamiselle ei ole tarvetta. Tuottavuus ja laatu kulkevat käsi kädessä, vaikka ajoittain ne näyttävät kulkevan hyvin kaukana toisistaan, mutta tarkasteltaessa pidemmällä aikavälillä on mahdotonta erottaa niitä toisistaan. Tuottavuus paranee yleensä jos laadullisesti pyritään tekemään tai tuottamaan sellaisia tuotteita tai palveluja, joiden myötä asiakastyytyväisyys on erinomaista. Parantunut laatu ja sitä myötä asiakastyytyväisyys parantavat todennäköisesti tuottavuuden kehitystä.

Tuotantoprosesseissa laaduksi luetaan myös syntyvien jätteiden määrän minimointi koko tuotantoketjun ajan. Kiteytetysti voidaan sanoa, että laatu ilman tuottavuutta on yhtä merkityksetöntä kuin tuottavuus ilman laatua. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 11.)

### 3.2.3 Innovatiivisuus ja teknologia

Innovaatiot ovat keskeinen osa kestäväen tuottavuuden kehityksessä. Ilman innovaatioita yritysten, kansantalouksien ja yhteiskuntien kehittyminen hidastuu ja pahimmassa tapauksessa pysähtyy kokonaan. Kilpailun tuoma paine on omiaan luomaan innovaatioita ja pitämään jatkuvaa innovoinnin tarvetta yllä. Yksi tuottavuuden kehitykseen merkittävästi vaikuttavia osa-alueita ovat teknologiset innovaatiot, mutta ne eivät yksin riitä tekemään yrityksestä kilpailukykyistä. Uudet teknologiset innovaatiot ovatkin yleensä niin sanotusti heikoilla jäillä, jos inhimillistä tekijää ei huomioida riittävästi. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 12.)

Innovaatioprosessissa usein tehdään virhe siinä, että ei osata huomioida riittävästi muita innovaatioprosessin osa-alueita teknologian lisäksi. Muita tärkeitä innovaatioprosessin osa-alueita ovat koko prosessin huolellinen suunnittelu, koko organisaation ja yksittäisten työpaikkojen suunnittelu, jatkuvaa muutosta tukevien toimintakulttuurien kehittäminen ja riittävän pääoman varmistaminen. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 12.)

Innovaatiotahdilla on suuri vaikutus tuottavuuden kehitykseen ja kasvuun. Innovaatiotahdin on kuitenkin oltava sopivassa suhteessa inhimillisiin tekijöihin nähden, sillä jos inhimillisiä tekijöitä ei oteta riittävästi huomioon saattaa siitä seurata tuottavuuden kasvun hidastumista. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 12.)

Innovaatioiden tulisi vaikuttaa positiivisesti uusiin tuotantoteknologisiin ratkaisuihin, mutta myös lisäksi innovaatioiden tulisi vaikuttaa positiivisesti työn organisointiin ja työolosuhteisiin ja innovaatioiden tulisi johtaa uusiin tuotteisiin sekä palveluihin. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 12.)

### 3.2.4 Työllisyys

Kansantalouden tasolla työllisyys ja tuottavuus ovat kulkeneet tiiviisti yhdessä viimeisen kahden vuosisadan ajan. Niissä maissa, joissa on tuottavuuden kehitys ja jo saavutettu taso ollut parhainta, on pystytty säilyttämään korkea työllisyyden taso. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 13.)

Yritystasolla tarkasteltuna työn tuottavuuden paraneminen on ollut seurausta henkilöstön vähentämisestä tai yrityksen oman henkilöstön aikaisemmin tekemiä tehtäviä on ulkoistettu yrityksen ulkopuolisille. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 13.)

### 3.2.5 Työn organisointi ja oppivat organisaatiot

Työn organisointi on yksi tuottavuuden kehityksen kulmakivistä. Työn järjestelyllä saadaan aikaan merkittävää kehitystä tuottavuuteen. Työn järjestelyllä tarkoitetaan kaikkea aina yksittäisen työpaikan fyysisistä rakenteista, palveluiden toimittajiin sekä asiakkaisiin. Työn organisointiin joudutaan kiinnittävään entistä enemmän huomiota talouskasvun hidastumisen ja yritysten välisen kiristyneen kilpailutilanteen vuoksi. Työn organisoinnissa on otettu käyttöön uudenlaisia työjärjestelyjä, kuten esimerkiksi osa-aikatöitä, projektitöitä ja etätöitä. Etätöiden tueksi on nykyään tarjolla monia erilaisia informaatio- ja kommunikaatioteknologiasovelluksia, kuten esimerkiksi Skype. Nämä teknologiat mahdollistavat työskentelyn eri paikoista, mutta silti työntekijät voivat kommunikoida ja jakaa sisältöä reaaliaikaisesti. (Euroopan tuottavuuskeskusten liitto 2006, 21.)

Uusien innovaatioiden myötä kaikki muutokset ei välttämättä ole aina myönteisiä, sillä työtahti saattaa kiihtyä ja tuotteiden sekä prosessien uusiutuminen aiheuttaa jatkuvaa muutosta eikä ammattitaitoa kyseisiin prosesseihin ei ehdi syntyä. Lisäksi yritykset ovat keventäneet hierarkiarakenteitaan ja hajauttaneet vastuuta laajemmalle työntekijäjoukolle. Näistä toimista on seurannut muun muassa eräitä organisaatioiden ja johtamisen kehittämisiongelmiä. (Euroopan tuottavuuskeskusten liitto 2006, 22.)

Vastuun hajauttamisen seurauksena henkilöstön ammattitaitovaatimukset ovat kasvaneet. Hajauttamisen seurauksena henkilöstö joutuu opettelemaan uusia työtehtäviä ja lisäksi vanhat, jo totut työtehtävät saattavat muuttua. Tuottavuuden näkökulmasta on haastavaa varmistaa henkilöstön kyky ja motivaatio uudistaa ja parantaa omaa



henkilökohtaista ja kollektiivista ammattitaitoaan. Tähän haasteeseen on pyritty vastaamaan järjestämällä harkitusti sekä yrityksen sisäisiä koulutuksia että ulkoisia koulutuksia. (Euroopan tuottavuuskeskusten liitto 2006, 22.)

### 3.2.6 Työturvallisuus, työterveys ja työolosuhteet

Yritykset tarvitsevat terveitä, motivoituneita ja tehokkaita työntekijöitä, joten työturvallisuuden, työterveyden ja työolosuhteisiin on kiinnitettävä huomiota. Yrityksen taloudellisten tavoitteiden ja työolosuhteiden tavoitteiden ei pitäisi olla ristiriidassa molempien täydentäessä toisiaan. Euroopan työolosuhteita tarkasteltaessa käy ilmi, että usein yrityksissä työntekijöiden terveys ja työolosuhteiden huomioiminen jää pienelle painoarvolle arvioitaessa tuottavuustekijöitä. Työn rasittavuus on viime aikoina kokenut muutosta, sillä perinteiset työn raskaudesta tai huonoista sääolosuhteista johtuvat terveydelliset vaarat ovat vähentyneet, mutta kovan työtahdin, kiireen, vastuun, keskittymisvaatimusten ja työn yksitoikkoisuuden tuoman rasituksen on koettu lisääntyneen. Kuormittuneisuus ilmenee terveysongelmina esimerkiksi tuki- ja liikuntaelinsairauksina, stressinä ja työuupumuksena. (Euroopan tuottavuuskeskusten liitto 2006, 22-23.)

Järkevällä suunnittelulla voidaan vaikuttaa henkilöstön työssä jaksamiseen ja terveyteen positiivisesti. Työsuojelu ulottuu työajan käyttöön, koulutukseen, työn suunnitteluun ja urakehitystä koskevaan johtamiseen. (Euroopan tuottavuuskeskusten liitto 2006, 23.)

### 3.2.7 Osaaminen

Työntekijöiden osaaminen korostuu yrityksen tuottavuutta ja tehokkuutta mitatessa. Nopea taloudellinen ja rakenteellinen muutos, tekniikan kehitys, jatkuvasti muuttuvat markkinat ja koventunut kansallinen sekä kansainvälinen kilpailu tuovat enenevässä määrin esiin yrityksen henkilöstön osaamisen tason. Teknologiset ratkaisut ovat tavoittaneet monet eri yritykset niin kansallisesti kuin kansainvälisestikin, jolloin yrityksen henkilöstön osaaminen on isossa roolissa. Henkilöstön osaamista on kehitettävä jatkuvasti, jotta taataan tuottavuuden ja tehokkuuden kasvu. (Euroopan tuottavuuskeskusten liitto 2006, 23.)

Yritys voi saavuttaa hyvän henkilöstön osaamisen tason vain selkeillä toimintamalleilla ja jatkuvalla oppimiselle sekä luomalla sellaisia rakenteita, jotka vastaavat asiakkaan esittämiin tarpeisiin. (Euroopan tuottavuuskeskusten liitto 2006, 23.)

### 3.2.8 Ympäristönsuojelu

Ympäristönäkökohdat, jotka liittyvät tuotantoon ja tuotekehitykseen, ovat nykyään tärkeitä kilpailuvaltteja. Aikaisemmin tuotantoon ja tuotekehitykseen liittyvien ympäristönäkökohtien huomioiminen oli vain suurten yritysten yllisyys, jonka suuret yritykset pystyivät huomioimaan hyvinä aikoina. Kestävällä tuottavuuden kehittämisellä on myös positiivisia vaikutuksia muihin tuottavuuden taustatekijöihin. Esimerkiksi ympäristövaikutusten ja työsuojelun yhdistämisellä saattaa olla työolosuhteisiin merkittävästi parannusta tuova vaikutus. (Euroopan tuottavuuskeskusten liitto 2006, 24.)

### 3.2.9 Työmarkkinayhteistyö

Tuottavuuden kehittämiseen tarvitaan yhä enemmän yhteistyötä sekä ryhmätyötä, sillä tuottavuuden kehittäminen vaatii kaikkien osapuolten pyrkimyksen kohti sovittuja tavoitteita. Työmarkkinayhteisöjen tehdessä yhteistyötä keskenään on tällä yhteistyöllä positiivinen vaikutus yrityksen sosiaaliseen pääomaan kaikilla yrityksen tasoilla. Inhimillinen tekijä, joka koostuu sosiaalisesta pääomasta sekä inhimillisestä pääomasta, on merkittävä tekijä tuottavuuden kehittämisen kannalta. (Euroopan tuottavuuskeskusten liitto 2006, 24-25.)

### 3.3 Henkilötyön tuottavuus

Työn kiinteys, joutisuus ja henkilön käytettävissä olevien työmenetelmien tehokkuus vaikuttavat henkilötyön tuottavuuteen. Työn kiinteydellä tarkoitetaan sitä osuutta käytettävissä olevasta työajasta, joka kuluu tehokkaaseen työntekoon sekä samankaltaisiin päivittäin tapahtuviin toimintoihin. Työn kiinteyttä vähentävät häiriöt, ylimääräiset tauot sekä muut ylimääräiset työn keskeytykset. Kiinnittämällä huomiota työnkulun järjestelyihin sekä työn rytmitykseen, voidaan lisätä työn kiinteyttä. (Ahokas, Tiihonen, Neuvonen & Suikki 2011, 9-10.)

Henkilötyön tuottavuus koostuu osatekijöidensä tulosta, joten parantamalla yksittäisiä osatekijöitä saadaan aikaan parempi henkilötyön tuottavuus alla esitetyn esimerkin mukaisesti. Esimerkki on melko yksinkertaistettu, mutta siitä käy kuitenkin ilmi tekijät, jotka ovat kokemuksen mukaan merkittävimmät tuottavuusparannusten tekijät sekä minkä suuruusluokan parannuksista on oletettavasti kysymys. (Ahokas, Tiihonen, Neuvonen & Suikki 2011, 10.)

Taulukko 1. Henkilötyön kehittäminen. (Ahokas, Tiihonen, Neuvonen & Suikki 2011, 10.)

Työn kiinteys (esimerkiksi työaikajärjestelyt, layoutmuutokset, häiriöiden vähentäminen):

4 tuntia/työvuoro ▶ 5 tuntia/työvuoro	+ 25 %
---------------------------------------	--------

Työmenetelmät (esimerkiksi automatisointi, muu menetelmäkehitys):

10 kpl/tunti ▶ 12 kpl/tunti	+ 20 %
-----------------------------	--------

Työn joutuisuus (esimerkiksi kannustava palkkaustapa):

1,00 ▶ 1,05	+ 5 %
-------------	-------

Ennen: 4 tuntia/työvuoro × 10 kpl/tunti × 1,00	40 kpl/työvuoro
--	-----------------

Jälkeen: 5 tuntia/työvuoro × 12 kpl/tunti × 1,05	63 kpl/työvuoro
--	-----------------

Tuottavuusparannus =	+ 58 %
----------------------	--------

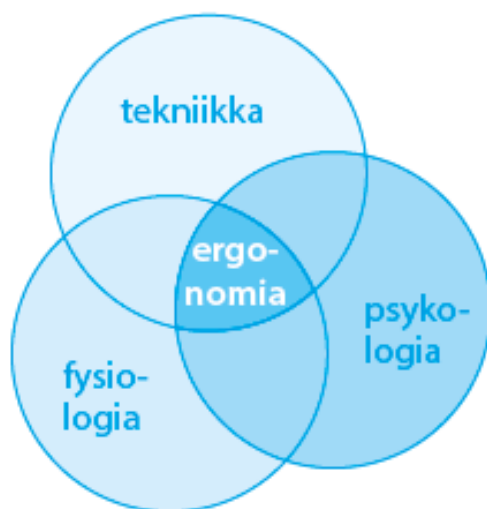
(1,25 × 1,20 × 1,05)	
----------------------	--

## 4 ERGONOMIA

### 4.1 Ergonomian määritelmä

Ergonomia on käsitteenä laaja. Ergonomia muodostuu kreikan kielen sanoista ergo ja nomos. Ergo tarkoittaa työtä ja nomos luonnonlakeja. Ergonomia kattaa kaiken ajattelutavoista, soveltuvista tutkimuksista aina käytännön toimintaan. Ergonomialla tarkoitetaan tietoa ihmisten rakenteista, toimintamekanismeista, kyvyistä, tarpeista ja toimintatavoista. Suunniteltaessa toimintaympäristöä, esimerkiksi työtiloja, on ergonomia otettava huomioon. (Launis & Lehtelä 2011, 19.)

Teknisiä ratkaisuja käytettäessä muodostavat fyysinen ja psyykkinen toiminta ergonomian tiedollisen perustan (kuva 4). Tietoa voidaan muokata ergonomian suunnitteluperiaatteiksi ja hyödyntää ohjeiden luomisessa. Tieto perustuu informaatioon ihmisen käyttäytymisestä sekä käytännön tilanteiden tutkimisesta. (Launis & Lehtelä 2011, 19.)



Kuva 4. Ergonomian tiedonalueet. (Launis & Lehtelä 2011, 19.)

Ergonomia on joukko menetelmiä, joita käytetään avuksi sovitettaessa toimintaympäristöä ihmiselle. Puutteita toiminnassa sekä ympäristössä voidaan havaita tarkkailemalla ihmisen toimintaa, jolloin puutteita tulkitsemalla voidaan luoda tavoitteet toiminnan ja ympäristön suunnittelulle. Mallintamalla sekä testaamalla toimintaa ja ratkaisumalleja voidaan niiden soveltuvuutta tutkia etukäteen. Käyttäjien ja eri alojen asiantuntijoiden

kanssa voidaan yhteistyössä varmistaa eri ratkaisumallien sopivuus eri käyttäjille erilaisiin käyttötilanteisiin. (Launis & Lehtelä 2011, 20.)

Ergonomialla pyritään parantamaan tekniikan ja ihmisen yhteistoiminnan tehokkuutta, laatua ja häiriöttömyyttä. Ergonomian avulla pyritään parantamaan myös ihmisen turvallisuutta, terveyttä, hyvinvointia ja kehittymistä. (Työterveyslaitos 2010; ergonomia, 20.)

Ergonomian määritelmä on samansisältöinen kansainvälisen ergonomiayhdistyksen (IEA, International Ergonomics Association) laatiman määritelmän kanssa. Määritelmä on myös esitetty ISO-standardissa SFS-EN ISO 6385. Kansainvälisen ergonomiayhdistyksen määritelmässä on kuvattu ergonomian osa-alueet tiivistettynä kolmeen eri osa-alueeseen, jotka ovat fyysinen ergonomia, kognitiivinen ergonomia ja organisatorinen ergonomia. Fyysisellä ergonomialla kuvataan fyysisen työympäristön, työpisteiden, työvälineiden ja työmenetelmien suunnittelua. Kognitiivisella ergonomialla kuvataan järjestelmien, järjestelmien käyttöliittymien ja tiedon esittämistapojen suunnittelua. Organisaatorisella ergonomialla kuvataan henkilöstön, työprosessien, työkokonaisuuksien, työaikajärjestelyjen, tuotannon, toiminnan laadun ja yhteistyön kehittämistä. (Launis & Lehtelä 2011, 20.)

#### 4.2 Ergonomian tavoitteet

Ergonomian avulla pyritään siihen, että kaikilla laitteiden tai toimintaympäristön käyttäjillä on mahdollisuus toimia tehokkaasti ilman haittoja. Eurooppalaisten ergonomiastandardien mukaan yksittäisen laitteen on oltava sellainen, että suurin osa naisista pystyy sitä käyttämään omien fyysisten voimien puitteissa. Ergonomialla pyritään siihen, että yksittäiset laitteet eivät rajoita työntekijöiden valitsemista työtehtävään tai työn jakamista työntekijöiden kesken. Toki on olemassa sellaisia fyysisesti raskaita työtehtäviä, joihin voidaan perustellusti valikoida työntekijät ottaen huomioon heidän fyysiset ominaisuutensa. Suunnitellessa fyysiseen toimintaan ja ympäristöön ergonomiaratkaisuja, voidaan silloin ajatusta työn kaikille sopivuudesta soveltaa suhteellisen hyvin. Vaativiin tietoihin sekä käytettäessä monimutkaisia järjestelmiä voidaan edellä mainittua ajatusta soveltaa heikommin. Käyttäen ergonomian perusajatusta, jolloin järjestelmät tehdään yksinkertaisemmiksi käyttää mahdollistaen käytettävyyden useammalle, voidaan vaativimmatkin työt teettää mahdollisimman monella eri työntekijällä. Hyvänä esimerkkinä järjestelmän yksinkertaistamisesta on luoda laitteesta sellainen, että laitetta käytettäessä

saadaan opastusta ja laite vähitellen opastaa käyttäjänsä käyttämään laitetta sujuvasti ja tehokkaasti. (Launis & Lehtelä 2011, 21.)

#### 4.3 Ergonomia työpaikalla

Työnkuormittavuuden perustan muodostavat ihmisen ajattelu, aistiminen sekä liikkuminen yhdessä sen kanssa, miten työ koetaan ja hallitaan. Tekniset järjestelmät ja työtehtävät muodostavat yhdessä ehyen kokonaisuuden. (Launis & Lehtelä 2011, 22.)



Kuva 5. Ihmisen ja työpaikan muodostama työjärjestelmä. (Launis & Lehtelä 2011, 23.)

Suunniteltaessa ergonomisia ratkaisuja on otettava huomioon toiminnan ja tekniikan osa-alueet. Laadittaessa työympäristön teknisiä ratkaisuja, esimerkiksi laitteita ja toimitiloja, on otettava huomioon laitteen tai tilan tuleva käyttäjä. Suunniteltaessa laitteiden sekä toimitilojen teknisiä ratkaisuja usein unohtuu huomioida konetta käyttävän ihmisen toiminta. Usein toimintaa suunniteltaessa on kuitenkin huomioitava käytettävissä olevat laitteet ja toimitilat suunnittelua mahdollisesti rajoittavana tekijänä. Henkilön, joka kehittää työskentelytapoja on tiedettävä käytössä olevat laitteet ja etsittävä työskentelytapoihin paremmin soveltuvia työvälineitä. Töiden kehittäjän on mahdollisesti organisoitava työ uudelleen käyttäen kehittyneempää tekniikkaa. (Launis & Lehtelä 2011, 23.)

Ergonomian suunnitteluperiaatteita hyväksi käyttäen voidaan muodostaa niin sanotut ”hyvän työn” piirteet, eli työtehtävien ja tehtäväkokonaisuuksien periaatteet. Suunniteltaessa tehtäväkokonaisuuksia voidaan hyödyntää ”hyvän työn” piirteitä. ”Hyvän työn” piirteisiin kuuluu, että työtä suunniteltaessa ja työhön työntekijää valittaessa mietitään työntekijän tietoja ja taitoja. Työtehtävän tulisi olla mahdollisimman mielekäästä ja sen tulisi muodostaa kokonaisuus, jolla on selkeä alku ja loppu. Työn tulisi olla sellaista, että työtä tehdessä tarvittaisiin erilaisia taitoja sekä kykyjä ja työ olisi vaihtelevaa työntekijän samalla tuntien edistävänsä työjärjestelmän toimintaa. Työntekijällä tulisi olla vapautta vaikuttaa omaan työtahtiinsa ja suoritustensa järjestykseen käyttäen erilaisia suoritustapoja. Työntekijän tulisi saada riittävästi palautetta ja halutessaan työntekijällä tulisi olla mahdollisuus kehittää osaamistaan sekä oppia uutta. Työnkuva ei saisi olla yli- eikä alikuormittavaa, jottei työ johda liialliseen rasittumiseen ja väsymykseen, jolloin virheiden tekemisen riski kasvaa. Työn tulisi olla sellaista, josta ei koidu fyysisiä vammoja tai rasitusperäisiä ongelmia eikä työ saisi aiheuttaa kyllästymisen eikä tyytymättömyyden tunnetta. Työssä tulisi olla mahdollisuus kontaktoida ihmisiä niin sosiaalisesti kuin työn vaatimalla tavalla. (Launis & Lehtelä 2011, 24-25.)

Suunniteltaessa työpistettä tulisi kiinnittää huomiota siihen, että työpiste on työtehtävään sopiva ja sitä on kaikkien työntekijöiden turvallista, terveellistä ja sujuvaa käyttää. Jotta työpiste olisi hyvä, tulee suunniteltaessa kiinnittää huomiota myös siihen, että työasentoa voi vaihtaa vapaasti ja työasennon tulee olla tasapainoinen sekä hyvin tuettu. Työpisteellä työskentelyn tulisi olla mahdollista erikokoisilla ihmisillä. Pienten ihmisten tulisi ulottua kohteisiin ja suurten ihmisten tulisi mahtua toimimaan työpisteellä. Laitteiden käyttö ei tulisi vaatia erityistä voimankäyttöä sekä laitteita tulisi olla selkeä käyttää, jolloin virheiden riski pienenee. (Launis & Lehtelä 2011, 25.)

Ergonomia on läsnä yrityksen jokapäiväisessä toiminnassa. Ergonomiaa kehittäessä tarvitaan yhteistyötä, jolloin kaikki halukkaat voivat osallistua ergonomian kehittämiseen omalla osaamisellaan, kokemuksellaan sekä ratkaisuillaan. (Launis & Lehtelä 2011, 33.)



Kuva 6. Ergonomia yrityksessä. (Launis & Lehtelä 2011, 34.)

Yllä olevasta kuvasta huomataan miten kokonaisvaltaista yrityksen ergonomiatoiminnan muotoutuminen on ja miten merkittävä osa koko yrityksen toimijoista vaikuttaa ergonomiatoiminnan tuloksiin. Esimerkiksi työsuojaorganisaatio määrittää painopisteet työsuojelutoiminnalle sekä ottaa huomioon ihmisen yleisosaamisen suunniteltaessa tuotantoa ja tekniikkaa. Työterveyshuolto puolestaan tekee työpaikkaselvityksiä ja tunnistaa ongelmia, jotka ovat ilmenneet työpaikkaselvityksissä tai vastaanotto toiminnan kautta ja auttaa siten omalta osaltaan ongelmien ratkaisemisessa. Työntekijältä saadaan arvokasta tietoa itse työstä, sillä kuka olisikaan parempi kertomaan työn kuormittavuudesta sekä työtä hankaloittavista asioista kuin työtä tekevä ihminen itse. Hyvällä tuotesuunnittelulla on mahdollista vaikuttaa tuotteen valmistuksen helppouteen, joten tuotesuunnittelun tärkeys korostuu tietyillä toimialoilla. Koneiden valinnassa on teknisellä suunnittelulla merkittävä rooli ja sillä voidaan vaikuttaa siihen, että hankittavat koneet ovat hiljaisia, helposti käytettäviä ja työntekijöille säädettyjä. Työnjohdolla on merkittävä rooli työssä syntyvien ongelmien ratkaisemisessa, lisäksi työnjohdolla on mahdollisuus tehdä työntekijöiden ergonomiaa parantavia työvälinehankintoja. Tuotannonohjausta käyttäen voidaan säädellä työmääriä ja sitä kautta työntekijöiden kuormittumista. Yritysjohdolla on myös mahdollisuus vaikuttaa hyvien työolojen kehittämiseen laatien yrityksen strategiset linjaukset siten, että työolojen kehittämiseen kohdennetaan resursseja. (Launis & Lehtelä 2011, 34.)



#### 4.4 Ergonomian ajattelumalleja

Sovellettaessa sekä tutkittaessa ergonomiaa huomataan ergonomian koostuvan monista erilaisista ajattelumalleista. Ergonomian ajattelumalleilla pyritään ratkaisemaan erityyppisiä ergonomisia ongelmia. (Launis & Lehtelä 2011, 25.)

##### 4.4.1 Sovittamisajattelu

Monet eri ergonomian suunnitteluperiaatteet ja ohjeet perustuvat sovittamisajatteluun. Sovittamisajattelua käytetään silloin, kun pyritään sovittamaan ratkaisu ihmisen fyysisten rakenteiden ja ominaisuuksien sekä kykyjen että mieltymysten mukaan. Sovittamisajattelusta esimerkkinä voidaan käyttää laitteiden ja tilojen sovittamista ihmisen fyysisten mittojen mukaan. Katselukohteet määritetään ihmisen havaintokyvyn mukaiseksi ja valaistus säädetään miellyttäväksi käyttää sekä tehtävän mukaisien vaatimusten vaatimalla tavalla. On olemassa tekijöitä, joille on määritettävä taso, jolla terveydellinen riski on vähäinen. Esimerkiksi suunniteltaessa laitetta on otettava huomioon käyttövoiman sovittaminen sopivaan suhteeseen ihmisen voimantuottokykyyn nähden. Tilastoitua tietoa ihmisten ominaisuuksista ja kyvyistä käytetään kriteereinä suunnittelutyössä. Suunniteltaessa pyritään ratkaisut toimittamaan sellaisiksi, että ne olisivat mahdollisimman laajan käyttäjäkunnan käytettävissä miellyttävästi ja ilman haittoja. (Launis & Lehtelä 2011, 30.)

##### 4.4.2 Kuormitusajattelu

Tarkasteltaessa kokonaisvaltaisesti toiminnan kuormittavuutta työssä ja pitkäkestoisissa suorituksissa suhteessa ihmisen edellytyksiin puhutaan kuormitusajattelusta. Jos toiminta kestää pitkään ja toistoja tulee paljon, suorituskyky alenee. Tällöin on suunnitteluvaiheessa otettava huomioon mahdollinen suorituskyvyn aleneminen ja löydettävä sopiva intensiteetti sekä kuormitustaso, jotta työ ei aiheuta liiallista väsymystä eikä rasitusvammoja. Kokonaiskuormitukseen vaikuttavia kuormitustekijöitä ovat muun muassa epäedulliset työmenetelmät, huonot työvälineet, ympäristön haitallinen lämpötila ja liian tiivis työtahti. Kuormittavuutta voidaan arvioida mittaamalla ihmisen elimistön reaktioita, esimerkiksi syketasoa. Ajatus kuormituksen optimoinnista liitetään myös usein kuormitusajatteluun. Kuormituksen optimoinnilla pyritään siihen, että kuormitusta olisi sopivasti.

Myös liian vähäinen kuormitus voi olla haitallista. Liian vähäistä fyysistä kuormitusta saattaa ilmetä muun muassa työskennellessä paikallaan toimistotyössä ja henkistä kuormitusta voi syntyä esimerkiksi työn ollessa yksitoikkoista. (Launis & Lehtelä 2011, 30.)

#### 4.4.3 Ihminen-kone –järjestelmäajattelu

Suunniteltaessa järjestelmät siten, että käyttövirheiden minimointiin kiinnitetään erityistä huomiota, kutsutaan ihmis-kone –järjestelmäajattelumalliksi. Ajattelumallin tavoitteena on helpottaa ihmisen päätöksen tekoa ja tiedonsiirtoa koneen sekä ihmisen välillä. Tällöin saadaan aikaiseksi helppo ja luotettava laitteen käyttömalli. Ihminen–kone-järjestelmäajattelussa otetaan huomioon myös ihmisen ja teknisen järjestelmän työnjako. Työnjaoilla tarkoitetaan sitä, että ihmiselle sopivat tehtävät tekee ihminen ja koneelle soveltuvat tehtävät jäävät koneen tehtäväksi. (Launis & Lehtelä 2011, 30.)

#### 4.5 Ergonomian sovelluksia

Kaikkein tavallisin ja yksinkertaisin ergonomian sovellus on korjaava ergonomia. Muita ergonomian sovelluksia ovat osallistuva suunnittelu, suunnitteluuyhteistyö sekä käytettävyyden suunnittelu ja testaaminen. (Launis & Lehtelä 2011, 31.)

##### 4.5.1 Korjaava ergonomia ja suunnitteluergonomia

Korjaavan ergonomian sovelluksessa pyrkimyksenä on korjata havaitut puutteet toiminnassa tai toimintaympäristössä. Ergonomian korjaustarpeiden kartoitukseen on olemassa erilaisia keinoja, joita ovat erilaiset tarkistuslistat, analysointijärjestelmät, haastattelut, kuvaukset ja mittaukset. Suunnitteluergonomiassa käytetään apuna yleisperiaatteita, suunnitteluohjeita ja aikaisempia kokemuksia. Suunnittelutyön edetessä suunnitelmia mallinnetaan ja testataan erilaisin tavoin. (Launis & Lehtelä 2011, 31.)

##### 4.5.2 Osallistuva suunnittelu ja suunnittelutyö

Työntekijöiden osallistuessa kehittämishankkeisiin nimitetään hanketta silloin osallistuvaksi ergonomian suunnitteluksi. Osallistuvassa ergonomiassa työntekijät kertovat omat

tarpeensa, kokemuksensa ja tuntemuksensa. Työntekijöiltä saatua palautetta voidaan hyödyntää suunnittelutyössä ja samalla saadaan tunnusteltua mahdollisten ergonomiaratkaisujen hyväksyntää työntekijöiden kesken. Osallistuvassa ergonomian suunnittelussa on yleensä mukana myös työn ja työpaikan asiantuntijoita esimerkiksi työterveyden, työturvallisuuden ja henkilöstöhallinnon alueilta. (Launis & Lehtelä 2011, 31.)

#### 4.5.3 Käytettävyyden suunnittelu ja testaaminen

Tuotteiden testauksessa ergonomian käsitettä on alettu käyttää melkein samassa merkityksessä kuin käytettävyyden käsitettä. Tuote- ja ohjelmistoergonomia vastaavat käsitteinä toisiaan yhdessä käytettävyyden käsitteen kanssa. Se kuinka tehokkaasti, tuloksellisesti ja miellyttävästi käyttäjät kykenevät käyttämään järjestelmää tai laitetta muodostaa kuvan käytettävyydestä. Erityisesti suunniteltaessa tietotekniikkaa soveltavia laitteita on käytettävyyden suunnittelusta ja testaamisesta tullut tärkeä osa prosessia, sillä tietotekniikkaa soveltavien laitteiden huono käytettävyys vaikeuttaa huomattavasti laitteiden käyttöä tai pahimmillaan estää laitteen käytön. Käytettävyyden suunnittelun tueksi on luotu toimintamalleja ja menetelmiä, joissa otetaan huomioon käyttäjien esittämät toiveet ja käyttökokemukset eri mallien ja prototyyppien toimivuudesta. (Launis & Lehtelä 2011, 31-32.)

#### 4.6 Hyödyt ja kustannukset

Jälkikäteen ongelmia ratkoessa koituu ergonomisten ongelmien ratkaisemiseen tarvittavista muutoksista yleensä merkittäviä kustannuksia. Jos ergonomia otetaan huomioon jo suunniteltaessa tiloja ja laitteita, saadaan kustannukset pienemmiksi tai niitä ei välttämättä synny ollenkaan. On kuitenkin olemassa tilanteita, jolloin ergonomian sovellusten hyötyjä on arvioitava kriittisesti suhteessa niistä koituviin kustannuksiin. Esimerkiksi isot ergonomiaan parannusta tuovat laitehankinnat ja ergonomian kehittämishankkeet ovat sellaisia, joita voidaan joutua perustelemaan kustannussyistä. (Launis & Lehtelä 2011, 35.)

Kehittyneestä ergonomiasta saadaan yleensä välittömästi todettavia signaaleja ihmisten tekemässä työssä ja työn sujuvuudessa. Parannukset ergonomiassa ilmenevät pääsääntöisesti tehostuneena tuotantona ja lisääntyneenä hyvinvointina. Hyvällä

ergonomisella suunnittelulla on myös positiivisia vaikutuksia koko organisaation toimintaan. Parempaa ergonomiaa pystytään mittaamaan myös taloudellisesti mitattavilla asioilla, kuten esimerkiksi tehostuneella tuotannolla. Ergonomian myönteisten vaikutusten havaitseminen on kuitenkin usein hankalaa, koska niitä ei välttämättä huomata myönteisten vaikutusten ilmetessä esimerkiksi ongelmien puuttumisena. Haasteita myönteisten vaikutusten havaitsemiseen tuo myös se seikka, että kehittämishankkeet ovat aina spesifejä eikä eri kehityshankkeiden tuloksia voida verrata toisiinsa eikä myöskään ergonomian vaikutukset prosesseissa ole suoraan nähtävillä. Luotaessa uutta tai parannaessa vanhaa tehdään aina muitakin parannuksia kuin pelkästään ergonomiaa parantavat toimenpiteet. Samalla tehdään useasti myös muihin toimintatapoihin ja toimintaympäristöihin parannuksia. Näiden toimien seurauksena useasti nähdään konkreettisesti mitattavia tuloksia esimerkiksi parantuneiden tuotantomäärien kautta, mutta näistä tuloksista ei kuitenkaan voida erottaa suoraan ergonomian myönteisiä vaikutuksia. (Launis & Lehtelä 2011, 36-37.)

Taulukko 2. Ergonomian soveltamisen vaikutuksia. (Launis & Lehtelä 2011, 36.)

<b>Vaikutuksia työn ja työympäristön kokemiseen, terveyteen ja hyvinvointiin</b>	→	<b>Taloudellisia vaikutuksia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• työ on kevyttä ja sujuvaa</li> <li>• työ on mielekästä ja haastavaa</li> <li>• työssä voi käyttää kykyjään ja taitojaan</li> <li>• työ on tuloksellista ja merkityksellistä</li> <li>• työympäristö on miellyttävä</li> <li>• parempi viihtyvyys, motivaatio ja työssä jaksaminen</li> <li>• vähemmän haitallista fyysistä ja psyykkistä kuormitusta</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• vähemmän poissaoloja</li> <li>• vähemmän poissaoloista johtuvia tuotannon häiriöitä</li> <li>• vähemmän työperäisiä sairauksia</li> <li>• vähemmän työkyvyttömyyseläkkeitä</li> <li>• vähemmän tapaturmia</li> <li>• helpompi työvoiman saanti ja pienempi vaihtuvuus</li> </ul>
<b>Vaikutuksia työntekoon ja tuotantoon</b>	→	<b>Taloudellisia vaikutuksia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• parempi työn hyötysuhde</li> <li>• kehittyneempi ihmisen ja tekniikan yhteistoiminta</li> <li>• parempi teknisen järjestelmän hallinta</li> <li>• parempi työprosessin ja laatutekijöiden hallinta</li> <li>• vähemmän virheitä, parempi tuotanto-häiriöiden hallinta</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• tehokkaampi tuotanto</li> <li>• vähemmän tuotannon häiriöitä ja katkoksia</li> <li>• parempi tuotannon laatu</li> <li>• joustavampi tuotanto</li> <li>• parempi asiakkaan palvelu</li> <li>• parempi kilpailukyky</li> </ul>
<b>Vaikutuksia organisaation toimintaan</b>	→	<b>Taloudellisia vaikutuksia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• tehokas yhteistyö työolojen kehittämisessä</li> <li>• laaja kokemuksen ja tiedon käyttö suunnittelussa</li> <li>• tiedot ovat käytettävissä oikea-aikaisesti</li> <li>• suurempia kokonaisuuksia ratkaistaan kerrallaan</li> <li>• organisaation osaaminen kasvaa ja tietoa kerääntyy</li> <li>• suunnittelussa mukana olevien sitoutuneisuus kasvaa</li> <li>• organisaation toimintatavat kehittyvät</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• suunnittelu tehostuu ja nopeutuu</li> <li>• järjestelmien käyttöönotto helpottuu ja nopeutuu</li> </ul>

Mikäli ergonomiasta ei oteta huomioon tai sitä vähätellään työprosesseissa, voi tällöin huonosta ergonomiasta aiheutua selviä ylimääräisiä kustannuksia. Esimerkiksi rasitusperäiset sairauspoissaolot voivat lisääntyä ja työssä syntyneistä rasitusvammoista voi koitua yritykselle lisää ylimääräisiä kuluja muun muassa fysioterapiakäynneistä. Poissaolokustannuksia ja sairauspoissaoloja pystytään seuraamaan helposti, sillä niistä syntyvät kustannukset ovat helposti laskettavissa. Monet muut huonoista ergonomian ratkaisuista koituvista kustannuksista eivät kuitenkaan ole helposti mitattavissa ja niiden arviointi on hankalaa. Toisaalta ergonomian vaikutus riskienhallinnassa on merkittävä. Jos esimerkiksi huonoista ergonomisista ratkaisuista koituu vakava toimintahäiriö tai onnettomuus, puhutaan silloin yleensä huomattavista kustannuksista. Ergonomialla onkin hyvin vahva rooli toimintahäiriöiden ja onnettomuuksien riskien vähentämisessä. (Launis & Lehtelä 2011, 37.)

Hyvästä ergonomisesta suunnittelusta on hyötyä myös välillisesti, sillä nykyään tuotteiden markkinoinnissa kiinnitetään enenevässä määrin huomiota laitteiden käyttömukavuuteen sekä helppokäyttöisyyteen. Koska kilpailuetua toisiin valmistajiin nähden on nykyään vaikea saada puhtaasti teknisillä ratkaisuilla tai hintaeroilla saman tuoteryhmän välillä, on täten markkinoinnissa ja tuotesuunnittelussa pitänyt ottaa huomioon entistä enemmän ergonomia. Kilpailuetua pyritään hakemaan mukavuustekijöillä, esimerkiksi tietokoneen näppäimistön mainostetaan olevan ergonominen. (Launis & Lehtelä 2011, 37-38.)

## 5 LAYOUT-SUUNNITTELU

Layout-suunnittelu on yksi tärkeimmistä logistiikan suunnittelun osa-alueista. Layout-suunnittelussa otetaan huomioon niin varastojen sijainti kuin varastojen lukumäärä sekä tietysti itse varaston layout. Tuotantolaitosten, esimerkiksi tehtaiden logistiikan layout-suunnittelussa on otettava huomioon lisäksi tuotantotilan logistiset ratkaisut. (Suomen kuljetusopas 2020.)

Varastolayoutilla on iso vaikutus varaston tehokkuuteen ja tuottavuuteen. Hyvän varastolayoutin ominaispiirteitä ovat (Suomen kuljetusopas 2020):

- hyvä varaston läpimeno
- hyvä tuotteiden virtaus
- kustannussäästöt
- parantunut asiakaspalvelu
- hyvät työolosuhteet (Suomen kuljetusopas 2020.)

Jokainen varastolayout on ainutkertainen. Optimaalisen layoutin suunnittelemisessa on otettava huomioon varastoitavien tuotteiden ominaisuudet, yrityksen taloudelliset resurssit, kilpailutilanne ja asiakastarpeet. Lisäksi layoutia suunniteltaessa on otettava huomioon henkilökustannuksien, laitekustannuksien, tilakustannuksien ja informaatiokustannusten muodostama suhde. (Suomen kuljetusopas 2020.)

Varastolayoutin suunnittelu sujuu paremmin sen ollessa järjestelmällistä. Layout-suunnittelussa voidaankin käyttää hyväksi Suomen kuljetusoppaan seitsämänportaista toimintaohjetta. Toimintaohjeen vaiheet ovat (Suomen kuljetusopas 2020):

1. tuotelinjan kasvuennusteen määrittäminen vähintään viideksi vuodeksi eteenpäin
2. tuotelinjan, liikutettavien tuotemäärien, materiaalin virtauksen ja varastotilan analysointi
3. materiaalinkäsittelylaitteiden vaatimusten analysointi
4. varastotilan vaatimuksien analysointi seuraavan viiden vuoden ajaksi
5. varastotoimintojen välisten suhteiden selvittäminen
6. vaihtoehtoisten layout-mallien luominen
7. luoduista layouteista parhaan valitseminen ja sen jatkojalostus (Suomen kuljetusopas 2020.)

Layout-suunnittelulla pyritään siihen, että materiaalin turha liikuttelu minimoidaan. Materiaalin turhaa liikuttamista voidaan estää sijoittamalla materiaalit mahdollisimman lähikäihin ja suunnittelemalla kulkuyhteydet mahdollisimman sujuviksi. Lean-ajattelun mukaisesti layout-suunnittelussa pyritään välttämään hukkaa (waste). Esimerkiksi ajanhukka on yksi merkittävä hukka, joka syntyy materiaalin turhasta siirtelystä ja kulkemisesta varastossa. (Logistiikan maailma 2020.)

Materiaalin kokonaismäärä, kiertonopeus, nimikkeiden määrä ja varastopaikkajärjestelmä vaikuttavat varastotilan tarpeeseen. Varastotilasta koituu merkittävä kuluerä ja varastonvaihtelun vuoksi kompromissit varastotilan suunnittelussa ovat yleensä tarpeellisia. Materiaalien on mahduttava varastoon, mutta ylimääräistä turhaa tilaa on pyrittävä välttämään, joten kausivaihtelut tuovat haasteita layout-suunnitteluun ja aiheuttavat kompromisseja tilankäytössä. Esimerkiksi kysynnän kausivaihtelusta ja kampanjatuotteista johtuvasta varastosaldon vaihtelusta voi seurata, että joudutaan tilapäisesti varastomaan materiaalia käytäville. Käytäville tilapäisesti varastoitaessa on oltava erityisen huolellinen, ettei väliaikaisesta varastoinnista aiheudu turhia riskejä. Materiaali on sijoitettava siten, että niistä ei aiheudu haittaa trukki- ja henkilöliikenteelle. (Logistiikan maailma 2020.)



Kuva 7. Materiaalia väliaikaisesti lattialla. (Logistiikan maailma 2020.)

Varastohallintajärjestelmän valinta on järkevää tehdä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, koska sillä on vaikutusta varaston tilantarpeeseen. Esimerkiksi jos käytössä on kiinteäpaikkajärjestelmä, ei silloin tarvita monimutkaista ohjelmistoa, vaan kiinteäpaikkajärjestelmää pystytään hallinnoimaan yksinkertaisemmalla tiedonhallinnalla. Vaihtuva-paikkajärjestelmä vaatii puolestaan atk-pohjaisen varastohallintajärjestelmän. Varastoitavilla materiaaleilla ja varaston toiminnoilla on vaikutusta tilantarpeeseen, vastaanotto- ja lähetysalueen tilantarve määräytyy saapuvien ja lähtevien materiaalien koosta sekä toimitustiheydestä. Vastaanotto- ja lähetysalueelle on varattava riittävästi tilaa, sillä ahtaat tilat hidastavat purku- sekä lastaustoimintoja ja lisäävät turvallisuusrisiä. (Logistiikan maailma 2020.)

Varaston layout-suunnittelussa on huomioitava myös mahdolliset toimistotyöpisteet. Niiden on sijaittava helposti saavutettavalla paikalla, mutta niissä työskennellessä on oltava työrauha pyörittää varaston jatkuvaa jokapäiväistä toimintaa. (Logistiikan maailma 2020.)



## 6 VALMET AUTOMOTIVE EV POWER OY – LINJAJAKELUN TYÖOHJE

Työohjeiden luomisessa oli tavoitteena huomioida ergonomisesti hyvien ratkaisujen mukanaan tuomat hyödyt työn tuottavuuteen.

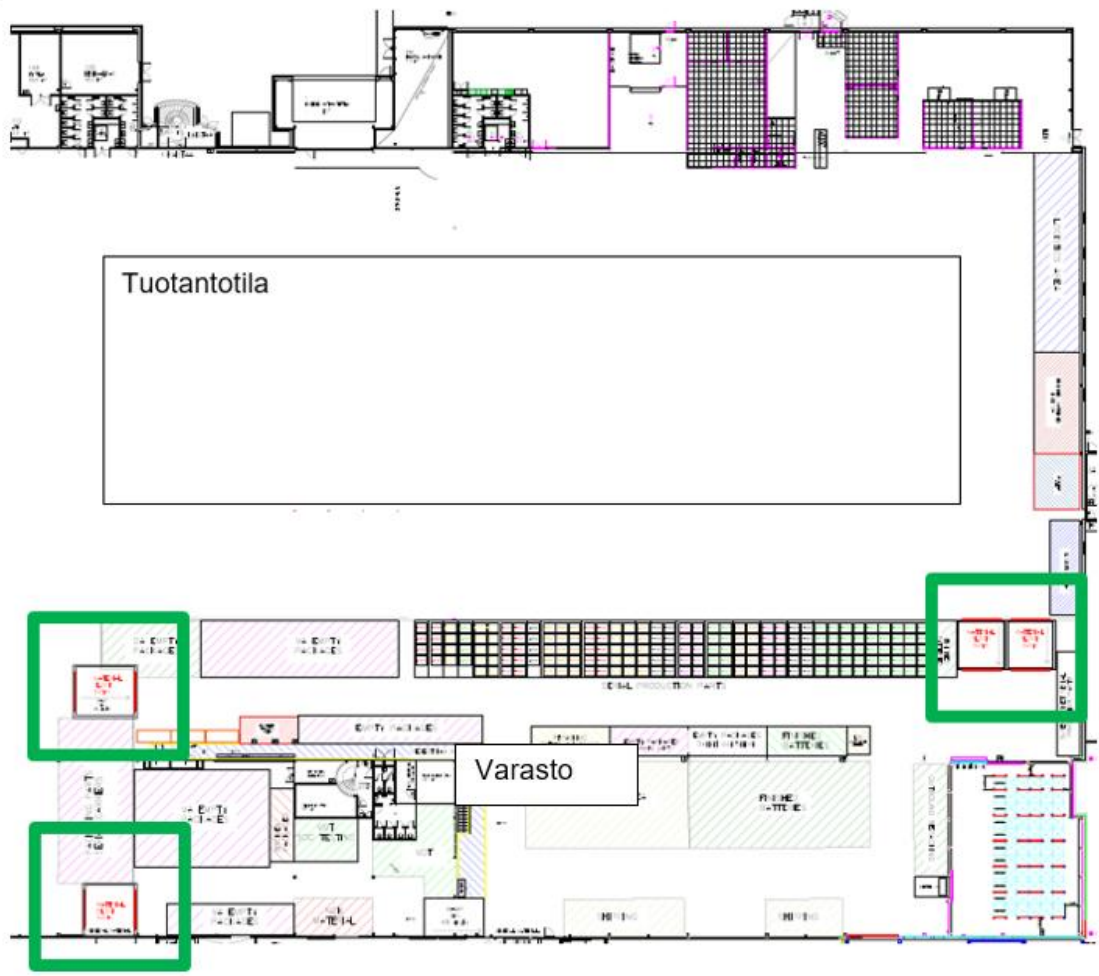
### 6.1 Alkukartoitus

Alkukartoitus toteutettiin vuoden 2020 ensimmäisellä neljänneksellä. Alkukartoituksessa käytiin läpi linjajakelun toimintatavat, selvitettiin linjajakelun työsuoritteiden tiheys vuorokohden, sekä muodostettiin Excel-pohjainen apuohjelma. Excel-apuohjelman avulla saatiin selville, miten tuotantosuunnitelma vaikuttaa sisäisen logistiikan linjajakelun työtahtiin. Tavoitteena oli myös suorittaa työntutkimus sisäisessä logistiikassa, mutta Korona-epidemian aiheuttamat muutokset aikatauluihin siirsivät työntutkimuksen myöhempään ajankohtaan.

#### 6.1.1 Tutustuminen sisäisen logistiikan toimitiloihin ja prosesseihin

Tammikuussa 2020 pääsin mukaan kierrokselle, missä yhdessä työfysioterapeutin, työterveyslääkärin ja sisäisen logistiikan työnjohtajan kanssa kävimme uuden toiminnan myötä läpi logistiikan toimitilat ja toimintatavat. Tätä opinnäytetyötä varten perehdyin erityisesti sisäisen logistiikan prosesseihin tuotannossa. Seuraavaksi käydään lyhyesti läpi linjajakelun toimintaa Salon tehtaassa.

Tuotannon katkeamattoman toiminnan turvaamiseksi on sisäisen logistiikan toimitettava tuotantolinjan materiaalipaikoille oikeaa materiaalia oikea aikaisesti. Prosessi lähtee liikkeelle siitä, kun Valmet Automotive EV Power Oy:n tuotannossa työskentelevä logistiikkatyöntekijä tekee tilauksen käyttäen varastohallintajärjestelmää. Tilausprosessin käynnistää informaatio tuotannon materiaalitilanteesta. Tilauksen jälkeen materiaali keräillään varastossa ja toimitetaan tuulikaappiin (kuva 8). Tuulikaappeja käytetään minimoimaan mahdollisten epäpuhtauksien siirtyminen tuotantotiloihin. Tuotannon ja varaston materiaaliirrot operoidaan käyttäen tuotantoon ja varastoon erikseen osoitettuja koneita ja laitteita.



Kuva 8. Tuulikaapit (vihreä laatikko).

Linjajakelussa työskentelevä logistiikkatyöntekijä keräilee tilatut materiaalit tuulikaapista ja toimittaa ne tuotannossa sijaitsevalle buffer-paikalle. Buffer-paikoilta materiaalin siirto tuotantolinjalle tapahtuu aseman mukaan joko pinontatrukkia käyttäen tai fyysisesti siirtäen. Fyysisiä siirtoja varten asemilla on erilaisia siirtovaunuja ja kevytnostimia riippuen aseman luonteesta ja apuvälineiden tarpeesta siirtoja tehdessä. Tuotantolinjalta palautuvat tyhjät osapakkaukset siirretään buffer-paikalleen. Buffer-paikan tullessa täyteen toimitetaan tyhjät osapakkaukset takaisin varastoon.



Kuva 9. Kevytnostin materiaalin siirtoon.

### 6.1.2 Excel-apuohjelma

Apuohjelma luotiin linjajakelun prosesseihin kuluvaan ajan ja työvuoron aikana tapahtuvien työsuoritteiden lukumäärän selvittämiseksi. Seuraavaksi kuvataan, miten apuohjelma luotiin.

Apuohjelman pohjatiedot perustuvat tuotantolinjalta aikaisemmin tehtyyn työnmittaukseen, jossa mitattiin akun kokoonpanoasemakohtainen läpimenomäärä (akkua/tunnissa). Akkujen läpimenomäärällä tarkoitetaan tässä yhteydessä kokoonpanoaseman asennusprosessin läpäisevien akkujen lukumäärää tunnissa. Yksittäisten robottien teoreettinen akkujen läpimenomäärä on suurempi kuin työnmittauksessa todetut todelliset läpimenomäärät. Lisäksi apuohjelmaa varten selvitettiin kokoonpanoasemakohtaiset komponenttien maksimitäyttömäärät osapakkaukserännäisina hyödyntäen olemassa olevaa dataa osapakkauksista. Lopulta nämä tiedot vietiin apuohjelmaan. Koska osapakkauksien komponenttikohtaiset lukumäärät ovat erikokoisia ja kokoonpanoasemille mahtuu eri määrä osapakkauksia kerralla, selvitettiin osien lukumäärät osapakkausta kohden. Työvuoron kestoksi määritettiin 8 tuntia. Edellä esitettyjen tietojen pohjalta saatiin apuohjelman avulla selvitettyä kokoonpanoasemakohtaisien linjajakelun toimintojen kesto ja lukumäärä työvuoroa kohden.

Taulukko 3. Välilehdet.

34	Minimarket	0	507	0,00
35	Minimarket	0	510	0,00

<	>	<b>HV2</b>	HV2 (2)	<b>L2-L3_YHDISTETTY</b>	<b>Package volumes</b>
---	---	------------	---------	-------------------------	------------------------

Apuohjelmaan tuotiin taustatiedoiksi kolmesta eri Excel-taulukosta tiedot. Apuohjelmaan luotiin jokaiselle taulukolle oma välilehtensä.

Apuohjelma hakee HV2-välilehdestä seuraavat tiedot:

- Aseman nimi
- Asemakohtaisen akkujen läpimenomäärän tunnissa

Taulukko 4. Akkua tunnissa.

R	S	T	U
Bufferin täyttö per vuoro	osaa per akku	akkua / h	Osia kuluu vuorossa

Apuohjelma hakee L2-L3\_YHDISTETTY-välilehdeltä seuraavat tiedot:

- Akkuun asennettavien komponenttien lukumäärä asemakohtaisesti

Taulukko 5. Komponenttien lukumäärä akkua kohden.

R	S	T	U
Bufferin täyttö per vuoro	osaa per akku	akkua / h	Osia kuluu vuorossa

Apuohjelma hakee Package volumes -välilehdeltä seuraavat tiedot:

- Komponenttien lukumäärä osapakkausta kohden
- Komponenttien lukumäärä täydessä lavassa

Taulukko 6. Excel-package välilehti.

yksikköä/asema	osa/yksikkö	täyttömäärä	yksikköä/täyttö	yksikkö (lava/laatikko)	täydessä lavassa osia
----------------	-------------	-------------	-----------------	-------------------------	-----------------------

### 6.1.3 Excel-taulukon tulkitseminen

Vasemmassa yläkulmassa on rivi "Akkutavoite per vuoro". Akkutavoite tarkoittaa tuotantosuunnitelman mukaista akkutavoitetta. Syöttämällä C1-soluun akkutavoite, laskee taulukko automaattisesti asemakohtaisen sekä näiden asemien buffer-paikkojen täyttövälin vuoroa kohden.

Taulukko 7. Akkutavoite.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
1	Akkutavoite per vuoro																							
2																								
3	Asema		Syöttö	Aseman tyhjentyäsaika (min)	Bufferin kesto (min)	Asemien täyttökerrot per vuoro	Bufferin täyttö per vuoro	osa	per akku	ajkkua / h	Osa kuluu vuorossa	vaihtoaika per	vaihtoaika yht.											

Vaihtoaika tarkoittaa sitä aikaa, joka kuluu linjajakelijan suorittaessa aseman täytön sekä tyhjien osapakkausten viemisen omalle lavapaikalleen. Vaihtoaika syötetään manuaalisesti työntutkimuksesta saatujen aikojen mukaisesti. Vaihtoaika yhteensä tarkoittaa vuoron aikana toimintoihin kuluva kokonaisaika.

Taulukko 8. Vaihtoaika.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
1	Akkutavoite per vuoro																							
2																								
3	Asema		Syöttö	Aseman tyhjentyäsaika (min)	Bufferin kesto (min)	Asemien täyttökerrot per vuoro	Bufferin täyttö per vuoro	osa	per akku	ajkkua / h	Osa kuluu vuorossa	vaihtoaika per	vaihtoaika yht.											

## 6.2 Oma työkokemus Valmet Automotive EV Power Oy:n linjajakelussa

Toimin noin kuukauden verran linjajakelijana, jonka aikana sain selkeän kuvan nykyisistä toiminnoista ja niiden vahvuuksista sekä heikkouksista. Omien kokemusten ja työn ohessa tapahtuneiden vapaamuotoisten henkilöstön haastatteluiden pohjalta pohdin, miten ergonomian tuomia mahdollisuuksia voidaan hyödyntää linjajakelun kehittämisessä.

## 6.3 Työohje

Työohjeiden tarkoitus on neuvoa ja opastaa työntekijää työsuorituksen oikeaoppisessa suorittamisessa ja minimoida erot eri työntekijöiden suorittamista työsuoritteista. Lisäksi työohjeet helpottavat uusien työntekijöiden perehdyttämistä.

Sisäisen logistiikan linjajakelun työohje laadittiin käyttäen MS Word-ohjelmistoa. Pohjana työohjeen päivittämiseksi käytettiin olemassa olevaa sisäisen logistiikan linjajakelun työohjetta. Työohje on laadittu siten, että aluksi käydään läpi yleisesti ergonomiaa ja työturvallisuutta, jonka jälkeen käydään läpi työsuoritusten oikeaoppinen suorittaminen kokonpanoasemakohtaisesti. Tarvittavat tiedot työsuoritteiden suorittamiseen on laadittu kunnossapidon, logistiikkainsinöörien ja työnjohtajien tietojen pohjalta. Esimerkiksi tiedot automaattiasemien käytöstä ja maksimitäyttökapasiteeteista on peräisin kunnossapidolta.



Kuva 10. Automaattiasema.

Työohjeen ergonomiset työtavat on laadittu työfysioterapeutin ohjeiden perusteella, sekä käyttäen hyväksi omia huomioita ja kokemuksia linjajakelusta. Suurin fyysinen rasitus syntyy nostotyössä, joten nostoihin on kiinnitettävä erityisesti huomiota ja käytettävä ergonomisesti hyviä nostotekniikoita. Nostoissa on pyrittävä välttämään kierto liikkeitä ja keskivartalon tuki on tärkeää. Keskivartalo saadaan aktivoitua mukaan nostotyöhön vetämällä napa niin sanotusti sisään, jolloin keskivartalo aktivoituu. Hyvän keskivartalon tuen jälkeen on tärkeää muistaa, että nosto tapahtuu enimmäkseen jalkojen avulla. Niin sanotussa käyntiasennossa tapahtuvassa nostossa toteutuvat hyvän ergonomian peruspilarit.



Kuva 11. Oikeaoppinen nostotekniikka. (Selkäkanava 2020.)

Päivitetty työohje on tarkoitettu vain Valmet Automotive EV Power Oy:n sisäiseen käyttöön, joten tämän opinnäytetyön liitteenä on lyhennetty versio työohjeesta. Lyhennetyssä versiossa käydään läpi materiaalin siirto.



## 7 LOPPUSANAT

Tässä luvussa käydään läpi Valmet Automotive EV Power Oy:n tuotantotilan layout sisäisen logistiikan näkökulmasta ja esitetään kehitysehdotuksia työn tuottavuuden parantamiseksi linjajakelussa. Kehitysehdotuksien toteutuessa työn tuottavuus paranee tehostuneiden työsuoritteiden ja layout-ratkaisujen johdosta.

### 7.1 Tuotantotilan layout sisäisen logistiikan näkökulmasta

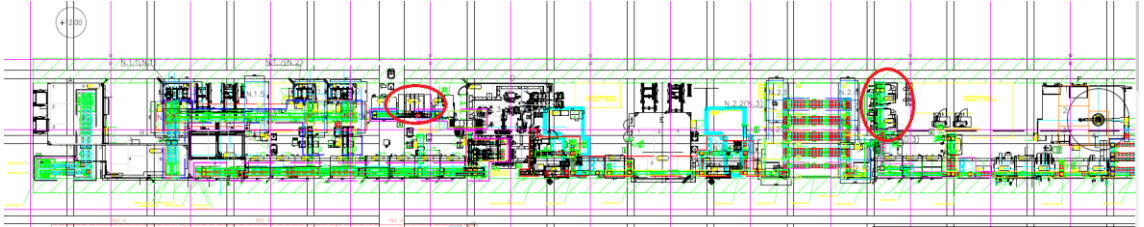
Toimiva layout on tärkeä osa tuottavaa ja tehokasta sisäisen logistiikan prosessia, sillä toimivilla layout-ratkaisuilla voidaan parantaa merkittävästi työn tuottavuutta. Tehokkaassa layout-ratkaisussa kuljettavat välimatkat eri työpisteille, sekä itse työsuoritteen aikana ovat mahdollisimman lyhyet, jolloin aikaa kuluu vähemmän ja työ on tehokkaampaa.

Linjajakelun siirrot buffer-paikalta suorittaa linjajakelija joko kantamalla tai käyttäen käyttöpaikalle soveltuvaa nosto- tai siirtoavustinta. Tuotantolinjalta palautuneen tyhjän osapakkauksen siirto suoritetaan vastaavalla tavalla tyhjille osapakkauksille osoitetulle buffer-paikalle.

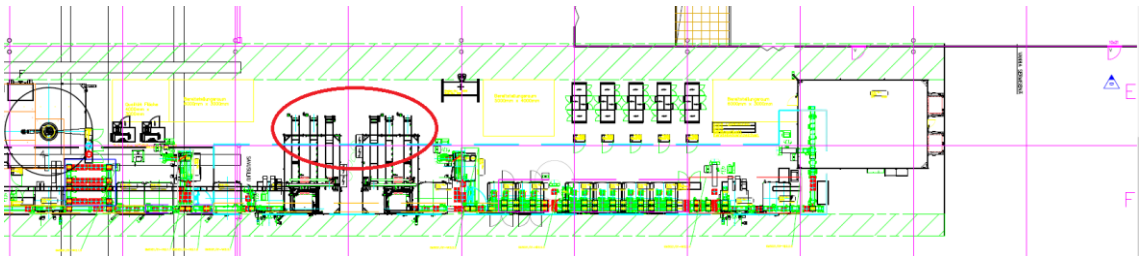


Kuva 12. Buffer-paikka sekä materiaalin syöttö linjalle.

Apuohjelman avulla määritettiin linjakelun painopistealueet eli alueet, joihin työsuoritteet painottuvat työvuoron aikana. Kiinnittämällä huomiota näiden painopistealueiden layout-ratkaisuihin voidaan vaikuttaa työn tuottavuuteen ja työssä jaksamiseen.



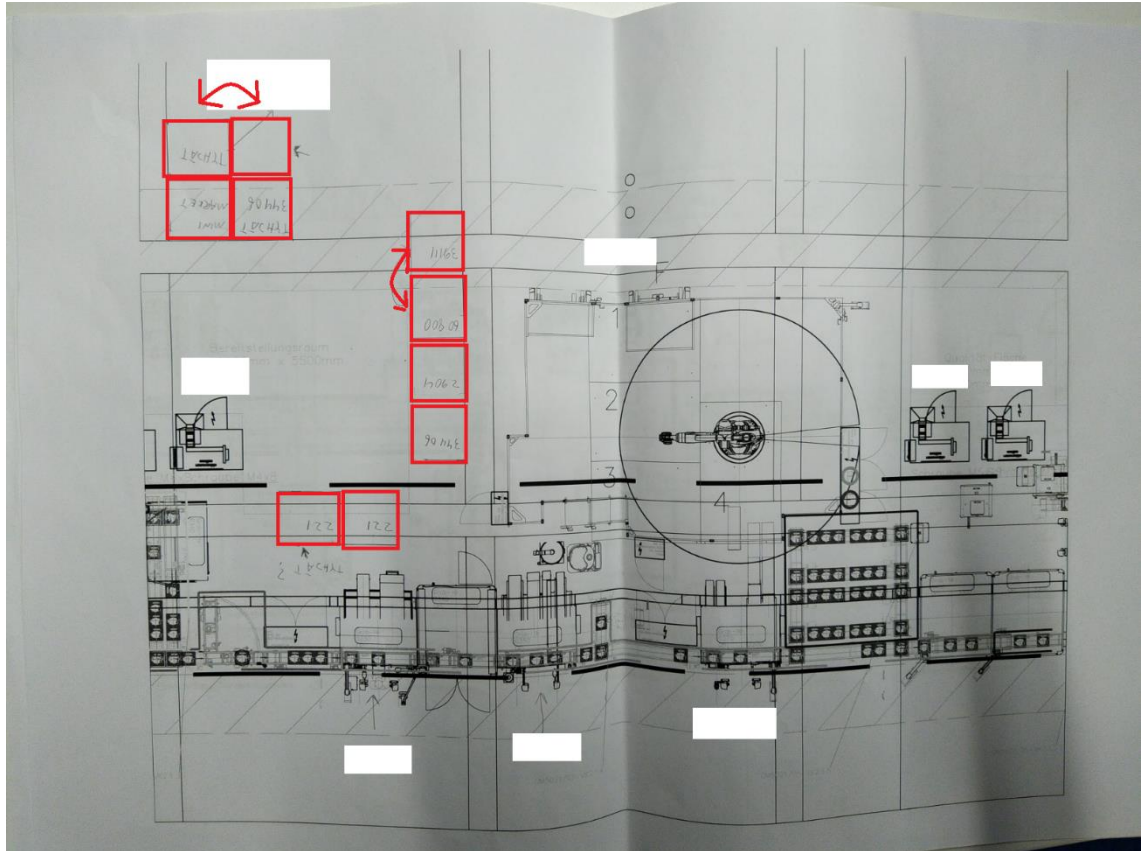
Kuva 13. Jakelun painopistealueet osa1.



Kuva 14. Jakelun painopistealueet osa2.

## 7.2 Buffer-paikka

Layout-muutosehdotus tehtiin painopistealueella sijaitseville buffer-paikoille. Layout-muutoksen myötä välimatka buffer-paikkojen ja tuotantolinjan kokoonpanoaseman välillä lyhenee, jolloin linjakelijalla kuluu vähemmän aikaa työsuoritteiden suorittamiseen ja työtehokkuus täten paranee, sekä fyysinen kuormittavuus vähenee.

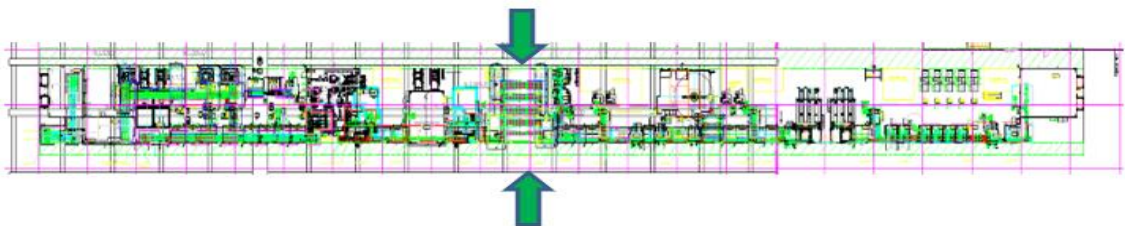


Kuva 15. Layout-muutosehdotus.

### 7.3 Tuotannon trukki liikenne

Tuotannon trukki liikenne tapahtuu tarkasteluhetkellä ainoastaan tuotantolinjan päädyistä. Layout-muutoksella, joka sallii trukki liikenteen tuotantolinjan keskeltä, saadaan aikaan merkittävää ajan säästöä kuljetun matkan lyhentyessä huomattavasti.

Tuotantolinjan keskeltä on tällä hetkellä kulku ainoastaan henkilöliikenteelle, joten turvallisen trukki liikenteen turvaamiseksi kulkuväylä on jaettava trukki- ja henkilöliikenteen kesken kaiteella. Alla esitetyssä kuvassa kulkuväylä ehdotus on merkitty vihreillä nuolilla.



Kuva 16. Uusi kulkuväylä trukki liikenteelle.

## 7.4 Countdown-kellot

Painopistealueille asennettavien countdown-kellojen avulla linjajakelua voidaan aikatauluttaa tuotantosuunnitelman mukaisesti. Countdown-kellojen peruseriaate on käyttää apuohjelman avulla laskettuja tietoja tuotantolinjan materiaalitärkeistä. Tämän jälkeen tehdään apuohjelmasta saatujen tietojen mukaisesti aikataulutus linjajakelijoille. Linjajakelija täyttää tuotantolinjan materiaaliapaikat aikataulun mukaisesti esimerkiksi kahden tunnin välein ja täytettyään materiaaliapaikat käynnistää linjajakelija countdown-kellon. Countdown-kellossa näkyvä aika kertoo linjajakelijalle kuinka kauan seuraavaan materiaalin siirtoon on aikaa. Materiaalia siirretään useampi osapakkkaus kerrallaan, joten countdown-kellojen myötä saadaan paljon turhaa työtä pois, koska on tehokkaampaa tehdä useampi siirto kerrallaan kuin siirtää osapakkauksia kokoonpanoasemalle yksitellen.



Kuva 17. Esimerkki countdown-kellosta. (Carputec 2020.)

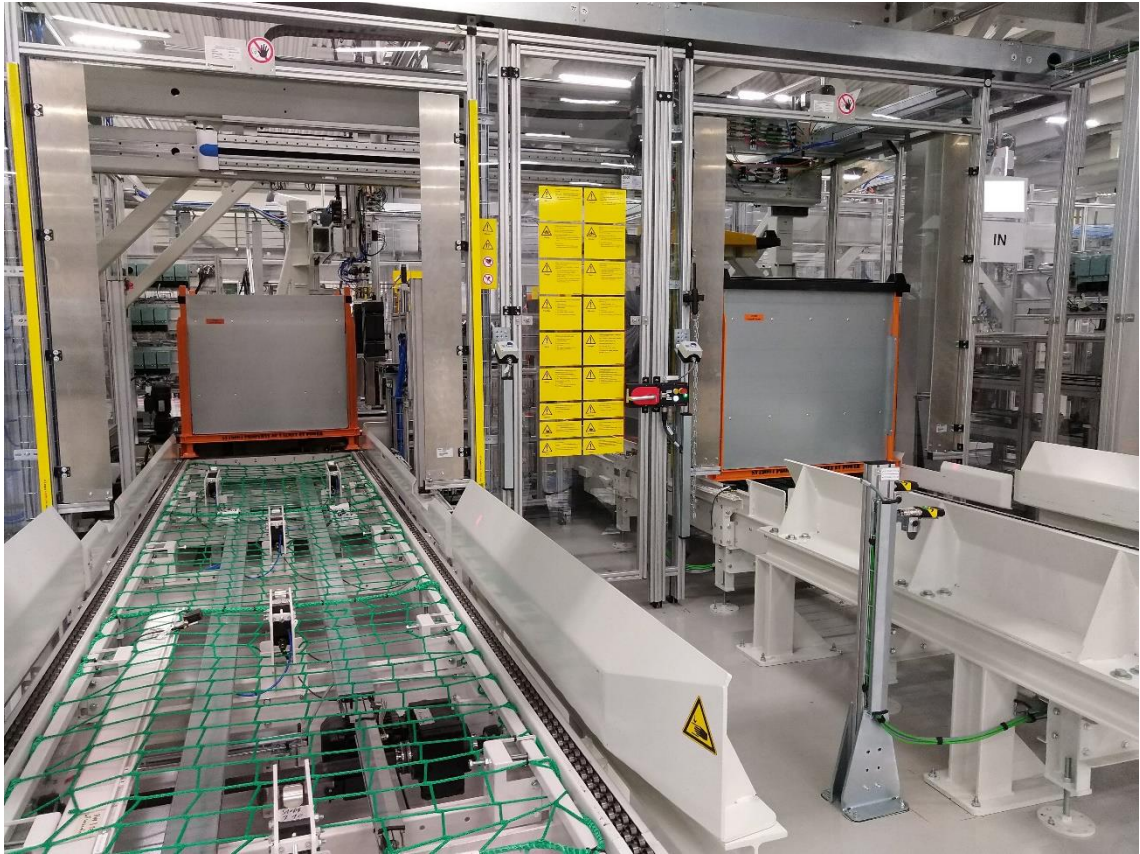
## 7.5 Milk run -menetelmä

Milk run -menetelmässä materiaali toimitetaan tietyin väliajoin. Yksinkertainen esimerkki milk run -menetelmän käytöstä on materiaalin toimittaminen tunnin välein. Tuotannon pysyessä häiriöttömänä voidaan Milk run -menetelmää soveltaa teollisuudessa hyvin ja menetelmää käytettäessä jakelu on selkeää sekä rytmikästä.

Valmet Automotive EV Power Oy:n linjajakelun automaattiasemilla sovellettaessa milk run -menetelmää saadaan materiaalin toimituksiin selkeä rytmi apuohjelmaan syötetyn suunnitellun tuotantomäärän perusteella. Esimerkiksi, jos apuohjelmasta saadaan tietyn

automaattiaseman täyttösykliksi 2 tuntia, voidaan määrittää materiaalin jakelu tälle asemalle aina tasatunnein kello 6.00, 8.00 jne.

Milk run -menetelmän heikkoutena voidaan pitää sen joustamattomuutta tuotantohäiriötilanteissa.



Kuva 18. Automaattiasema.

## 7.6 Paineilmanostin

Paineilmanostimen soveltaminen materiaalin keruussa buffer-paikoilta edistää ergonomiaa. Paineilmanostimen avulla keräily voidaan toteuttaa nopeammin, jolloin tuottavuus paranee. Lisäksi työntekijään kohdistuva fyysinen rasitus vähenee, jolloin riski loukkaantumisille ja rasisperäisille vammoille pienenee.

Paineilmanostimeen asennetaan koukut, joiden avulla tartutaan osapakkauksen reunoista kiinni ja tehdään kevennetty nosto paineilmanostimen avulla. Osapakkaukset nostetaan paineilmanostimen avulla siirtovaunuun. Noston jälkeen linjakelija siirtää materiaalit buffer-paikalta materiaalin käyttöpaikalle siirtovaunun avulla.



Kuva 19. Esimerkki paineilmanostimen käytöstä. (Finnlift 2020.)

Tarkasteluhetkellä osapakkauksen nosto buffer-paikalta siirtovaunuun suoritetaan ilman avustinta (kuva 20). Paineilmanostimen avulla tehty nosto pienentää noston aikana tapahtuvan kiertoliikkeen rasittavuutta merkittävästi ja mahdollistaa useamman osapakkauksen noston kerrallaan.



Kuva 20. Nykyinen tekniikka.

## 7.7 Toteutuneita linjajakelun kehityskohteita

Opinnäytetyön tekemisen aikana linjajakelun ergonomiaa on kehitetty. Linjalle hankittiin neljä kappaletta kevytnostimia helpottamaan työntekijöiden fyysistä kuormaa. Kevytnostimet helpottavat työntekijöiden työtaakkaa poistaen raskaat nostot, sillä kevytnostimien avulla materiaalin käsittely tapahtuu siirtämällä nostamisen sijasta (kuva 21).



Kuva 21. Kevytnostin käyttöpaikallaan.

Lisäksi linjajakeluun hankittiin korkeussäädettävä siirtovaunu. Korkeussäädettävän siirtovaunun edut ovat käytännössä katsoen samat kuin edellä esitetyn kevytnostimen. Siirtovaunua käytetään kuljettavan matkan ollessa pidempi ja materiaalin syötön tapahtuessa matalla tasolla. Käyttöpaikan luonteen mukaan käytössä on joko kevytnostin tai siirtovaunu. Alla kuva korkeussäädettävän siirtovaunun käytöstä materiaalia syötettäessä automaattiasemalle.



Kuva 22. Siirtovaunu.



Tietyn osapakkauksen käsittelyyn hankittiin nostoapulaite (kuva 23).



Kuva 23. Nostin osapakkauksien käsittelyyn.

Tämän laitteen avulla voidaan osapakkauksen käsittely suorittaa yksin. Ennen kyseisen apulaitteen hankkimista pakkauksen käsittelyyn tarvittiin aina kaksi henkilöä, koska pakkaus oli raskas ja hankala käsitellä yksin työskennellessä.

## LÄHTEET

Ahokas Petri, Tiihonen Jukka, Neuvonen Jaana & Suikki Mirjami. 2011. Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita. Helsinki: Teknologiateollisuus ry. Viitattu 22.3.2020 [http://www.teknologiainfo.net/sites/teknologiainfo.net/files/download/Tyontutkimuksen\\_kasitteita\\_ebook.pdf](http://www.teknologiainfo.net/sites/teknologiainfo.net/files/download/Tyontutkimuksen_kasitteita_ebook.pdf)

Carputec 2020. LED näytöt. Viitattu 10.5.2020. <https://www.carputec.com/fi/led-naytot/>

Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999. Tuottavuus, innovatiivisuus, työelämän laatu ja työllisyys. Muistio. Bryssel: Työsuojelurahasto. Viitattu 26.3.2020 <https://docplayer.fi/38452870-Tuottavuus-innovatiivisuus-tyoelaman-laatu-ja-tyollisyys.html>

Euroopan tuottavuuskeskusten liitto 2006. Tuottavuus tie vaurauteen. Muistio. Helsinki: JTO-Palvelut, Työsuojelurahasto, Työturvallisuuskeskus. Viitattu 13.3.2020 <https://docplayer.fi/9499032-Tuottavuus-tie-vaurauteen-muistio-euroopan-tuottavuuskeskusten-liitto-helsinki-lokakuu-2006-tuottavuus-tie-vaurauteen-eanpc-1.html>

Finnlift 2020. Mechlight – Erikoisnostimet. Viitattu 10.5.2020. <https://www.finnlift.fi/fi/tuotteet/nostimet/erikoisnostimet/mechlight>

Logistiikan maailma 2020. Varaston lay-out. Viitattu 5.4.2020. <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastotilojen-suunnittelu/varaston-lay-out/>

Martti Launis & Jouni Lehtelä. 2011. Ergonomia. Tampere: Työterveyslaitos. Viitattu 19.3.2020 [http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/136841/978-952-261-059-1\\_Ergonomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/136841/978-952-261-059-1_Ergonomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Selkäkanava 2020. Nostaminen ja kantaminen. Viitattu 10.5.2020. <https://selkakanava.fi/nostaminen-ja-kantaminen>

Suomen kuljetusopas 2020. Varastoverkon suunnittelu. Viitattu 4.4.2020. <http://www.kuljetusopas.com/varastointi/suunnittelu/>

Valmet Automotive kotisivu 2020. Viitattu 19.3.2020 <https://www.valmet-automotive.com/fi/media/uutiset/valmet-automotive-on-kaynnistanyt-akkutuotannon-salossa/>

Valmet Automotive, yritysesittelymateriaali 2020.

## Materiaalin siirto

### Materiaalin siirto

Valmistautuessa nostoliikkeeseen on tärkeää kiinnittää huomiota lihasten aktivoimiseen. Selän rasituksen vähentämiseksi on kiinnitettävä erityisesti huomiota keskivartalon tukeen.

Nostaessa laatikoita ota ensin käyntiasento ja varmista keskivartalon tuki. Vältä taaksepäin taivutusta ja tee nosto mahdollisimman puhtaasti jalkojen avulla. Nostettava taakka on syytä pitää mahdollisimman lähellä vartaloa. Kiertoliikkeitä tulee välttää. (Kuva alla).



*Kuva 1. Nostotekniikka (Selkäkanava. Nostaminen ja kantaminen).*

Kannettaessa laatikoita tulee laatikot pitää mahdollisimman lähellä vartaloa ja käyttää omaa vartaloa tukipisteenä. Kiertoliikkeitä tulee välttää. (Kuva alla).



*Kuva 2. Kantotekniikka  
Nostotekniikka  
(Selkäkanava. Nostaminen  
ja kantaminen).*

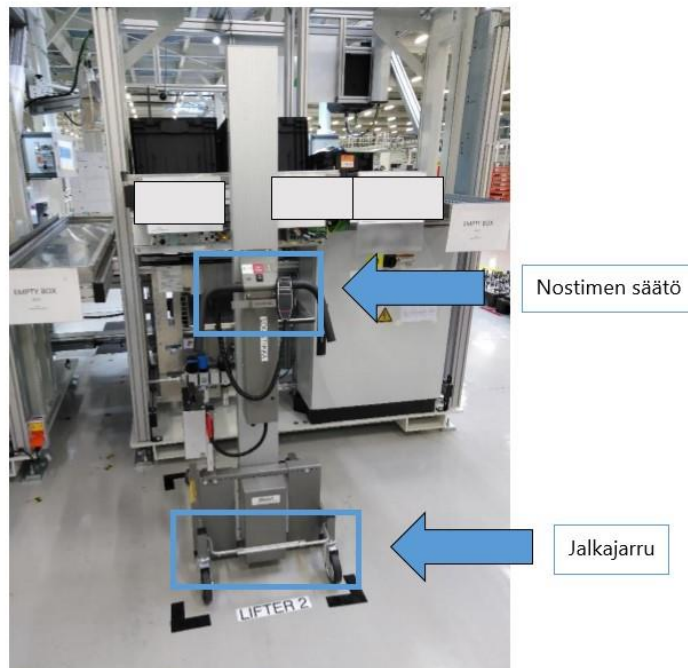
Siirrä osapakkaukset buffer -paikalta rullaradalle käyttäen kevytnostinta. Nostolevyn korkeutta säädetään nostimessa sijaitsevilla painikkeilla. Nuoli ylös nostaa nostotasoa ja nuoli alas laskee. Jalkajarru lukittuu alasenossa, keskiasennossa pyörät liikkuvat vapaasti, ja ylimmäisessä asennossa kevytnostimen takapyörät lukittuvat kulkemaan vain suoraan. (Kuva 5. Kevytnostimen käyttö) Huomioi osapakkausta kevytnostimelle siirrettäessä hyvät työskentelyasennot. (Kuva 3 ja Kuva 4 Kevytnostimen käyttö)



Kuva 3. Kevytnostimen käyttö.



Kuva 4. Kevytnostimen käyttö.



Kuva 5. Kevytnostimen käyttö.

Siirrä tyhjät osapakkaukset buffer -paikalle ja poista materiaalietiketit. Palauta kevytnostin omalle paikalleen. (Kuva 6. Kevytnostimen paikka)



*Kuva 6. Kevytnostimen paikka.*