

Opinnäytetyö (AMK)

Liiketoiminnan logistiikka

2021

Joel Korkiamäki

# TUOTANTO YRITYKSESSÄ X VUONNA X–X

– Tuotantovuoden haasteet ja niihin vaikuttaminen

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Liiketoiminnan logistiikan koulutusohjelma

2021 | 53 sivua, 5 liitesivua

Joel Korkiamäki

## TUOTANTO YRITYKSESSÄ X VUONNA X–X

– Tuotantovuoden haasteet ja niihin vaikuttaminen

Opinnäytetyössä tarkastellaan yrityksen X tuotannon käynnistämisen haasteita vuoden x tarkastelujakson aikana. Opinnäytetyön tavoite on arvioida tuotannon ongelmien merkitystä ja niihin vaikuttamisen keinoja työn tuottavuuden näkökulmasta. Lisäksi opinnäytetyön tarkoitus on avartaa yleistä ymmärrystä tuotteen x tuotantoprosessin logistiikasta ja tuotantologistiikkaan liittyvistä materiaalivirroista.

Tässä työssä kuvataan yrityksen X käytössä olevan tuotanto- ja materiaalinkäsittelylaitteiston toiminta pääpiirteittäin sekä tarkastellaan tuotannon ja varastoinnin materiaalivirtoja aihealueen ymmärtämisen kannalta riittävällä tarkkuudella. Opinnäytetyön teoreettisen tietoperustan rakentamiseen on käytetty logistiikka- ja ympäristöalan ammatti- ja oppikirjallisuutta, sekä kansallisten- ja kansainvälisten instituutioiden ja järjestöjen tuottamaa lähdemateriaalia.

Yrityksen tuotantoprosessin kuvaamiseen käytetty tutkimusaineisto pohjautuu yrityksen avaintyöntekijöiden haastatteluihin ja tuotantolaitoksen pyöräkuormaajan kuljettajan havaintoihin kesän x aikana.

Yrityksen liiketoimintasalaisuuden suojaamiseksi kaikki yrityksen tunnistamiseen liittyvät tiedot on poistettu tästä opinnäytetyön julkisesta versiosta.

ASIASANAT:

logistiikka, X, X, tuotanto, kierrätys

BACHELOR'S / MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Business logistics

2021 | 53 pages, 5 pages in appendices

Joel Korkiamäki

## PRODUCTION IN X LTD. IN YEAR X – X

-Coming across challenges of the first production year

This thesis identifies and inspects challenges of production in X Ltd. during year X. Primary objective of thesis is assessments of these challenges by significance in aspect of work productivity. Secondary goal is to expand general understanding of production logistics and material flows related to production process.

Thesis creates a general overview to enterprise X Ltd. production plant and material handling equipment related to production of x. Material flows and warehousing are viewed with sufficient accuracy that is needed to understand the topic in general. Theoretical base of knowledge is build by using various logistical and environmental professional textbooks and field manuals. Source materials produced by national and international institutions and organisations were also utilised in making of this thesis.

Description of enterprise production process is based on interviews of key workers as well as authors personal field experience as production plants wheel loader operator during summer of x.

KEYWORDS:

Logistics, x, x, production, recycling

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET</b>	<b>7</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>2 TYÖN TAUSTAT JA TAVOITTEET</b>	<b>12</b>
2.1 Yritys X	12
2.2 Toimeksianto ja tavoitteet	12
2.3 Viitekehys ja tutkimusmenetelmät	12
<b>3 TUOTANTO</b>	<b>14</b>
3.1 Tuote x	14
3.2 Tuotantoprosessi ja tuotannon ohjausperiaate	15
3.3 Tuotannon kapasiteetti ja kapasiteetin käyttästä	16
3.4 Haasteet tuotannossa	17
<b>4 VARASTOINTI JA KULJETUKSET</b>	<b>19</b>
4.1 Varastotyyppit	19
4.2 Varastoinnin kustannukset	20
4.3 Varaston kiertonopeus	21
4.4 Varastoinnin laatu	21
4.5 Kuljetukset	22
<b>5 TILANNE TARKASTELUJAKSOLLA</b>	<b>23</b>
5.1 Tuotanto	23
5.2 Jakeiden erottelu materiaalista	24
5.3 Tuotannon ohjausperiaate	25
5.4 Tuotannon teoreettinen ja käytännön kapasiteetti	25
5.5 Kapasiteetin käyttästä, käyttösuhde ja vaihteluväli	26
5.6 Työn tuottavuuden muutos	27
5.7 Varastoprosessi	28
5.8 Varaston hallinta ja tilaukset	29
5.9 Varaston kiertonopeuden merkitys	30
5.10 Varaston kiertonopeus ja käytettävyys	30
5.11 Materiaalivirta ja kuljetukset	31

<b>6 TUOTANNON HAASTEET TARKASTELUJAKSOLLA</b>	<b>34</b>
6.1 Tuotannon pullonkaulat ja poikkeamat tuotannossa	34
6.2 Virheet tuotannossa	35
6.3 Raskaan alitteen erottelu tuotannossa	36
6.4 Tuotannon haasteisiin vaikuttaminen	36
<b>7 TULOKSET</b>	<b>38</b>
7.1 Yhteenveto	38
7.2 Muut havainnot ja kehityskohteet	41
7.3 Tutkimuksen toteutus	42
<b>8 LOPUKSI</b>	<b>44</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>45</b>

## LIITTEET

- Liite 1. Haastattelukysymykset työntekijöille
- Liite 2. Kuvat

## KUVAT

Kuva 1. Tuotannonohjauksen tavoitteet.	16
Kuva 2. Tuotantolinja layout.	24
Kuva 3. Tuotannon pyöräkuormaaja syöttää materiaalia kuljettimelle.	24
Kuva 4. Tuotannon pihatrukki.	25
Kuva 5. Saapuvaa materiaalia käsitellään kaivinkoneella.	31
Kuva 6. Tuotannon varastojärjestelyt kesällä x.	33
Kuva 7. Raskaan alitteen loppulajittelupiste tuotantolaitoksen pihalla.	43

## KAAVIOT

Kaavio 1. Materiaalijakeet x x.	26
---------------------------------	----

Kaavio 2. Varastoprosessi yrityksessä X.	32
Kaavio 3. Materiaalivirrat tonneittain.	37
Kaavio 4. Noudot ja yksiköt kuukaudessa.	39
Kaavio 5. Käyttösuhteen ja tuotannon muutos.	46
Kaavio 6. Häiriöt tuotannossa.	47

## TAULUKOT

Taulukko 1. Linjastolle syötetyt tuotteet x–x.	28
Taulukko 2. Kapasiteetin käyttösuhde ajanjaksolla x–x.	29
Taulukko 3. Tuotannon häiriöt tarkastelujaksolta	41

## KÄYTETYT LYHENTEET

FIFO	<i>First in, first out.</i> Varastoon ensiksi tullut tavara otetaan ensiksi ulos. (Hokkanen & Virtanen 2018, 172.)
JIT	<i>Just in time.</i> Materiaalitarpeet ovat kysynnän mukaisesti juuri ajallaan käytettävissä. (Hokkanen & Virtanen 2018, 81.)
x	$x - x(x, x.)$

# 1 JOHDANTO

Suomi on osana Euroopan unionia sitoutunut Pariisin ilmastosopimuksen mukaisesti unionin yhteiseen tavoitteeseen hiilineutraaliuden saavuttamisesta vuoteen 2050 mennessä. Lisäksi Suomen hallitus on asettanut Suomen tavoitteeksi saavuttaa hiilineutraalius jo vuoteen 2035 mennessä. Tähän tavoitteeseen pyritään päästövähennystoimia nopeuttamalla ja hiilinieluja vahvistamalla. Vähähiiliseen talouteen siirtymiseen tarvitaan panostusta erityisesti biotalouden, kiertotalouden, puhtaan teknologian ratkaisuihin sekä energiatehokkuuden parantamiseksi. (Valtioneuvoston kanslia 2021.)

Näihin kansallisiin ja kansainvälisiin tavoitteisiin pääseminen edellyttää uusia tehokkaampia innovaatioita ja investointeja, joilla vähennetään niin energian hukkaa kuin uusioraaka-aineiden tarvetta. Maailman kaupungeissa käytetään arviolta 75 % kaikesta energiasta ja tuotetaan 50–60 % kaikista kasvihuonekaasuista. (UNHabitat 2021.)

Raaka-aineiden tuottamiseen kuluvan energian ja materiaalin määrää voidaan merkittävästi vähentää jättemateriaalia hyödyntämällä. Jätteiden kierrätys- ja uusiokäyttöön tehtävät ratkaisut ja uudet investoinnit ovat jatkuvasti yhä merkittävämmässä roolissa ympäristön kuormituksen vähentämisessä ja liiketoiminnallisten edellytysten mahdollistajana mm. raaka-aineiden ja energian tuotannossa. (Sachs 2015, 366–378.)

Myös Suomessa suurin osa hiilipäästöistä sekä yhdyskunta- ja teollisuuden jätekuormasta keskittyy tiheimmin asutetuille alueille. Yhdyskuntajätettä Suomessa syntyi vuoden 2019 aikana yhteensä yli kolme miljoonaa tonnia. Suomessa merkittävin yhdyskuntajätteen käsittelymuoto on lämmön- ja sähköntuotantoon perustuva energiahyödyntäminen. (Tilastokeskus 2019.)

Kierrätyspolttoaineiden laajempi hyödyntäminen teollisuudessa on merkittävää ilmastotavoitteiden saavuttamisen kannalta. Samalla se on taloudellisesti tuottava liiketoimintaa. Kierrätyspolttoaineen kysynnälle Varsinais-Suomessa odotetaan merkittävää kasvua uusien monipolttovoimalaitosten rakentamisen myötä. Vuonna 2019 Suomen teollisuuden käyttämästä energiasta gigawattitunteina vain 0,6 % tuotettiin kierrätyspolttoaineilla. (Tilastokeskus 2019.)



Tässä opinnäytetyössä tarkasteltava yritys X tuottaa asiakkailleen materiaali- ja energiatehokkuutta lisääviä palveluja, joilla säästetään luonnonvaroja kestävän kehityksen ja kiertotalouden periaatteiden mukaisesti. Opinnäytetyössä tarkastellaan yrityksen tuotannon haasteita sekä tuotannon ongelmakohtiin vaikuttamista vuoden x aikana.

Työssä kuvataan käytössä oleva tuotanto- ja materiaalinkäsittelylaitteiston toiminta pääpiirteittäin sekä tarkastellaan tuotannon ja varastoinnin materiaalivirtoja aiheen ymmärtämisen kannalta riittävällä tarkkuudella. Opinnäytetyössä on käytetty yrityksen kirjanpidon tunnuslukuja vuoden x ajalta ja yrityksen työntekijöiden haastatteluja. Niiltä osin kuin esityksen lähde ei erikseen mainita, teksti pohjautuu kirjoittajan omiin havaintoihin yrityksen tuotantotyössä vuoden x aikana.

### **Kiertotalouden malli ja kestävä kehitys kaupunkisuunnittelussa**

Kestävän kehityksen päämääränä on turvata nykyisille ja tuleville sukupolville hyvät elämän edellytykset ottamalla talouden, ympäristön ja ihmisen intressit tasavertaisesti huomioon päätöksenteossa. Kestävän kehityksen perusehtona on ekologisen, taloudellisen, sekä kulttuurisen ja sosiaalisen kestävyuden toteutuminen. (VNK 2021.)

Kiertotalouden mallin mukaisella yritystoiminnalla on suuri merkitys yrityksen arvoketjulle. Syntyneen jätteen vähentämisen lisäksi parempaan yrityksen taloudelliseen kannattavuus voidaan päästä kapasiteetin hukkaa vähentämällä. Tuotteen elinkaarikustannusten vähentämisellä ja elinkaarensa lopulla olevan tuotteen uudelleen hyödyntämisellä saavutetaan huomattavaa taloudellista säästöä ja luodaan yritykselle kilpailukykyä markkinoilla. (Teknologiateollisuus n. d., 10–15.)

Kiertotalouden mallin mukaan jäte on resurssi, joka palautuu takaisin talouteen raaka-aineena. Neitseellisen raaka-aineen hankkiminen ja jalostaminen kuluttavat huomattavasti enemmän energiaa kuin vastaavan materiaalin tuottaminen kierrätysmateriaalista. Kiertotaloudessa uusien raaka-aineiden tarve vähenee, jolloin myös niiden hankinnasta ja jalostamisesta aiheutuva ympäristökuormitus vähenee merkittävästi. (Euroopan ympäristökeskus 2019.)

Vuodesta 2008 lähtien maailman väkiluvusta yli puolet asuu kaupungeissa ja sama väestön keskittyminen kaupunkeihin ja taajamiin tulee jatkumaan edelleen myös Suomessa. Vuoden 2010 väestönlaskennassa Suomessa oli kuusi yli 100 000 asukkaan taajamaa (Tilastokeskus 2021.). Valtaosa näiden keskustaajamien rakentamisesta

tapahtuu Turun, Helsingin ja Tampereen muodostamassa kolmiossa. (Turun Sanomat 1.4.2021.)

Suurin osa kansallisesta taloudellisesti tuottavasta toiminnasta on keskittynyt kaupungeihin. Maailman kaupungeissa käyteenkin yhteensä yli 80 % kaikesta ihmisen toimintaan tarvittavasta energiasta liikenne, asuminen, rakentaminen ja teollinen toiminta mukaan lukien. Suuri väestötiheys ja keskittynyt elinkeinoelämä asettaa kaupungeille ilman ja veden saastumisesta johtuvia suuria haasteita (Sachs 2015, 355–362.)

Kestävän kehityksen mukaiset kaupungit tukevat tehokasta taloudellista toimintaa tavoilla, jotka suojaavat luonnon monimuotoisuutta ja takaavat kansalaisten turvallisen fyysisen ympäristön. Kestävän kehityksen mukainen kaupunkisuunnittelu on erittäin haastava tehtävä, joka vaatii muiden muuttujien huomioimisen lisäksi myös osakkeenomistajien sitoutumista hankkeisiin. (Sachs 2015, 366–367.)

Kestävän kehityksen mukaisen kaupunki-infrastruktuurin suunnittelun ytimessä on hyvin toimivan jätehuollon suuri merkitys. Jätteen sijoittaminen kaatopaikoille on paitsi ympäristölleen vaarallista, myös syntyvien päästöjen ja energian käytön kannalta taloudellisesti kannattamatonta toimintaa. Kaupunkiympäristön jätteistä suuri osa on kierrätettävistä tai uusiokäytettävissä, jolloin kierrätyksen avulla uusioraaka-aineiden tarve vähenee ja lisäksi osa jätteen energiasta voidaan hyödyntää esimerkiksi lämmön- ja sähköntuotannossa. (Sachs 2015, 376–377.)



## 2 TYÖN TAUSTAT JA TAVOITTEET

### 2.1 Yritys X

Yrityksen toiminta on kustannustehokasta ja kannattavaa, ja se tuottaa omistajilleen osinkoa. Yrityksen päämäärä on olla tulevaisuuden brändi ja laajentuminen valtakunnan tason toimijaksi. (x x)

Yritys X noudattaa toiminnassaan terveitä liiketaloudellisia periaatteita ja itse määrittelemiään arvoja. (x x)

### 2.2 Toimeksianto ja tavoitteet

Tutkimuksen tavoite on osoittaa merkittävimmät tuotannon ongelmakohdat ja niiden syyt sekä tutkia ja arvioida keinoja, joilla tuotannon keskeisimpiin haasteisiin pystytään vaikuttamaan päivittäisessä tuotantotyössä. Toinen tutkimustyön tavoite on antaa hyvä kokonaiskuva yhden tuotantoprosessin logistiikkaan liittyvistä toiminnoista sekä niiden merkityksestä tuotannon toimintaan.

Tutkimuksessa pyrittiin löytämään oleellimmat tuotannon ongelmakohdat ja esitellä keinoja, joilla näihin tuotannon haasteisiin vastataan. Pohdinnassa arvioidaan mahdollisia parannuksia tuotannollisiin ja logistisiin tekijöihin, joilla tuotannon toimintaa voisi tulevaisuudessa edelleen kehittää.

Työn toimeksiantajalle tämän opinnäytetyön tulokset antavat jäsennellyn ja alan teoreettiseen viitekehykseen nojaavan yhteenvedon tuotannon suurimmista ongelmakohtista. Opinnäytetyön havaintoja voidaan käyttää kehitystyössä tuotannon tehokkuuden parantamiseksi sekä oppimateriaalina uusien työntekijöiden perehdytyksessä.

### 2.3 Viitekehys ja tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön rajaukseksi määritettiin tuotannon haasteet ja niihin vaikuttamisen keinot. Opinnäytetyössä esitellään tuotantoprosessi työn tuottavuuden näkökulmasta.

Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys perustuu ympäristö- ja logistiikka-alan kansallisesti ja kansainvälisesti luotettavaksi arvioituihin lähteisiin.

Laadullisessa tutkimuksessa käsiteltävää aihetta tutkitaan luonnollisessa ympäristössään. Laadullisen tutkimuksen aineisto kerätään käyttämällä monia eri lähteitä, kuten haastatteluja, kuvia ja kirjallisia dokumentteja. Haastattelujen ja muun aineiston analysoinnissa on tavoitteena tutkittavan ilmiön kokonaisvaltainen ymmärtäminen. (Creswell 2007, 38.)

Tämä opinnäytetyö on laadullinen tutkimus, jonka tiedonkeruumenetelminä käytettiin yrityksen avaintyöntekijöiden teemahaastatteluja ja kirjoittajan omia havaintoja tuotantotyöstä vuoden x ajalta sekä yrityksen tuotannon kirjanpidon keskeisimpiä tunnuslukuja. Tuotannon kirjanpidon analysoinnissa käytetyt menetelmät olivat suorat jakaumat sekä keski- ja hajontaluvut, joita käytettiin keskeisimpien tuotannon tunnuslukujen laskennassa.

Tutkimushaastatteluissa haastattelukysymysten sisällön merkitys tiivistettiin lyhyempään sanalliseen muotoon. Haastattelumateriaalia ja tuotannon tunnuslukuja ristiin vertaamalla yksittäisen ilmiön tai havainnon merkitystä tuotantoprosessin kokonaisuuteen voitiin arvioida työn tuottavuuden näkökulmasta. Tutkimushaastattelujen kysymykset ovat liitteessä 1.

## 3 TUOTANTO

Termi *tuotanto* pitää sisällään kaikki toiminnot, jotka liittyvät suoraan tuotteen aikaansaamiseen. Hankinnan ja logistiikan toiminnot, kuten kuljetukset, valmistusmateriaalien ja -varastojen hallinta, sekä tuotantoon liittyvien alihankkijoiden ohjaus sisältyvät tuotantoon. Tuotannon toteuttamiseksi yrityksillä on erilaisia toimintamalleja ja -prosesseja, joille yhteistä on pyrkimys resurssi-investointien mahdollisimman korkeaan tuottavuuteen sekä tuotantotoiminnan säätely asiakastarpeen mukaan. (Martinsuo 2016, 134–135.)

Tässä luvussa esitellään tuotteen x käyttökohteet ja tuotanto. Luvussa kuvataan yleisellä tasolla tuotannon prosessia, tuotannon ohjausta ja tuotannon keskeisimpiä tunnuslukuja, sekä luodaan katsaus tuotantotyön tyypillisiin haasteisiin.

### 3.1 Tuote x

Tuotantoprosessissa eroteltavat metallit ja alitteet hyödynnetään kierrätys- ja uusiokäyttökohteissa. Tuotannossa syntyneet alitteet saattavat vaatia ominaisuuksiensa mukaan myös jatkoprosessointia. Biologisella käsittelyprosessilla kevyen alitteen orgaanisen aineen osuus saadaan poistettua, jolloin kevyttä alitetta voidaan käyttää kaatopaikkojen maisemointikohteissa. Raskas alite jälkiprosessoidaan etenkin alitteen sisältämän puuaineksen erottelun takia vesierottelualtaissa ennen loppusijoitustaan kaatopaikkojen täyttöalueille. (Hänninen & Rintala 2010, 164–166.)

Tuote x voidaan varastoida irtotavarana tai se voidaan paalata ja kääriä suojamuoviin. Paalauksella saavutetaan huomattavaa tilan säästöä varastoinnissa. Paalattuna tuote x tarvitsee vain noin kolmasosan tilasta irtotavaraan verrattuna. Paalien muovittaminen suoja tuotetta tuulelta ja estää tuotteen vettymisen. Paalatun ja muovitetun tuotteen pitkäaikainenkin ulkovarastointi on mahdollista ilman erillisiä varastorakennuksia. (x, x.)

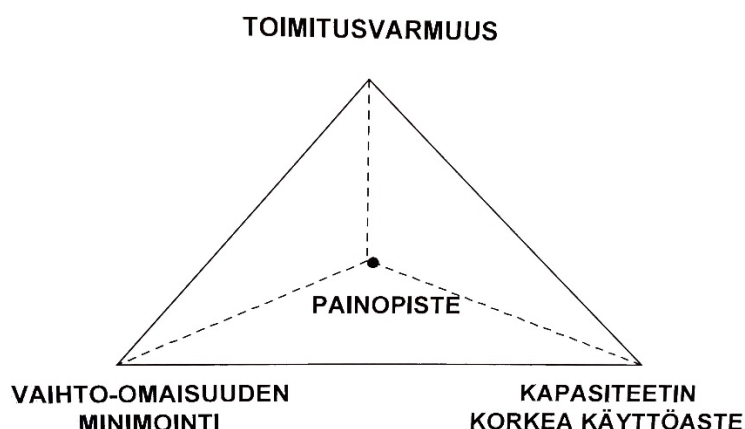
Paalaus myös helpottaa tuotteen käsittelyä ja kuljettamista. Paalatun tuotteen käsittely ja kuljetus voidaan lisäksi tehdä irtotavaraan verrattuna yksinkertaisemmilla kuormankäsittelyvälineillä ja -kalustolla. Paalauksella saavutettava hyöty on varastoinnin kustannusketjussa näin ollen ilmeinen, vaikka tämän kustannustekijän tarkempi tarkasteleminen jätettiin tämän opinnäytetyön rajauksen ulkopuolelle.

### 3.2 Tuotantoprosessi ja tuotannon ohjausperiaate

Tuotantokapasiteetin tavoitetason saavuttaminen edellyttää yritykseltä kone- ja laiteinvestointien lisäksi valmistusmenetelmien ja -prosessin suunnittelua. Tavaratuotannon prosessit edellyttävät tavanomaisesti kiinteää laitekantaa, joten tuotantoprosessi kannattaa suunnitella suuria, toistuvia materiaalivirtoja ajatellen. Suomen kielessäkin käytetty termi *layout* viittaa tuotantojärjestelmän fyysisten osien kuten koneiden, laitteiden, kulkureittien ja varastopaikkojen sijoitteluun tuotantolaitoksessa. Suuria määriä samantyyppisiä tuotteita valmistettaessa puhutaan *tuotantolinja-layoutista*. Tuotantolinja-layout soveltuu tehokkaimmin keskenään samankaltaisten, suurivolyymisten tuotteiden valmistamiseen. Tuotantolinjan laitteet ovat erikoistuneita ja volyymit niin suuria, että tuotantolinjalla voidaan keskittyä vain kapeaan tuotevalikoimaan. (Martinsuo 2016, 159–161.)

Valmistavassa teollisuudessa tuotteen valmistuskustannukset pyritään saamaan mahdollisimman alhaiseksi yrityksen korkeamman taloudellisen kannattavuuden aikaan saamiseksi. Teollisuudessa tuotannon tavoitteet ovat tyypillisesti kapasiteetin korkea käyttöaste, tuotteen toimitusvarmuus asiakkaalle ja tuotantoprosessiin sitoutuneen vaihto-omaisuuden, eli varastojen, minimointi. (Kuva 1.) Näiden tavoitteiden samanaikainen saavuttaminen on mahdotonta, joten yrityksen tuotannonohjauksen strategia määrittää painotuksen näiden tavoitteiden suhteen. (Häkkinen 2013, 16–17.)

Kuva 1. Tuotannonohjauksen tavoitteet (Häkkinen 2003, 16)



Tavoitteet määrittävät tuotannonohjauksen painopisteen. Kuva havainnollistaa, miten yhden tavoitteen painottaminen vähentää toisen tavoitetilan painotusta. Paradoksi onkin

se, että kaikkien kolmen tavoitetilan yhtäaikainen saavuttaminen on mahdotonta. (Kuva 1.)

Tuotannon ohjausperiaate voi olla lähtöisin varastotasosta tai tilauksista. Tilausohjautuvassa tuotannossa valmistuksen lähtokohtana on todellinen kysyntä. Tilausohjautuvia tuotteita ovat tyypillisesti erilaiset asiakaskohtaisesti räätälöidyt tuotteet. Varasto-ohjautuvassa tuotannossa tuotannon lähtökohtana puolestaan on ennakoitavissa oleva toistuvuus sekä havaittu tuotevaraston täydennystarve. Suurien volyymien vakiotuotteiden tuotanto on yleensä varasto-ohjautuvaa. (Martinsuo 2016, 137.)

Toteutuneen valmistuksen seuranta ja raportointi on osa valmistuksen ohjausta. Seuranta mahdollistaa tuotannon onnistumisen arvioinnin. Myös poikkeamien ja muutosten havainnointi ja niihin vaikuttaminen, sekä vertailu suunniteltuun tuotantoon helpottuu raportoinnin kautta. (Martinsuo 2016, 154.)

### 3.3 Tuotannon kapasiteetti ja kapasiteetin käyttöaste

Yrityksen tuotannolle asettamat tavoitteet, kuten alhaiset valmistekustannukset, laatu, toimituskyky ja joustavuus nähdään usein keskenään ristiriitaisina. Käytännössä tavoitteiden suhteen tehdään valintoja, joiden tulisi lähteä yrityksen strategiasta ja asiakkaiden tarpeesta. Tuotantostrategisia valintoja ovat tuotantoprosessin valinta, oman valmistuksen ja osahankinnan jako sekä tuotantokapasiteettia koskevat päätökset. (Lehtonen 2004, 61.)

Tuotannon taktisen tason kapasiteettisuunnittelulle on kolme perusvaihtoehtoa. *Tasoitettussa tuotannossa* puskurivarastojen avulla kysynnän vaihteluita tasataan tuotannon määrän pysyessä vakiona. Jos pyrkimyksenä on puolestaan varastojen minimointi, kysynnän vaihteluun reagoidaan tuotannon määrää muuttamalla. Tällöin puhutaan *volyymiltaan joustavasta* tuotannosta. Kolmantena vaihtoehtona on *välimuodon tuotanto*, jossa hyödynnetään sekä varastoja että kapasiteettijoustoa kysynnän vaihteluun vastaamiseen tuotannossa. (Lehtonen 2004, 71.)

Kapasiteetti kertoo tuotantoyksikön enimmäissuorituskyvyn aikayksikössä. Kapasiteetin käyttöasteella tarkoitetaan teoreettisen kapasiteetin ja käytetyn kapasiteetin välistä suhdetta, joka yleensä ilmaistaan prosenttilukuna. Kapasiteetin käyttöasteesta selviää,



miten hyvin tuotannon kapasiteettia hyödynnetään. (Aalto yliopiston luentosarja n. d., 4–14.)

On syytä erottaa tarkastelussa kapasiteetin käyttöasteesta kapasiteetin käyttösuhte, joka ilmaisee sen, kuinka paljon tuottavaa työtä tarkasteluajanjaksolla on toteutunut. Toisin sanoen kapasiteetin käyttösuhte siis kertoo, mikä on ollut todellinen toteutunut tilanne kapasiteetti/kuormitus. (Tokola 2015, 25–27.)

Kapasiteetti=Enimmäissuorituskyky aikayksikössä

Käyttöaste=Todellinen tuotannon määrä aikayksikössä

Käyttösuhte=Tuottavan työn aika/suuniteltu tuotantoaika

(Tokola 2015, 25–27.)

### 3.4 Haasteet tuotannossa

Logistiikka on usein avainasemassa, kun haetaan prosessitehokkuutta. Etenkin tuotannossa logistiikan tehokas hallinta on edellytys tehokkaaseen toimintaan. Logistiikan katsotaan sisältävän kaikki ne toiminnot, jotka eivät liity fyysisesti tuotteen valmistukseen, myyntiin tai hallinnolliseen toimintaan. (Hokkanen & Karhunen 2014, 57.)

Ulkoisen logistiikan ja siihen liittyvien toimintojen, kuten kuljetusten ja hankintojen, on jatkuvasti ylläpidettävä tarkoituksenmukaista varastotasetta tuotantoon saapuvan ja sieltä lähtevän materiaalin välillä. Tehokkaalla sisälogistiikalla puolestaan varmistetaan tuotannon resurssitehokkuus saattamalla materiaalit ja välineet oikea aikaisesti oikeille työpisteilleen tuotannon pullonkaulojen minimointi huomioiden. (Martinsuo 2016, 154–163.)

Kustannustehokkuuden näkökulmasta oikeankokoisten varastojen ylläpitäminen on tärkeä kokonaisuus koko logistiikan ketjussa. Epäonnistunut varastotasapaino tuottaa yritykselle tappioita tuotanto- ja toimituskatkojen tai tarpeettoman suurien varastointikustannuksien kautta. Sopiva varastotasa on riippuvainen yrityksen toimialasta, käytettävissä olevasta varastotilasta ja sen ominaisuuksista sekä tuotannon ennakoitavuudesta ja kysynnän vaihtelusta. (Hokkanen & Karhunen 2014, 57–62.)

Materiaalien ohella toinen tuotannon edellytys ovat resurssit, kuten koneet ja työvoima. Yleensä pelkkä resurssien olemassaolo aiheuttaa kustannuksia joten resurssien

tehokas käyttäminen merkitsee tuotannon maksimointia tietyllä resurssilla. Tällöin resurssista aiheutuva yksikkökustannus vastaavasti pienenee. (Lehtonen 2004, 67–68.)

Jaksoaika tarkoittaa prosessin tai prosessin osan ajallista kesto. Jaksoaikaan summataan siirto-, asetus-, jono-, odotus-, ja prosessiaika. Jaksoajan lyhentämisellä voidaan syntynyttä prosessin arvon hukkaa vähentää, mikäli se ei itsessään lisää tuotteen arvoa. (Martinsuo 2016, 134–154.)

Prosessin läpimenoaika riippuu siitä prosessin vaiheesta, jonka jaksoaika on pisin. Prosesseille, joissa on pullonkaula, on kaksi ominaispiirrettä. Ensinnäkin juuri ennen pullonkaulaa muodostuu jono materiaalia, ihmisiä tai informaatiota. Toiseksi pullonkaulan jälkeen tulevat työvaiheet joutuvat odottamaan, joten niiden resurssia ei hyödynnetä niin paljon kuin muuten olisi mahdollista. (Modig & Åhlström 2013, 38.)

## 4 VARASTOINTI JA KULJETUKSET

Varastolla tarkoitetaan talousopissa yrityksen vaihto-omaisuuden osuutta, joka ei ole tarkasteluhetkellä jalostuksessa. Teknisesti varasto on fyysinen tila, jossa kyseistä materiaalia säilytetään. Varastointi ei, tiettyjä poikkeuksia lukuunottamatta, lisää tuotteen arvoa asiakkaalle vaan päinvastoin aiheuttaa aina kustannuksia ja riskin tuotteen laadussa. Varastointi onkin erittäin tärkeä osa valmistavan yrityksen tuotannon toiminnassa, jota voidaan perustella sen suuresta merkityksestä yrityksen logististen kokonaiskustannusten hallinnassa. Vaikka varastointi ei tavallisesti tuota lisäarvoa itse tuotteelle, varastoinnin toteutuksen onnistuminen tuottaa lisäarvoa logistiselle ketjulle. (Hokkanen & Karhunen 2014, 125–126.)

Kuljetukset voidaan karkeasti jakaa tuotantoalueen sisällä tapahtuviin materiaalin siirtoihin ja tuotantoalueen ulkopuolelle suuntautuviin kuljetuksiin. Kuljetusten suorittaminen mahdollisimman tehokkaasti ja tarkoituksenmukaisesti on logistisen ketjun kilpailukyvyyn kannalta tärkeää. (JAMK 2020, 5.)

Tässä luvussa esitellään varastoinnin kuljetusten merkitystä tuotteen x tuotannon logistiikkaketjussa.

### 4.1 Varastotyypit

Varastoinnista aiheutuu aina kustannuksia yritykselle esimerkiksi tilan kiinteistä kustannuksista sekä varastoinnissa tapahtuvasta käsittelytyöstä johtuen. Suurimmat logistiikkakustannukset yritykselle syntyvät kuljetusten ohella varastoinnissa. Varastojen keskittäminen lisää jakelukustannuksia, mutta toisaalta riittävää varmuusvarastoa tarvitaan kysynnän vaihtelusta johtuen riittävän palvelutason takaamiseksi asiakkaalle. (Tapaninen 2018, 30–31.)

Varastot voidaan ryhmitellä materiaalin tai käyttötarkoituksensa mukaan jakeluun, tai valmistukseen liittyviksi varastoiksi. Teollisuuslaitosten yhteydessä sijaitsevat valmistuksen varastot ovat monesti välttämättömiä tuotteen valmistus-, tai jalostusprosessin takia. Nämä varastot eritellään edelleen esimerkiksi raaka-ainevarastoihin, puolivalmisteverastoihin ja tuotevarastoihin sekä tuotantoa tukeviin varastoihin esimerkiksi tarvike- ja työkaluvarastoihin. Tämä jako tehdään siis sen

mukaan, missä tuotantoprosessin vaiheessa varastot sijaitsevat ja miten ne prosessia palvelevat. (Hokkanen & Karhunen 2014, 126–127.)

Varastoitava materiaali saattaa vaatia erityiset olosuhteet säilyäkseen käyttökuntoisena, joten erityyppisiä varastoja tarvitaan erityyppisten tavaroiden varastoimiseksi. Erilaisia varastotyyppisiä ovat esimerkiksi lämmin-, kylmä-, kuiva-, elintarvike-, puhdasaine-, vaarallisten aineiden-, myrkyllisten aineiden-, sisä-, ja ulko varastot. Tavara voidaan varastoida varastopaikallaan mm. kappaletavarana, pinoissa, kasoissa, altaissa, säiliöissä ja hyllypaikoilla. (Pouri 2008, 318–326.)

Tuotteen x varastoinnista säädetään laissa. (x, x)

#### 4.2 Varastoinnin kustannukset

Varastoja tarvitaan tuotannollisten toimintamahdollisuuksien turvaamiseksi. Varastointi aiheuttaa yrityksille kuitenkin kustannuksia esimerkiksi varastotilojen hankinnan ja ylläpidon muodossa. Lisäksi varastoituu materiaaliin sitoutuu pääomaa ja mahdollisesti myös materiaalin arvon laskua esimerkiksi ajallisen tai hävikkiin liittyvien tekijöiden vuoksi. Toisaalta kustannuksia syntyy myös mikäli oikeaa materiaalia ei varastossa ole silloin kun sitä tarvitaan. (Pouri 2008, 302, 205.)

Etenkin tuotannossa on tyypillistä suosia *just in time* -ajattelua. Ajattelumallin mukaan tavara on käytettävissä juuri silloin kun sitä tarvitaan, jolloin tuotteen varastokierto tehostuu ja varastoinnista aiheutuvat kustannukset minimoidaan. (Hokkanen & Karhunen 2014, 212–214.)

Varaston kustannustehokkaassa ylläpidossa oleellista on kyky suunnitella ja ennakoida, toisinaan jopa ennustaa, varastoidun tavaran menekkiä riittävällä tarkkuudella sekä tarkoituksenmukaisella aikajänteellä. (Hokkanen & Karhunen 2014, 57–62)

Varaston tyyppi määrää myös varastonhallintaan tarvittavien apuvälineiden tarpeen. Pienessä, tai pieniä lajikkeita sisältävässä varastossa saattaa riittävä varasto-ohjauksen taso olla yhden työntekijän silmämääräinen "on tai ei ole" -tyyppinen malli. Laajempien varastojen kustannus-, ja toimintatehokkaan toiminnan saavuttamiseksi tarvitaan kuitenkin edistyneempiä menetelmiä kuten toiminnanohjausjärjestelmiä ja tieteellistä lähestymistapaa varastosuunnittelun ja varastoinnin kehittämiseksi. (Tikka 2017, 67–80.)

### 4.3 Varaston kiertonopeus

Varastointikustannusten hallitsemiseksi käytetään verrattain yksinkertaisia matemaattisia apuvälineitä kuten optimaalisen tilauspisteen määrittelyä, ABC-analyysiä ja hälytysrajoja, jotta varastojen koko ja tuotteen läpimenoaika varastossa saadaan hyväksyttävälle tasolle. Varaston seurannan keskeisin tunnusluku on varaston kiertonopeus joka kuvaa varastonimikkeiden liikkumista varastosta pois tietyn tarkasteluajanjakson aikana. Esimerkiksi kiertonopeuden luku 12 vuoden tarkastelujaksolta tarkoittaa, että varasto kiertää 12 kertaa vuoden aikana. (Tikka 2017, 72–80.)

Varaston kiertoaikaa säätelemällä yritykset pyrkivät mahdollisimman tehokkaaseen varastohallintaan. Varaston kiertoaika on merkittävä asia, koska mitä nopeammin varasto kiertää, sitä vähemmän siihen sitoutuu pääomaa. Nopealla kiertojalla myös tavaran epäkuranttiusriski pienenee. (Hokkanen & Karhunen 2014, 134.)

Varaston kiertonopeus lasketaan jakamalla varaston vuosittainen myynti tai käyttö varastojen keskiarvolla. Varaston kiertonopeus ei välttämättä anna oikeaa kuvaa varastotason järkevyydestä jolloin parempi arvio varastotasosta saadaan varaston laskemalla varaston riitto. Varaston riitto, eli aika jolloin varasto riittää tilaustoimitusten välillä, saadaan jakamalla varaston arvo vuositarpeella ja kertomalla saatu luku vuodessa olevien päivien määrällä. (Hokkanen & Karhunen 2014, 134.)

### 4.4 Varastoinnin laatu

Varastoinnissa hyvä laatu tarkoittaa sitä, että varastossa on tarpeeseen nähden riittävä määrä riittävän oikealaatuista materiaalia juuri silloin kun sitä tarvitaan. Laadukkaalla varastohallinnalla voidaan myös lisätä työn tuottavuutta esimerkiksi suorittamalla osa tulevista työvaiheista varastoinnin yhteydessä. Asiakkaalle laadukas varasto puolestaan näyttäytyy esimerkiksi helppona käytettävyytenä kuten reaaliaikaisena varastosaldon seurantana asiakkaan järjestelmästä käsin. Myynti- ja itsepalveluvarastoissa asiakaskokemukseen vaikuttaa myönteisesti varaston selkeys ja esteettömyys sekä henkilökunnan ammattitaito, kuten ripeys, tietotaito ja tietenkin turvalliset työtavat. Laatua arvioidaan mittaamalla itsearviointina tai ulkoisten riippumattomien tarkastusorganisaatioiden toimesta. (Hokkanen & Virtanen 2018, 172–182.)

#### 4.5 Kuljetukset

Suomessa toimivan kaupan ja teollisuuden logistiikkakustannukset olivat vuonna 2017 keskimäärin 14,1 %, josta kuljetusten osuus oli 4,0 %. Logistiikkakustannukset ovat kohonneet vuosittain vuodesta 2009 alkaen. (Turun yliopisto 2018, 96–97.)

Tuotantolaitoksen sijainnilla voidaan usein vaikuttaa logistiikan kokonaiskustannuksiin materiaalien pienempien hankinta- ja jakelukustannusten kautta. Logistiikkakustannuksiin vaikuttavat myös käytössä olevat sopimukset asiakkaiden ja alihankkijoiden kanssa. Aikaisemmin oli tyypillistä, että yrityksellä oli useita kuljetusten suorittajia tai jopa omaa kalustoa yrityksen omia kuljetuksia varten. Tämä aiheutti kustannuksia sitoutuneen työvoiman ja kalustokustannusten kautta. Nykyisin on tavallista antaa kuljetukset yhden tai korkeintaan muutaman ulkopuolisen palveluyrittäjän hoidettavaksi. (Hokkanen & Karhunen 2014, 61–64.)

Järkevästi toteutetusta logistiikasta on tullut yrityksen kustannussäästöjen ja kilpailukyvyn kannalta yhä merkittävämpi tekijä. Kuljetuskustannuksia laskettaessa tulee huomioida koko kuljetusketju yrityksen omat sisäiset käsittelykustannukset mukaan lukien. Kuljetuksia järjestettäessä on syytä pohtia jo tarjousvaiheessa kummalla kaupan osapuolella on paremmat mahdollisuudet kuljetusten järjestämiseen taloudellisesti. (Tikka 2017, 122–123.)

Tuotteen kuljettamisesta säädetään laissa. (x, x.)

## 5 TILANNE TARKASTELUJAKSOLLA

Opinnäytetyön luvuissa 2 ja 3 esiteltiin tuotannon ja logistiikan teoreettista viitekehystä yleisellä tasolla. Yksi opinnäytetyölle toimeksiannossa asetetuista tavoitteista oli yrityksen tuotannon ja logistiikan prosessin kuvaaminen lukijalle. Tässä luvussa pureudumme tarkemmin toteutuneeseen tuotantoon tarkasteluajanjakson  $x-x$  aikana.

Keskeiset tuotannon ja logistiikan tunnusluvut, kuten materiaalivirrat ja kapasiteetin tarkastelussa käytetyt arvot, saatiin työntekijöiden haastatteluista sekä yrityksen kirjanpidosta laskemalla. Luvun muut huomiot, kuten esimerkiksi tuotannon ja varastoinnin järjestelyt, perustuvat tutkimushaastatteluihin ja havaintoihin tuotannon työstä ajanjakson  $x$  aikana.

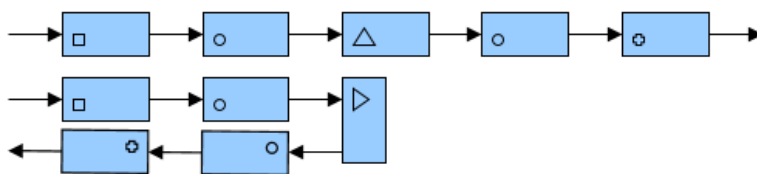
### 5.1 Tuotanto

Tuotantolaitoksessa kulkee kaksi erillistä kuljetinkokonaisuutta.

Tuotannon tuotantotilat on järjestetty tyypillisen tuotantolinja-layout:n mukaisesti. (Kuva 2.)

Kuva 2. Tuotantolinja layout. (Kuva: Logistiikan maailma 2021)

### Tuotantolinja



Havainnekuvassa tuote kulkee syöttökuljettimella. Kuvassa tuotantolinjan murskain on merkitty kolmiosisymbolilla. Toinen tuote puolestaan kiertää pidemmän kuljetinkokonaisuuden. (Kuva 2.)

Tuotteen syöttäminen linjastolle sekä materiaalien siirrot varastojen välillä tapahtuu ajomassaltaan 20 tonnisella pyöräkuormaajalla. (Kuva 3.) Tuotteiden punnitus tapahtuu

pyöräkuormaajan kauhavaa'alla. Päivittäin syntyneet tuotteiden tonnimäärät tallennetaan pyöräkuormaajan vaa'an työmuistiin ja kirjataan aina työpäivän päättyessä tuotannon ja varastoinnin kirjanpitoon.

Kuva 3. Tuotannon pyöräkuormaaja. (Kuva 3 poistettu.)

Tuotannon pyöräkuormaaja syöttää materiaalia kuljettimelle. (Kuva 3.)

## 5.2 Jakeiden erottelu materiaalista

Eroteltujen jakeiden varastosiirtoihin tuotantolinjastolta pihavarastoihin käytetään nostokyyvyltään 2,5 tonnista pihatrukkia. (Kuva 4.)

Kuva 4. Tuotannon pihatrukki. (Kuva 4 poistettu.)

Trukin karusellipuomilla tuotannon laarien ja kuoppien nopea tyhjentäminen pihan varastokasoihin on helppoa. Lisäksi trukkia käytetään muihin satunnaisiin tuotannon kunnostus- ja ylläpitotöihin. (Kuva 4.)

Eroteltujen jakeiden osuudet vaihtelevat syötetyn materiaalin laadun mukaan. Seuraavassa kaaviossa esitetään yrityksen kirjanpitoon perustuva keskiarvo tuotantolaitoksessa syntyneiden jakeiden osuuksista tarkasteluajanjaksolta  $x-x$ .

Kaavio 1. Materiaalijakeet. (Kaavio 1 poistettu.)

Nimestään huolimatta raskas alite on kuutiopainoltaan seula-alitetta kevyempää. Raskaan alitteen kappalekoko on huomattavasti hienoa seula-alitetta suurempi. (Kaavio 1.)

### **Työnkierto tuotannossa**

Tuotantolaitoksen ajaminen tarvitsee kahden ihmisen työpanoksen yhdessä vuorossa. Linjastoa käyttävän laitospiehen ja linjaston syöttämisestä sekä erotellun materiaalin kuljettamisesta vastaavan pyöräkuormaajan kuljettajan. Lisäksi raskaan alitteen käsityönä tehtävästä erottelusta vasta yksi pihatyöntekijä. Tuotantolaitosta ajetaan tarpeen mukaan yhdessä tai kahdessa työvuorossa. Aamuvuoro ajoittuu 06:00–14:00 välille ja iltavuorossa työskennellään kello 13:30–21:30. (X, x.)



### 5.3 Tuotannon ohjausperiaate

Tuotantolaitoksen toiminta on varasto-ohjautuvaa tuotantoa. Silmämääräinen varastotasan seuranta antaa tavallisesti operatiivisella tasolla riittävästi tietoa tuotannon päivä- ja viikkotason tuotannon suunnitteluun koska tilauskanta on ennakkoon melko tarkasti tiedossa. Lopputuotetta tehdään valmisvarastoon tilaustarpeen mukaan. Lopputuotteen ja muiden jakeiden varastojen koossa on luonnollisesti vaihteluväliä tuotteiden määrästä ja laadusta sekä huoltosyklistä johtuen. Talvella x lopputuotetta myös paalattiin varastointia varten. (x x.)

Tuotannossa merkittävät poikkeamat ja niihin johtaneet syyt kirjataan päiväkohtaisesti tuotannon raportoinnin yhteyteen. Tuotantolaitoksen toiminnan kirjaaminen ja raportointi on edellytys tuotantotyön kehittämiseksi ja luotettavien tuotantoarvioiden tarkentamiselle. (x x.)

### 5.4 Tuotannon teoreettinen ja käytännön kapasiteetti

Vaikka kapasiteetikustannukset tuotannossa ovat merkittävästi varastointikustannuksien osuutta suurempia on tuotannon kapasiteettisuunnittelu käytännössä lähempänä välimuodon tuotantoa kuin tasoitettua tuotantoa. Tämä selittyy suurelta osin työvaiheiden porrastamisesta, esimerkiksi työkierrosta ja tuotantolaitoksen viikkohuollon työmäärän vaihtelusta sekä satunnaisista tuotantokatkoksista kuten laitevioista tai muusta aiheutuneesta lisätyöstä.

Linjastoa ajetaan yhdessä vuorossa viitenä päivänä viikossa, mutta keskiviikkona linjasto on tavallisesti vain osan päivästä toiminnassa viikottaisen huoltotarpeen takia. Viikottaisen huollon lisäksi suurempia seisokkeja tuotannolle tulee vuosihuollon yhteydessä jolloin tuotantokatko on huoltokohteista riippuen 2–4 viikkoa. Nämä tuotantokatkokset ovat suunniteltuja ja niihin valmistaudutaan puskurivarastoja hyödyntämällä. Tarkasteluajanjaksolla vuonna x tuotannon kapasiteetin riittävyys ei ollut ongelmallista. Tuotannon kapasiteettia pystytään toimitustarpeen ja varastojen tasaamiseksi tarvittaessa lisäämään riittävällä joustovaralla. Koeajotilanteessa tuotannon teoreettinen kapasiteetti tn/h oli x syötettyä tonnia tunnissa. (x x.)

Käytännön kokemukset ovat kuitenkin osoittaneet, että tavallisesti laitokseen tunnissa syötetyn tuotteen tonnimäärä asettuu keskimäärin välille x–x tonnia. Tätä havaintoa

tukivat myös tuotannon kirjanpidosta johdetut tunnusluvut ja tutkimushaastattelujen tulokset.

Syötettyjen tonnimäärien ja valmiin tuotteen suhdeluvun päiväkohtaisia eroja selittää x:n laatu ja varastoinnissa tapahtuneet muutokset materiaalissa. Esimerkiksi materiaalin vettyminen lisää huomattavasti tuotteiden ja jakeiden massaa. Myös muut tekijät aiheuttavat tuotteen massaun ja laatuun huomattavaa hajontaa. (x x.)

Pidemmän aikavälin tarkastelussa syötettyihin tonnimääriin vaikuttavat laadulliset erot materiaalissa tasoittuvat. Kuukausittaisten tuotantolukujen jakeiden suhdeluvut ja niiden vertaaminen syötettyihin tonnimääriin antaa tuotannosta paremman kokonaiskuvan kuin pelkät tonnimäärät lyhyemmältä ajanjaksolta. Alla olevassa taulukossa on linjastolle syötetyt tonnimäärät eriteltynä kuukausittain. Tarkastelujaksolla 9 päivää kestänyt vuosihuolto suoritettiin heinäkuussa.

Taulukko 1: Linjastolle syötetyt tonnit x–x (Taulukko 1 poistettu.)

#### 5.5 Kapasiteetin käyttöaste, käyttösuhte ja vaihteluväli

Tutkimushaastattelujen perusteella kapasiteetin riittävyys ei tarkastelujaksolla muodostanut pullonkaulaa tuotannolle. Tuotteen ominaispainossa on huomattavaa vaihtelua, joten kapasiteetin käyttösuhteen tarkastelu antaa syötettyä tonnimäärää paremman kuvan tuotannon tehokkuudesta ja mahdollisista kehittämiskohteista. (x, x x)

Kapasiteetin käyttösuhte alla olevassa taulukossa laskettiin tarkastelujaksolle osuvien arkipäivien mukaan. Laskennassa huomioitiin x joka mahdollistaa tuotantolaitoksen ajamisen arkipäivinä 06:00–21:00. (Taulukko 2.)

Taulukko 2: Kapasiteetin käyttösuhte x–x (Taulukko 2 poistettu.)

Taulukon vasemmassa sarakkeessa nähdään tuotantolinjaston ajatut tunnit kyseisen kuukauden kohdalla. X on tuotantolinjaston valmistaja. (X x)

Käyttösuhteen laskemisessa ei otettu huomioon ajettiin tuotantolaitosta yhdessä vai kahdessa vuorossa. Myös suunnitelluista kausihuolloista johtuvat seisokit jätettiin

laskennan ulkopuolelle joten merkittävin käyttösuhdetta alentava tekijä ovat tuotannon varsinaiset poikkeamat.

Taulukkoa tarkastelemalla nähdään kesäkuukausien kohdalla selvä piikki käyttösuhteessa, joka selittyy tavanomaisella sesonkivaihtelulla. Kesäkuukausien aikana esimerkiksi x:aa vastaanotetaan huomattavasti muuta vuotta enemmän ja valmista tuotetta vastaavasti varastoidaan. Käyttösuhteen kuukausikohtainen vaihteluväli ajanjaksolla oli xx,xx–xx,xx %. Eryyisen matala helmikuun käyttösuhde xx,xx % selittyy osin tuotantolaitoksen ja työtapojen haasteisiin liittyvistä häiriöistä tuotantoprosessissa. Tutkimushaastattelujen perusteella on selvää, että myös talvisilla sääolosuhteilla oli suuri vaikutus helmikuun erityisen matalaan käyttösuhteeseen. Tuotantolinjaston kapasiteetin keskimääräinen käyttösuhde tarkasteluajanjaksolta oli xx,xx%. (Taulukko 2.)

## 5.6 Työn tuottavuuden muutos

Jakamalla tuotantolinjalle syötetyn tuotteen määrä tuotantolinjan toteutuneilla käyttötunneilla saadaan työn tuottavuutta ilmaisevan suhdeluku tonnia/tuntia. Suhdeluvun muutoksella voidaan arvioida työn tuottavuuden kuukausittaista muutosta tuotannon toimiessa ilman poikkeuksista johtuvia tuotannon seisokkeja. (Taulukko 3.)

Taulukko 3. Suhdeluku tonnia/tuntia. (Taulukko 3 poistettu.)

Taulukossa 3 on yhteenlaskettu x ja x määrä tonneissa tarkasteluajanjakson aikana. Tarkasteluajanjaksolla tuotantolaitos käsitteli keskimäärin tunnissa x tonnia materiaalia. (Taulukko 3.)

Vertaamalla taulukon suhdelukua helmikuun ja maaliskuun osalta koko jakson keskiarvoon huomataan merkittävä piikki työn tuottavuudessa syötetyn tuotteen x osalta tuotannon käynnistämisen alettua. Tämä havainto herätti huomiota, koska sekä kirjanpito, että ensimmäiset tutkimushaastattelut osoittivat samalle ajanjaksolle osuneen huomattavan määrän merkittäviä tuotantokatkoja. Ensimmäisen kolmen tuotantokuukauden näennäisesti huomattavasti keskiarvoa parempi suhdeluku selittyi lopulta sillä, että aikajaksolla syötettiin edelliseltä kesältä saakka varastoituna tuotetta x jonka ominaispaino oli huomattavasti keskiarvoa suurempi. (x x ja x, x x.)

## 5.7 Varastoprosessi

Käsiteltävien tuotteiden varastointi tapahtuu pihalla kasoissa, betonikarsinoissa, sekä vaihtokoreissa. Vastaanottoon saapuva ajoneuvo punnitaan ja ohjataan oikeaan purkupaikkaan pihalla. Tuote x puretaan suoraan tuotantolinjan syöttövarastoon. Sekakuormien, kuten x:n kohdalla x esilajitellaan kaivinkoneella. (Kuva 5.)

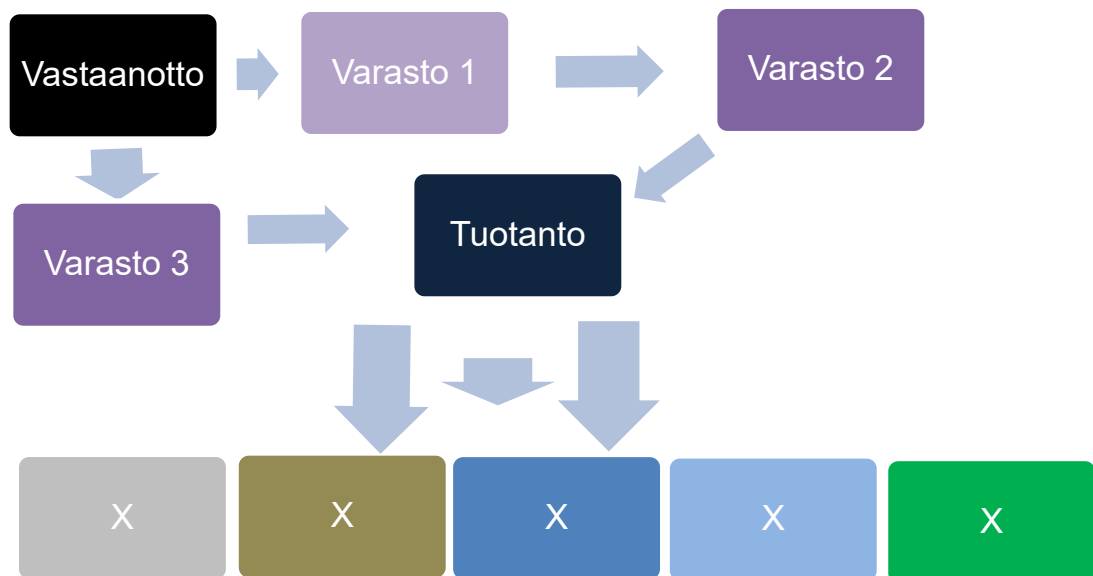
Kuva 5. Saapuvaa materiaalia käsitellään kaivinkoneella. (Kuva 5 poistettu.)

Saapuvaa materiaalia käsitellään kaivinkoneella. X. (Kuva 5.)

Lajiteltu tuote välivarastoidaan ennen työvaihetta x ja siirtämistä tuotantolaitoksen syöttövarastoon. X, esimerkiksi x, ohjataan omiin välivarastoihinsa alueella.

Seuraava kaavio kuvaa vastaanotettavan materiaalin kulkua tuotannossa. (Kaavio 2.)

Kaavio 2. Varastoprosessi yrityksessä X.



Kuorman vastaanotosta x ohjataan syöttövarastoon kaivinkoneella tehtävän x ja x kautta. X puolestaan puretaan suoraan varastoon 3. Tuotannosta tuotteet ohjataan seuraaviin välivarastoihin odottamaan jatkokuljetuksia x ja x. (Kaavio 2.)

Valmis tuote voidaan myös paalata varastointia varten. Paalattu tuote tarvitsee noin kolmasosan varastotilasta kasavarastointiin verrattuna. Kevät-talvella x yritys X paalasi tuotetta kaupungissa x varastoidakseen sen lähelle paikkaa x x:n tarpeita varten. (x x)

Yrityksen X toimipaikka toimii verrattain pienellä tontilla ja päivässä käsiteltävät tuotemäärät ovat huomattavia. Seuraavan sivun kuva havainnollistaa väli- ja valmistuotevarastojen sijoittelua tuotannon alueella. Piirroksessa kuvan keskellä nähtävä tuotantolaitos on ulkomitoiltaan x kertaa x metriä. (Kuva 6.)

Kuva 6. Tuotannon varastojärjestelyt kesällä x. Kuvitus: Katja Korkiamäki. (Kuva 6 poistettu.)

Kuvateksti. (Kuva 6.)

Kuvateksti. (Kuva 6)

Kuvateksti. (Kuva 6)

Kuvateksti. (Kuva 6.)

## 5.8 Varaston hallinta ja tilaukset

Yrityksen X toimipisteellä raaka-aineen, lopputuotteen ja erottelutuotteiden varastointi on ulkovarastointia kasoissa ja konteissa. Tuotantoa tukevia varastoja ovat alihankkijoiden koneiden polttoaine-, tarvike-, ja työkaluvarastot, joiden hallinnasta alihankkijat vastaavat itsenäisesti.

Toimipaikalla varastoitavia nimikkeitä on vähän, mutta toisaalta varastoitavat tonni- ja kuutiomäärät ovat suuria ja varastotila hetkittäin rajallinen. Yrityksen tuotannon varastohallinta on toteutettu excelillä ja kuljetukset tilataan puhelimitse tarpeen mukaan. Laitoksen käsittelemä materiaalin määrä ja linjaston käyttötunnit kirjataan päivittäin. (x x.)

Jokaisen kuukauden alussa tehtävässä inventaariossa alueelle saapuvat ja lähtevät materiaalit lasketaan. Kuukausittainen varastotasa lasketaan alueelle materiaalia toimittavien alihankkijoiden tuottamien raporttien, sisäisten materiaalsiirtojen kirjanpidon ja laitoksen käsittelemän syötetyn tonnimäärän perusteella. Näin syntynyt varastokirjanpito on osoittautunut riittävän hyväksi toiminnanohjaukseksi varastoinnin ja tuotannon tarpeeseen. (x x)

## 5.9 Varaston kiertonopeuden merkitys

Tuotteiden ulkovarastoinnin aikana materiaalissa tapahtuu kemiallisista ja orgaanisista prosesseista johtuvia muutoksia. Materiaalin vettymisellä on merkitystä lähinnä tuotteen painoon, mutta tuotteiden hajoaminen ja maatumisen aiheuttaa tuotteiden laadun heikkenemistä. Tuotteiden kemiallista laatua seurataan analyysinäytteillä kuukausittain. Neljästi vuodessa tehdään näytteestä laaja analyysi ja näiden välillä on lisäksi kaksi suppeampaa tutkimusta. (x x.)

Syötetyn materiaalin laatu vaikuttaa suoraan tuotannon taloudelliseen kannattavuuteen. Pitkän varastointiajan seurauksena jakeiden suhteellisissa osuuksissa tapahtuu ei-toivottua muutosta. Tuotannossa valmistetun lopputuotteen osuus vähenee ja etenkin seula-alitteen osuus vastaavasti kasvaa. Lisäksi hienoon seula-alitteeseen sitoutuu enemmän hiiltä, jolloin seula-alite tarvitsee jatkokäsittellä ennen uusiokäyttöä. Tästä syystä tuotteiden varastokierto pyritään pitämään mahdollisimman nopeana. (x x.)

Tuotteen varastoinnissa on otettava huomioon x. (x x.)

Nopealla varastokierrolla pyritään vaikuttamaan myös x:n. (x. x.)

Tuotteen pitkällä ulkovarastoinnilla ei ole tuotantolaitoksen toimintaan sinänsä haitallista vaikutusta. Varastoinnin aikana tuotteeseen sitoutuu kuitenkin väistämättä vettä. Pakkasella tuotteiden ja pintojen jäätyminen aiheuttaa omat haasteensa tuotannossa ja tuotteen varastoinnin yhteydessä. (x x.)

Varastoidun tuotteen kiertoa FIFO-periaatteella oli keväällä mahdotonta toteuttaa rajallisesta varastotilasta johtuen. Saapuvat kuormat purettiin samaan kasaan vanhemman materiaalin kanssa, jolloin tuotteita jouduttiin tilanpuutteen takia ajamaan samanaikaisesti. Varastokasojen järjesteleminen aiheuttaa aina kustannuksia konetyön muodossa, joten kustannustehokkuuden kannalta vanhemman materiaalin määrän vähentäminen varastosta hieman pidemmälläkin aikavälillä oli tarkoituksenmukaista. (x x.)

## 5.10 Varaston kiertonopeus ja käytettävyys

Tuotteen varaston kiertonopeus on noin x,x viikkoa ja x:lla x-x kuukautta. Lopputuote X:n varastot kiertävät myös nopeasti; noutoja on tuotannon ja tilausten mukaan, x-x viikossa.

X:aa viikottain noudettiin x,x kuormaa ja X:n varastot, sekä x tyhjennetään viikottain. Materiaalien varastokierrossa on suurta kausivaihtelua. Talvella ja keväällä x lopputuotetta kuljetettiin huomattavia määriä paalauksen kautta varastoitavaksi. Sesonkivaihtelusta johtuen, kesällä saapuvien materiaalkuormien lukumäärä on myös selvästi talvea suurempi. (x, x.)

Tuotantovarastojen sijoittelu on päivittäisen tuotantotoimintojen kannalta hyvällä tasolla. Tuotannon varastojen sijoittelu on tuotantologistiikan kannalta nykyisellään hyvin toimiva. Syötettävän tuotteen ja jakeiden varastot ovat riittävän lähellä. Kuormaajan tyhjällä kauhalla ei juurikaan tarvitse ajaa, koska yhtä materiaalia viedessä saa toista samalla tuotua. (x x.)

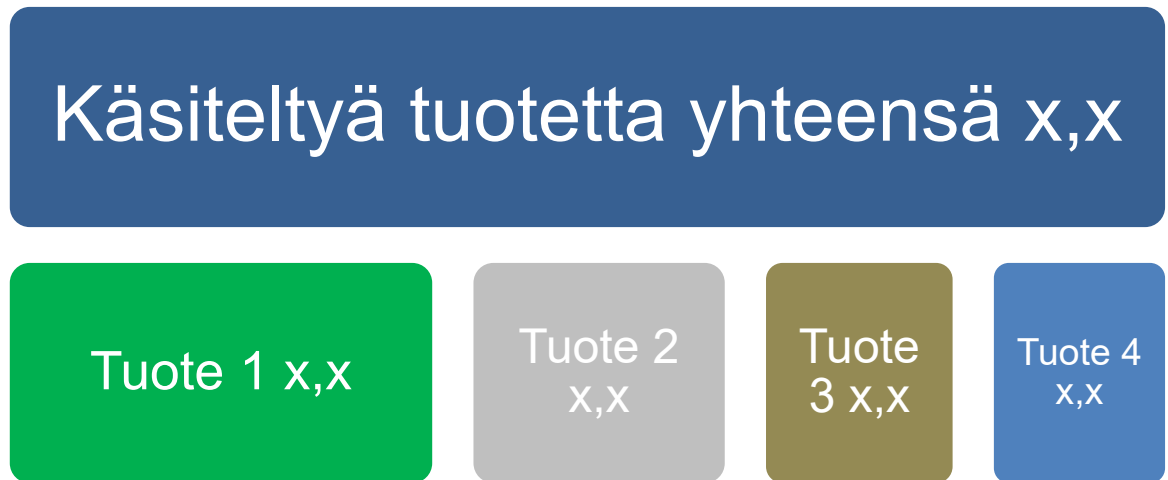
Hyvästä varastopaikkojen sijoittelusta huolimatta raskaan alitteen lastaaminen vaihtolavoille vaatii kuitenkin malttia pyöräkuormaajan kuljettajalta työskentelytilan ahtaudesta johtuen. Betoniset seinät ja teräsverkkoaidat ovat suhteellisen lähellä kuormattavia lavoja ja piha-alueella on myös muuta ajoneuvo- ja henkilöliikennettä, johon kuljettajan tulee kiinnittää jatkuvasti huomiota.

#### 5.11 Materiaalivirta ja kuljetukset

Kuten aiemmin todettiin, tuotteen x jakeiden jatkokuljetukseen saattaminen tapahtuu hyvin lyhyellä kierrolla laitoksen toimiessa ja jakeiden noudot pystytään yleensä sovittamaan niin, ettei niistä aiheudu katkoksia tuotannolle. Seuraavaksi tarkastellaan jakeiden materiaalmääriä ja niiden kuljetusjärjestelyjä hieman tarkemmin.

Kaavio esittää tarkasteluajanjaksolla eroteltujen jakeiden määrän tonneina. Laitoksen käsittelemä tuotantomäärä tarkasteluajanjaksolta oli x tonnia. (Kaavio 3.)

Kaavio 3. Materiaalivirrat tonneittain.



Tästä tuotannon materiaalin kokonaismäärästä valmista tuotetta oli x,x tonnia. Eroteltua tuotetta 1 syntyi x,x tonnia ja tuotetta 2 x,x tonnia. Tuotetta 3 ja tuotetta 4 x,x tonnia. (Kaavio 3.)

Yritys tuottaa palveluja, kuten x:aa ja kuljetuksia. Nämä palvelut toteutetaan yhteistyössä kuljetusalan alihankintayrityksien kanssa, jotka operoivat omalla kalustollaan toimipaikan alueella yrityksen ohjeistuksen ja määräysten mukaisesti. (x.)

Yritys x ei siis itse tuota kuljetuspalveluja. Omistamiaan kuljetusyksiköitä yritys käyttää yhteistyössä alihankkijoiden kanssa erillisten sopimusten mukaan. Toimipaikan konetyön tuottaa yrityksen alaisuudessa toimivat alihankkijat. Myös materiaalinkäsittelyyn käytettävät koneet, työvälineet ja muut laitteet ovat joitakin poikkeuksia, kuten tuotannon trukkia, lukuun ottamatta alihankkijoiden omistuksessa ja hallinnassa. Kaikkiin noudettavien irtomateriaalien lastauksiin käytetään pyöräkuormaajia kippikauhavarustuksella.

Saapuvan ja lähtevän materiaalin tilausten järjestelyyn vaikuttavat eniten suhdanne ja voimassa olevat sopimukset asiakkaiden ja kuljetusliikkeiden kanssa. Tuotteiden kuljettamiseen tarvitaan asianmukainen liikennöintilupa, joten tuotteen kuljetuksiin käytetään sopimusliikennöitsijää. (x x.)

Yhteistoimintakumppanit alueella. (x x.)

Vuositasolla valmista lopputuotetta noudetaan noin x kuorma-autoyhdistelmällistä viikossa. Yhteen autokuormaan mahtuu keskimäärin x tonnia/x kuutiota tuotetta. (x x.)



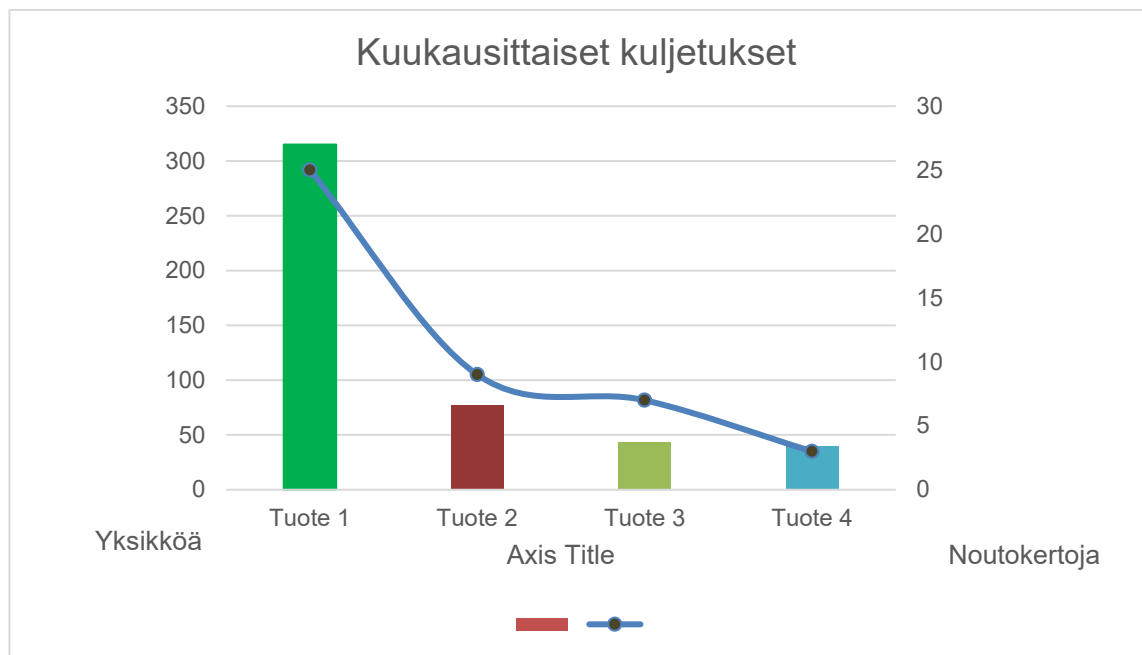
Toista tuotetta noudetaan noin  $x$  kuormaa viikossa. Tätä tuotetta yhteen autokuormaan mahtuu keskimäärin  $x$  tonnia/ $x$  kuutiota. ( $x$   $x$ .)

Kolmatta tuotetta noudetaan keskimäärin  $x, x$  kertaa viikossa, keskimäärin  $x$  tonnia/ $x$  kuutiota. Tämän tuotteen kuutiopaino on suhteellisen korkea, joten noutavan ajoneuvoyhdistelmän kantavuus on määräävä tekijä tämän tuotteen noudoissa. ( $x$   $x$ .)

$X$  ja  $x$ -lavat tyhjenetään tarpeen mukaan. Tavallisesti  $x$ -lavat tyhjenetään noin kerran viikossa. Vaihtelua tyhjennysvälissä on  $x$ :sta johtuen. ( $x$   $x$ .)

Seuraavan sivun kaavio 4 esittää keskimääräisiä materiaalien noutoja suoritteiden lukumäärinä ja yksikköinä kuukaudessa. Kuukaudessa  $x$ :aa noudettiin keskimäärin  $x$  kertaa ja kumpaakin muuta tuotetta vastaavasti  $x$  kertaa. Kaksi tuotannon  $x$ - ja  $x$ -lavaa tyhjenettiin keskimäärin  $x$  kertaa kuukauden aikana. Vastaavat keskimääräiset kuukausittaiset tonnimäärät olivat tuotteella 1  $x$ , tuotteella 2  $x$ , tuotteella 3  $x$  tonnia ja tuotteella 4  $x$  tonnia. (Kaavio 4.)

Kaavio 4. Noudot ja yksiköt kuukaudessa.



Kaavio 4 kuvaa noutojen keskimääräistä suhdetta materiaalin mukaan. Vuositasolla noutovälin tiheydessä on huomattavaa vaihtelua. Talvella lopputuotetta ajetaan tuotantoon ja varastoon enemmän, joten noutoja voi olla jopa  $x$  kertaa viikossa. Kesällä taas saapuvaa ja varastoitavaa materiaalia on enemmän ja lopputuotteen noutoja harvemmin. ( $x$   $x$ .)

## 6 TUOTANNON HAASTEET TARKASTELUJAKSOLLA

Useimmat tuotantokatkoksia aiheuttavat ongelmat yrityksessä X johtuvat väärän materiaalin päätyemisestä x:lle ja mekaanisista materiaalitukoksista kuljetinlinjastolla. Epäpuhtaudet aiheuttavat viikottaista lisätyötä vastaanotossa koneellisen erotelutyön muodossa. Lisäksi erilaisten materiaalien kertyminen tuotantolaitoksen lattialle ja rakenteisiin aiheuttavat huomattavan määrän päivittäistä siivoustarvetta.

Tässä luvussa käydään läpi merkittävimmät tuotannon kohtaamat haasteet ja tyypillisimmät syyt niiden takana. Lopuksi tarkastellaan keinoja, joilla haasteisiin pyrittiin tarkastelujakson aikana vastaamaan tuotannon tehokkuuden lisäämiseksi.

### 6.1 Tuotannon pullonkaulat ja poikkeamat tuotannossa

Tutkimusaineisto osoitti, että tuotannossa ilmeinen prosessin pullonkaula on tuotantolinjastolle syötettävän materiaalin nopeus  $x-x$  syötettyä tonnia tunnissa. Käsiteltävästä materiaalista riippuen linjan nopeutta voidaan tietyissä rajoissa kasvattaa. Nopeutta nostettaessa kuitenkin todennäköisyys erilaisten häiriöiden ilmaantumiselle kuljetuslinjastolla tai sen eri osissa, kuten x, tai x, lisääntyy merkittävästi. (x x.)

Kone- ja työvoimaresurssit eivät muodostuneet tuotannon pullonkaulaksi. Pyöräkuormaaja pysyy hyvin tuotantolinjan vauhdissa, koska materiaalivarastojen sijoittelu on hyvin toimivaa ja kuljetusetäisyydet niiden välillä lyhyitä. (x x.)

Tuotantolinjan nopeus asettaa tietyissä rajoissa pysyvän, mutta ennakoitavan pullonkaulan tuotannolle. Tarkasteluajanjaksolla erilaiset häiriöt, eli poikkeamat suunnitellussa tuotannossa, muodostivat huomattavaa vaihtelua tuotantotehokkuuteen. Tällaisia poikkeamia, kuten laitteistovikoja ja korjauksista aiheutuvaa lisätyötä, oli etenkin tarkastelujakson ensimmäisellä kolmanneksella huomattavan paljon suhteessa tuotettuun tuotteen x määrään ja päivittäisiin ajotunteihin laitteistolla. Tuotannon alkuvaiheessa koneet saattoivat tuotantokatkosten takia seistä jopa  $x-x$  % työvuoron ajasta. (x, x x.)

Häiriöiden havaitseminen ja syyn, kuten linjastoon jumiutuneen kappaleen, poistaminen edellyttää tavallisesti tuotantolinjan pysäyttämistä. Lisäksi mikäli x:n sekaan päätyy sinne

kuulumatonta, poistamisen vaativaa tuotetta, erään linjan osan puhdistamiseen kuluva aika syö nopeasti linjaston nopeuden nostolla saavutetun tuotantoedun.

Päiväkohtaiset tuotannon häiriöt ja -katkokset ovat luokiteltuna taulukossa 3. Tässä taulukossa tuotannon ajopäiviksi ei ole laskettu toteutuneista viikko- ja vuosihuolloista johtuvia päiviä. Poikkeamiksi on laskettu vain merkittävästi tuotantoon vaikuttaneet suunnittelemattomat tapahtumat. Korjaus- ja lisätyöt -sarake sisältää kaikki tuotantolaitoksen, laitteistojen ja piha-alueiden tuotantoon liittyneet kunnostus- ja korjaustyöt. (Taulukko 3.)

Taulukko 3. Tuotannon häiriöt tarkastelujaksolta.

Ajopäiviä yhteensä	Poikkeamat tuotannossa	Korjaus ja lisätyöt	Linjaston osan häiriöt	Testiajot
x	x	x	x	x

Merkittäviä poikkeamia suunnitellussa tuotannossa esiintyi keskimäärin x,x tuotantopäivän välein. Tyypilliset poikkeamien syyt olivat laiterikot x tapahtumaa ja linjaston osan häiriöt sinne päätyneen väärän materiaalin takia x tapahtumaa. Muita poikkeamia x tapahtumaa aiheuttivat materiaalitukokset linjastolla, sääolosuhteet, sekä tuotantoalueella tapahtuneet rakennus- ja ylläpitotyöt.

Edellä mainittujen merkittävien poikkeamien lisäksi viikottaisia lyhyempiin 0–2 tunnin mittaisia tuotantokatkoksia esiintyi arviolta noin x kertaa viikossa. Tyypillisesti tällaiset lyhyet poikkeamat johtuivat syistä x ja x. Myös tietyn syötettävän materiaalin jäätyminen talvella aiheutti lisätyötä tuotannon ja välivarastoinnin yhteydessä. (x x.)

## 6.2 Virheet tuotannossa

Vaikka laitoksen toiminta on hyvin pitkälle automatisoitu, inhimillisen erehdyksen mahdollisuus etenkin materiaalin käsittelyssä on väistämättä olemassa. Saapuvat kuormat saattavat x ja x, autonkuljettajan virheen tai jopa kuljetusyrityksen välinpitämättömyyden takia. Linjaa syöttävä pyöräkuormaajan kuljettaja saattaa erehdyksessä lastata suoraan x kulkevalle kuljettimelle x tai x materiaalia. Kolmas inhimillisen erehdyksen mahdollistaja on laitoksen tietyn tuotantotyön suorittaminen käsityönä.

Eniten suoraan tuotantoon vaikuttavia virheitä tapahtuu vastaanoton yhteydessä. Jopa x % vastaanotetuista kuormista sisältää epäpuhtauksia, joiden erottelu ja käsittely aiheuttaa lisätyötä. Osa kuljetusliikkeistä tai tuotannon materiaalien lähettäjiä ei ole tietoisia vastaanoton käytännöistä tai oikeista purkupaikoista tuotannon alueella. (x x.)

Tuotannon pyöräkoneenkuljettajien tekemiä merkittäviä tuotantokatkoksia aiheuttavia virheitä, kuten väärän materiaalin syöttämistä tuotantolinjastolle, ei tutkimusaineistosta tarkastelujaksolla kuitenkaan noussut esiin.

### 6.3 Raskaan alitteen erottelu tuotannossa

X. Raskaan alitteen lajittelusta vastaava pihatyöntekijä ei kuulu vakinaisesti tuotantolaitoksen henkilöstöön. Tällaista tuotantotyötä tehdään vastaanotetun materiaalin laadusta riippuen x–x tuntia päivässä. (x x.)

Tuotannossa syntyvä raskas alite sisältää pääasiassa isokokoisia erottelutuotteita, joiden materiaalin mukainen lajittelu suoritetaan käsityönä. Lajitellut ainekset siirretään piha-alueen lajitteluastioihin ja lavoille. (Kuva 7.)

Kuva 7 Raskaan alitteen loppulajittelupiste tuotantolaitoksen pihalla. (Kuva 7 poistettu.)

Havaintoni olivat, että käsin tapahtuvassa tuotannossa x x riippui eniten paitsi työntekijän ammattitaidosta, myös tuotannon nopeudesta. Nopealla pyörintänopeudella materiaalin liika kasaantuminen aiheutti haasteen tehokkaalle tuotantotyölle. Lisäksi työskentelyolosuhteet avonaisella, pölyisellä, pihalla lisäävät työn fyysistä kuormittavuutta. (Kuva 7)

### 6.4 Tuotannon haasteisiin vaikuttaminen

Tuotantolinjastoon tehtiin kevään ja alkukesän aikana lukuisia parannuksia, joilla onnistuttiin vähentämään mekaanisten tukosten ilmaantumistiheyttä. Linjastoa mm. avarrettiin pitkien materiaalien kulkemisen helpottamiseksi, hihnakuljettimille lisättiin täristimiä, joilla materiaalin kasaantumista linjastolle vähennettiin ja linjaston erään osan täyttymisen estäviä optisia tukosvahteja lisättiin. Tuotantolaitokseen tehdyt lisätyöt, kuten ulkoseinien rakentaminen ja linjaston sekä varastokiulujen väliin lisätyt ohjaimet, vähensivät päivittäistä tuotantotilojen siivouksen tarvetta. (x x.)

Inhimillisen virheen mahdollisuutta tuotannossa vähennetään osin päällekkäisillä tuotteiden tarkastamisilla. Saapuva kuorma tarkastetaan silmämääräisesti jo ajoneuvovaa'alla siltä osin, kuin se on mahdollista ennen kuorman ohjaamista oikeaan purkupaikkaan pihalla.

Materiaalin toimittajan ja kuljetusyrityksen kuljettajan tulee olla tietoinen kuorman laadusta. Mikäli kuormaa purkaessa tapahtuu kuitenkin asia x, on kuljettajan velvollisuus ilmoittaa havaitsemansa poikkeamat laitoksen henkilökunnalle. (x x.)

Tuotannon pyöräkuormaajan kuljettaja tekee jatkuvaa silmämääräistä seuranta tuotteiden laadun todentamiseksi niin purkavien autojen, kuin syötettävän materiaalinkin osalta. Saapunutta kuormaa kauhalla pyöräyttämällä tavallisesti saadaankin tavallisesti kiinni suurimmat epäpuhtaudet vastaanotetussa materiaalissa. (x x.)

Mahdollisista laadun poikkeamista pyritään antamaan välittömästi palautetta kuljetusliikkeelle ja/tai materiaalin lähettäjälle. Kuorman sisältöön liittyvät poikkeamat reklamoidaan ja lisätyöstä aiheutuvat käsittelykustannukset peritään materiaalin lähettäjältä. (x x.)

Laitosta käyttävä laitospies tarkkailee kameroiden välityksellä linjastolla kulkevia tuotteita poikkeamien varalta. Automatisoitu linjasto erottelee kokonsa, koostumuksensa ja muotonsa puolesta tuotteita. Laadun varmistamisen ja tuotantokatkosten välttämiseksi jatkuva materiaalin silmämääräinen seuranta tuotantolinjastolla on välttämätöntä. (x x.)

## 7 TULOKSET

Tutkimuksen tulokset osoittavat merkittävimmät tuotannon ongelmakohdat. Toinen opinnäytetyölle asetettu tavoite oli arvioida ongelmien merkitystä työn tuottavuuden kannalta, sekä kuvata keinoja, joilla tuotannon ongelmiin vaikutettiin. Kolmanneksi opinnäytetyön tarkoitus oli ylipäättään avartaa lukijan ymmärrystä yhden tuotantoprosessin logistiikasta. Jokaisesta tutkimustyön tavoitteesta pystyttiin käytettävissä olleen tutkimusaineiston pohjalta muodostamaan selkeät tulokset ja johtopäätökset.

Tässä luvussa tehdään yhteenveto tutkimustavoitteiden saavuttamisesta, tutkimusaineistosta nousseista huomioista ja tunnuslukuista sekä arvioidaan opinnäytetyön luotettavuutta.

### 7.1 Yhteenveto

Tuotannon verrattain hyvin ennakoitavaksi pullonkaulaksi osoittautui keskimääräinen linjaston nopeus  $x-x$  tonnia käsiteltyjä tuotteita tunnissa. Koko tarkasteluajanjaksolla tuotantolaitos käsitteli keskimäärin tunnissa  $x$  tonnia tuotetta. Tällä tuotantonopeudella yksi ammattitaitoinen pyöräkuormaajan kuljettaja kykeni vaivatta samanaikaisesti tekemään asiat  $x$  ja  $x$  sekä hoitamaan tuotannon välivarastojen tyhjennyksiä noutovarastoihin.

Tuotteiden lastaaminen ja välivarastojen tyhjentäminen vaatii kuitenkin tiettyä harjaantuneisuutta kyseiseen työhön. Lisäksi tuotannon pyöräkuormaajan kuljettajalta vaaditaan tarkkaavaisuutta tuotantoalueen muusta ajoneuvo- ja henkilöliikenteestä johtuen. Uuden työntekijän opastamisen yhteydessä havaittiin, että kokemattoman koneenkuljettajan työskentelyn nopeus hidastaa myös tuotantonopeutta merkittävästi. Tämä ei kuitenkaan ollut tuotannon kannalta merkittävä ongelma, koska konekuljettajien vaihtuvuus koko tarkastelujaksolla oli erittäin vähäistä. Logistiikkaketjusta, resursseista tai tuotantokapasiteetista johtuvia pullonkauloja tuotannossa ei tarkastelujaksolla muutoin ilmennyt.

Keskimääräinen tuotantokapasiteetin käyttösuhde tarkastelujaksolla oli  $xx,xx$  % ja käyttösuhteen kuukausikohtainen vaihteluväli ajanjaksolla oli  $xx,xx-xx,xx$  %. Työn

tuottavuuden muutos tarkasteluajanjaksolla saatiin tuotannon kapasiteetin käyttösuhdetta tarkastelemalla. Koko tarkasteluajanjaksolla keskimääräinen tuotantokapasiteetin käyttösuhde oli xx,xx %. Tarkasteluajanjakson ensimmäisellä puoliskolla käyttösuhde oli xx,xx % ja toisella puoliskolla xx,xx %. Parannusta käyttösuhdeessa heinä- ja joulukuun välisellä ajanjaksolla oli alkuvuoteen verrattuna x,xx %.

Kaaviossa 5 nähdään työn tuottavuuden muutos tarkasteluajanjaksolla käyttösuhdeosuutena ja tuotettuja yksiköjä ilmaisevalla suhdeluvulla. (Kaavio 5.)

Kaavio 5. Käyttösuhteen ja tuotettujen yksiköiden muutos. (Kaavio 5 poistettu.)

Kaaviosta 5 huomataan myös, ettei laitokseen tehdyillä parannustöillä ollut merkittävää vaikutusta tuotannon yksikköön x. Alkukuukausien näennäisen hyvä suhdeluku selityy pitkään varastoidun jätteen ominaispainon muutoksesta ja joulukuun notkahdus suhdeluvussa johtui poikkeuksellisesta työmäärästä materiaalin kanssa kyseisellä ajanjaksolla.

Työn kustannustehokkuuden luotettavaan arviointiin ei riitä ainoastaan työn tuottavuuden mittaaminen käsiteltyjen tuotantoyksiköiden tonnimäärän perusteella. Sen sijaan ajanjaksolla tuotettujen jakeiden suhteellisia osuuksia syötettyihin tonnimääriin vertaamalla voidaan toteutuneen tuotantokapasiteetin arviointi suorittaa työ- ja kustannustehokkuuden mittaamiseksi. Tuotantoon liittyvästä lisätyöstä johtuvien kustannusten osuutta tulisi edelleen selvittää lisää kirjauskäytäntöjä uudistamalla.

Kerätyn tutkimusaineiston perusteella merkittävimiksi tuotannon ongelmakohtaksi tuottavuuden kannalta osoittautui varsinaiset poikkeamat tuotannossa. Pienempiin tuotantokatkoksiin johtaneita poikkeamia oli lähes päivittäin. Merkittäviä poikkeamia, joissa tuotanto seisoj suuren osan työvuorosta, tapahtui koko tarkastelujakson aikana keskimäärin x:n tuotantopäivän välein.

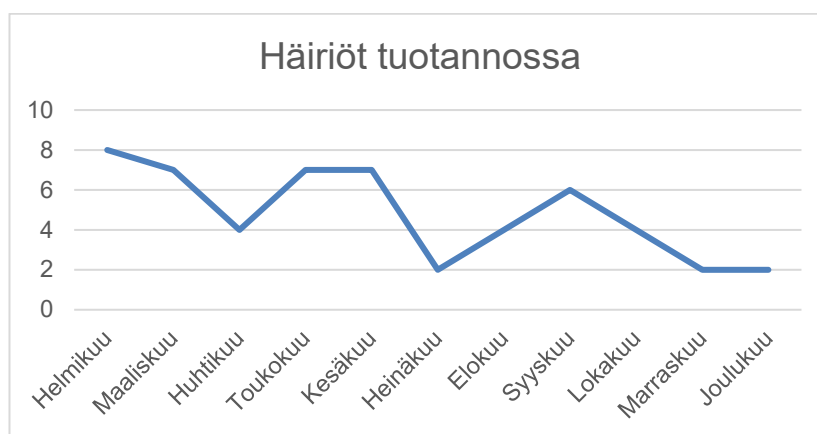
Tarkasteluajanjakson ensimmäisellä puoliskolla merkittävien poikkeamien ilmaantumisväli ajetuista päivistä oli x,xx ja jälkimmäisellä puoliskolla xx,xx. Heinä-joulukuun välillä merkittävien poikkeamien ilmaantuvuus väheni alkuvuoteen verrattuna xx,xx %. Näistä kestoiltaan vain lyhyitä tuotantokatkoksia aiheuttaneista poikkeuksista ei pidetä kirjaa, joten niiden vaikutuksesta ei tutkimuksessa voitu tehdä mitattavia johtopäätöksiä. Tutkimushaastatteluissa nousi kuitenkin esiin lyhyiden tuotantokatkoksien suuri tuotantotehoa heikentävä merkitys etenkin x kuukausien osalta.

Työntekijän arvion mukaan jopa xx–xx % työvuoron ajasta tuotannon konekapasiteettia ei tuotannon alkuvaiheessa pystytty hyödyntämään tuottavaan työhön. Kestoltaan lyhyitä tuotantokatkoksia ilmaantuu tuotantolaitoksen kehittämisestä huolimatta edelleen päivittäin.

Vuoden x ensimmäisellä puoliskolla tuotantolinjastoon tehdyillä lukuisilla parannuksilla merkittävien häiriöiden määrää onnistuttiin vähentämään alkutilanteesta yli puoleen tarkastelujakson jälkimmäisellä puoliskolla. (Kaavio 6.)

Tutkimusaineiston perusteella myös vähäisempien tuotannon poikkeamien ilmaantuvuus väheni tarkasteluajanjakson loppupuolella

Kaavio 6. Häiriöt tuotannossa.



Kehitystyön hyöty tuotannon toiminnan tehostamisessa saavutettiin ennen kaikkea vähäisempien tuotantohäiriöiden kautta. Kaavioon ei ole kuitenkaan laskettu mukaan vähäisiksi luokiteltuja tuotantokatkoksia, koska niiden merkitys päivittäisen tuotannon kannalta oli tutkimushaastattelujen perusteella vähäinen. (Kaavio 6.)

Tutkimushaastatteluissa ilmeni, että tuotantohäiriöiden vähentämisessä ja tuotannon tuottavuuden kasvattamisessa suurin merkitys oli tuotantolaitoksen rakenteellisilla muutoksilla, oikealla tuotantolinjaston syöttönopeudella ja tuotantomateriaalien laadun valvonnalla.

Työntekijähaastattelut, sekä kirjanpidon tarkastelu tuotantolinjan käyttötuntien osalta osoittivat, että heinä- ja joulukuun välisellä ajanjaksolla poikkeamat olivat paitsi harvemmassa, myös ajalliselta kestoalta aiempaa lyhyempiä.



Tuotannon poikkeamat johtuivat tavallisimmin väärän materiaalin päätyemisestä tiettyyn tuotantolinjaston osaan ja mekaanisista tukoksista kuljetuslinjastolla tai erottelulaitteistossa. Kerätyn aineiston perusteella jopa x % saapuneista kuormista sisälsi epäpuhtauksia, jotka saattoivat johtaa tuotannon häiriöihin. Logistiikkaketjusta, resursseista tai tuotantokapasiteetista johtuvia muita ongelmia tuotannossa ei tarkastelujaksolla juurikaan ilmennyt.

Tutkimusaineistoa luvun 4 tuotantoprosessin ja tuotannon logistiikan materiaali virtojen onnistunutta kuvaamista varten käytettävissä oli varsin kattavasti tietoa. Omien havaintojen, avaintyöntekijöiden haastattelujen ja yrityksen kirjanpidon pohjalta luvussa kuvataan yrityksen tuotantoprosessin ja -logistiikan ymmärtämisen kannalta keskeisimmät asiat.

## 7.2 Muut havainnot ja kehityskohteet

Tutkimuksessa esiin nousseet ilmeisimmät kehityskohteet tuotantoprosessissa olivat saapuvan materiaalin vastaanoton puutteet ja käsin tehtävän tuotantotyön osuuden tehokkuus.

Noin x % saapuvista kuormista aiheuttivat epäpuhtauksien takia päivittäistä lisätyötä yrityksen vastaanotossa tai tuotannossa. Näiden virheellisten kuormien tarkasta lukumäärästä tai aiheutuneesta lisätyöstä ei kirjanpitoa ollut saatavilla, joten ongelman tarkempaa merkitystä työn tuottavuudelle oli mahdotonta tutkimuksessa kerätyn tiedon perusteella arvioida. Saapuvien virheellisten kuormien aiheuttama lisätyön määrä tulisi jatkossa kirjata päivittäin ja arvioida tämän tiedon perusteella, onko materiaalien vastaanoton kehittämiseksi syytä ryhtyä toimenpiteisiin.

Materiaalin vastaanoton kehittäviä toimia voisi olla esimerkiksi kuljetusliikkeiden parempi ohjaus yrityksen järjestelyistä ja käytännöistä. Yhden, ainoastaan saapuvien materiaalien laadun valvontaa suorittavan työntekijän palkkaamisen kokonaiskustannushyötyä tuotantoprosessille tulisi myös arvioida tarkemmin.

X:n, x:n ja käsin tehtävän tuotantotyön osittainen automatisointi voisi mahdollisesti johtaa kustannustehokkaampaan lopputulokseen. Selvitystyön tekemistä uusien investointitarpeiden kartoittamiseksi sekä niiden kustannusvaikutusten arvioimiseksi tuotannolle tulisi tulevaisuudessa harkita.

Varastojärjestelyt olivat pääsääntöisesti toimivat. Ahtaat koneiden kulkureitit kuitenkin vaativat pyöräkuormaajan kuljettajalta malttia etenkin tiettyjen tuotteiden kuormauksen yhteydessä. Erillinen varasto tuotteelle x suoraan konteille lastaamisen sijaan sujuvoittaisi päivittäistä konetyöskentelyä tuotantolaitoksen ahtaalla takapihalla entisestään.

### 7.3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimukseni teoriaperusta pohjautuu logistiikka- ja ympäristöalan ammatti- ja oppikirjallisuuteen sekä kansallisen- ja kansainvälisen tason arvostettujen instituutioiden ja järjestöjen tuottamaan aineistoon.

Käytännön tuotantotyön prosessikuvauksessa ja merkittävimpien tuotannollisten haasteiden osoittamista varten aineistoa kerättiin kolmessa erillisessä 1–1,5 tuntia kestäneessä avoimessa haastattelutilanteessa. Haastattelujen vastaajat olivat yrityksen tuotannon avaintyöntekijöitä, joilla on takanaan usean vuoden kokemus tuotantotyöstä tai logistiikka-alasta. Haastattelujen olennaisimmat tiedot kirjattiin haastattelun aikana tai välittömästi haastattelun päätyttyä. Haastattelujen pituudesta johtuen varsinaista litterointia ei ollut tässä tutkimuksen osassa tarkoituksenmukaista käyttää.

Osa tutkimustyön havainnoista perustuu kirjoittajan omaan työkokemukseen tuotannon pyöräkuormaajankuljettajana touko-elokuussa vuonna x.

Tuotannon, kuljetusten ja varastoinnin tunnuslukujen selvittämiseen sekä tuotannon tehokkuutta arvioivan osuuden laskutoimituksiin käytettiin yrityksen tuotannon ja varastoinnin kirjanpitoa. Yrityksen omasta kirjanpidosta saatiin myös merkittävimpien tuotantopoikkeamien lukumäärä ja osa poikkeamiin johtaneista juurisista.

Tuotannon- ja logistiikan prosessin kuvaamisessa sekä tuotannon merkittävimpien ongelmakohtien avaamisessa etenkin haastattelujen merkitys opinnäytetyön onnistumisessa oli merkittävä. Haastatteluissa esiin nousseita ongelmakohtia ja tuotannon kirjanpidon tunnuslukuja vertaamalla pystyttiin osoittamaan keskeisimpien tuotannon haasteiden merkitys työn tuottavuuteen. Lisäksi avoimiin kysymyksiin perustuvissa haastatteluissa ilmeni uusia huomioita varsinaisten haastattelukysymysten ulkopuolelta.



## 8 LOPUKSI

Yhdyskuntajätteiden tehokkaammalla kierrätyksellä on suuri merkitys asetettujen päästötavoitteiden saavuttamisessa. Jätteiden uusiokäyttö säästää materiaalien hankkimiseen vaadittavaa energiaa sekä lisää ympäristön ja ihmisten hyvinvointia. Yrityksille materiaalien hukan vähentämisen ohella jätemateriaalin tehokkaampi hyödyntäminen uusiokäytössä on yhä etenevissä määrin kilpailukyvyn ehto. Jätealan yrityksille tämä tarkoittaa merkittävää yritystoiminnan kasvun mahdollisuuksia, jotka edellyttävät huomattavia investointeja niin laitteistojen, kehitystyön kuin uusien innovaatioidenkin muodossa.

Tämä opinnäytetyö osaltaan havainnollisti selvästi, ainakin kirjoittajalleen, ympäristöalan poikkeusteollisuuden luonteen. Opinnäytetyön suurin anti itselleni oli laajaan tausta-aineiston perehtyminen. Alan kirjallisuutta lukiessa omaa kriittistä harkintaa tulisi kuitenkin käyttää enemmän kuin muiden tieteenalojen materiaalissa. Ympäristöalan kirjallisuus on valitettavan usein asenteellisten tai poliittisten katsantakantojen värittämää.

Opinnäytetyötä edeltävänä kesänä vuonna x viettämäni aika yrityksen koneenkuljettajana oli antoisaa myös ammatillisessa mielessä. Vaikka aikaisempi logistiikka-alan työkokemukseni onkin kattava, uusia asioita opin valtavasti etenkin tuotantoon ja varastointiin liittyen. Yrityksen ilmapiirikin oli rennon kannustava ja lukuisille kysymyksilleni sain aina kattavan vastauksen, niin yritys X:n omilta, kuin työpaikan alihankkijoidenkin työntekijöiltä.

Lopuksi haluan kiittää yritystä X sen antamasta mahdollisuudesta tämän opinnäytetyön toteuttamiseksi. Oli hyvin mielenkiintoista päästä seuraamaan kuinka tuotantoprosessin kehittämistä toteutettiin käytännön päivittäisessä tuotantotyössä. Erityiskiitokset yrityksen x henkilölle x ja Kuljetusliike x:n henkilölle x pitkistä haastatteluista, joiden pohjalta saadut tiedot ja huomiot olivat tämän tutkimustyön lopputuloksen kannalta korvaamattoman arvokkaita. Suuret kiitokset myös ehtoisalle emännälleni Katjuskalle tuesta ja kärsivällisyydestä kirjoitusprosessin aikana maaliskuussa vuonna x sekä etenkin varasto-layout kuvituksen hienosta graafisesta toteutuksesta.

## LÄHTEET

Aaltoyliopisto 2021. Tuotantojärjestelmät ja organisaatiot – case-esimerkki. n. d. Viitattu 29.3.2021 [https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/1182748/mod\\_resource/content/2/Case-esimerkit%28viikko%202%29.pdf](https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/1182748/mod_resource/content/2/Case-esimerkit%28viikko%202%29.pdf).

Creswell, J. 2007. Qualitative inquiry & research design: choosing among five approaches. London: SAGE publications.

x

x

Euroopan ympäristökeskus 2019. Resurssitehokkuus ja jätteet. Viitattu 10.4.2021 <https://www.eea.europa.eu/fi/themes/waste/intro>.

x

Hakanen, P. Turun Sanomat. Talous. Eristejätteestä vahvaa betonia. 1.4.2021.

Hokkanen, S & Karhunen, J. 2014. Johdatus logistiseen ajatteluun, Jyväskylän yliopistopaino.

Häkkinen, K. 2003. Tuotannonohjaus pk-teollisuuden alihankintaprosessissa – Käytäntöjä suomalaisessa pk-konepajateollisuudessa vuonna 2003. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Viitattu 31.3.2021. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2003/T2225.pdf>.

Jyväskylän ammattikorkeakoulu 2020. Tavara-liikenneyrittäjä. Jyväskylän ammattikorkeakoulu logistiikka. Jyväskylä: Grano oy.

Lehtonen, J-M 2004. Tuotantotalous.

Logistiikan maailma 2021. Tuotannon Layout. Viitattu 11.4.2021 <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/>.

x

x

x

Martinsuo M; Mökinen S; Suomala P; Lyly-yrjänäinen J. 2016. Teollisuustalous, Otavan kirjapaino 2016,

Modig, N ja Åhlström, P 2013. Tätä on lean – ratkaisu tehokkuusparadoksiin. Rheologica publishing 2013.

x

Pouri, R. 2008. Kuljetukset ja varastointi, Saarijärven Offset Oy.

x

Sachs, J 2015. The age of sustainable development. Columbia University Press.

x

Suomen virallinen tilasto (SVT): Jätetilasto verkkojulkaisu ISSN=1798-775X. Helsinki. Viitattu 9.4.2021 <http://www.stat.fi/til/tene/index.html>.

Suomen virallinen tilasto (SVT):Jätetilasto verkkojulkaisu ISSN=1798-3339. Helsinki. Viitattu 9.4.2021 <http://www.stat.fi/til/jate/index.html>.

Tapaninen U 2018, Logistiikka ja liikennejärjestelmät. Gaudeamus.

Teknolohiateollisuus. n. d. Circular Economy business models for Finnish SMEs in the manufacturing industries provided by Sitra, Technology Industries of Finland and Accenture Strategy. Viitattu 10.4.2021. [https://teknolohiateollisuus.fi/sites/default/files/inline-files/20180919\\_Circular%20Economy%20Playbook%20for%20Manufacturing\\_v1%200.pdf](https://teknolohiateollisuus.fi/sites/default/files/inline-files/20180919_Circular%20Economy%20Playbook%20for%20Manufacturing_v1%200.pdf).

Tikka J 2017. Ostotoiminta. Books On Demand.

Tilastokeskus 2021. Viitattu 7.4.2021 [https://www.stat.fi/tup/vl2010/art\\_2011-12-16\\_001.html](https://www.stat.fi/tup/vl2010/art_2011-12-16_001.html).

Tokola H 2015. Miten LEAN-työkaluilla saadaan lyhennettyä läpäisyäikää. Viitattu 22.2.2021 [https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/163568/mod\\_folder/content/0/Kon-15\\_4199\\_1](https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/163568/mod_folder/content/0/Kon-15_4199_1).

Turun yliopisto 2018. Turun yliopiston logistiikkaselvitys. Viitattu 10.4.2021 [http://www.ytl.fi/files/146/Turun\\_yliopiston\\_Logistiikkaselvitys-2018-FINAL.pdf](http://www.ytl.fi/files/146/Turun_yliopiston_Logistiikkaselvitys-2018-FINAL.pdf).

United Nations Human Settlements Programme 2012-2021. Viitattu 9.4.2021 <https://unhabitat.org/topic/energy>.

Valtioneuvosto 2021. Hiilineutraali ja luonnon monimuotoisuuden turvaava Suomi. Viitattu 8.4.2021 <https://valtioneuvosto.fi/marinin-hallitus/hallitusohjelma/hiilineutraali-ja-luonnon-monomuotoisuuden-turvaava-suomi>.

Valtioneuvoston kanslia 2021. Viitattu 8.4.2021 <https://kestavakehitys.fi/kestava-kehitys>.

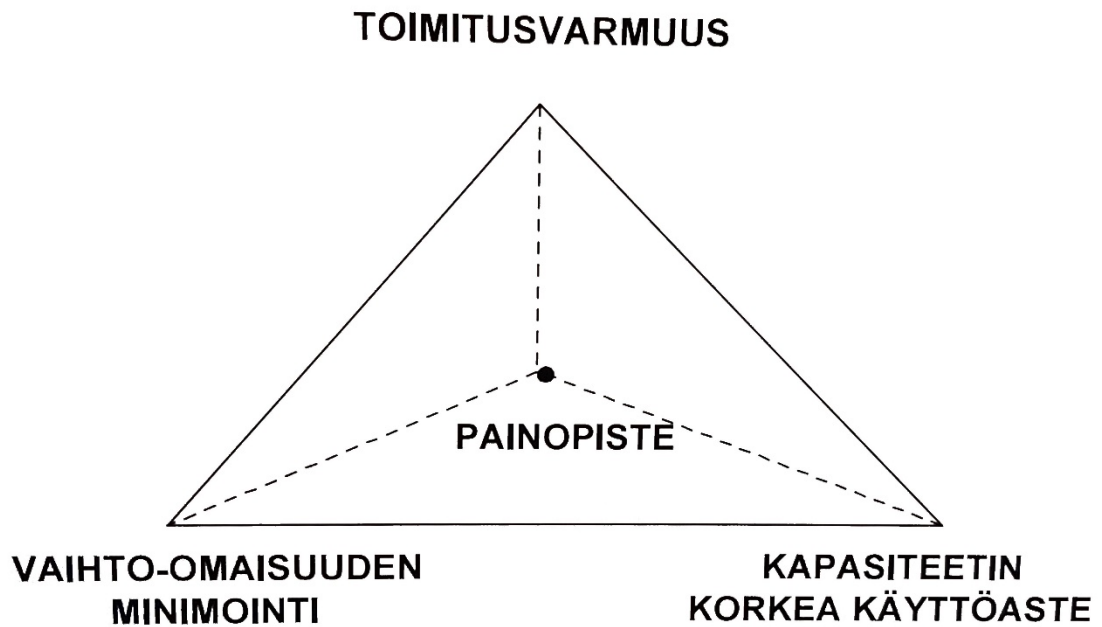
## **Haastattelukysymykset työntekijöille**

**Haastattelukysymykset henkilölle x ajankohtana x ja x**

**Haastattelukysymykset henkilölle x ajankohtana x.**

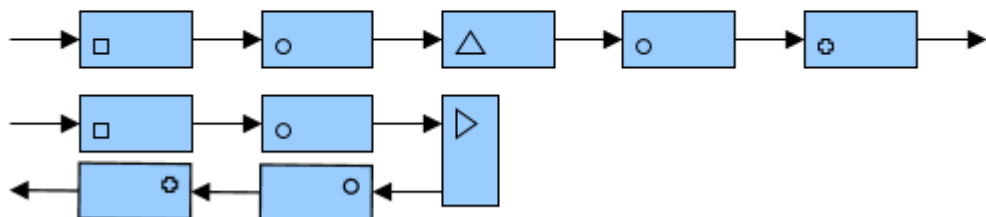
## Kuvat

Kuva 1. Tuotannonohjauksen tavoitteet (Häkkinen 2003, 16)



Kuva 2. Tuotantolinja layout. (Logistiikan maailma 2021)

## Tuotantolinja





Kuva 3. Tuotannon pyöräkuormaaja x syöttää materiaalia kuljettimelle. (Kuva poistettu.)

Kuva 4. Tuotannon pihatrukki. (Kuva poistettu.)

Kuva 5. Saapuvaa materiaalia käsitellään kaivinkoneella. (Kuva poistettu.)

Kuva 6. Tuotannon varastojärjestelyt kesällä x. Kuvitus Katja Korkiamäki. (Kuva poistettu.)

Kuva 7. Raskaan alitteen loppulajittelupiste tuotantolaitoksen pihalla. (Kuva poistettu.)