



jamk

Arvovirran kartoitus logistiikkakeskussa

Emma Korhonen

Opinnäytetyö, AMK

Huhtikuu 2024

Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma

Korhonen, Emma

Arvovirran kartoitus logistiikkakeskuksessa

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Tammikuu 2024, 42 sivua

Tekniikan ala. Logistiikka-tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Opinnäytetyö tutkii materiaalivirtoja toimeksiantajayrityksen logistiikkakeskuksella. Tarkoituksena oli paikantaa, mitkä materiaalivirrat kuluttavat eniten yrityksen resursseja. Lisäksi haluttiin selvittää mitkä tuoteryhmät vaativat vähemmän resursseja ja miten resurssihukkaa voidaan minimoida. Saatujen tutkimustulosten avulla yrityksen on mahdollista kehittää toimintaansa tulevaisuudessa.

Tutkimus toteutettiin työaikamittausten avulla. Materiaalivirtoja kelloitettiin logistiikkakeskuksessa. Mittaustuloksista luotiin materiaalivirtakaaviot ja arvovirtakuvaukset. Näiden avulla analysoitiin tuloksia ja nostettiin esille olennaisia asioita. Mittausten ja nostojen avulla toimeksiantajan on mahdollista aloittaa suurempi tutkimusprojekti, jolla toimintaa kehitetään. Ajatuksena on, että yritys kykenee työn tarjoamien tietojen avulla paikantamaan ne materiaalivirrat, jotka sisältävät eniten hukkaa. Lisäksi yrityksen on mahdollista paikantaa ne virrat, jotka eivät kaipaa muutosta ja kannattaa säilyttää muuttumattomina kehitysprosessin ohella.

Materiaalivirtojen tehokkuuksien välillä havaittiin eroja. Analyysin avulla löydettiin ja nostettiin esille niin ongelmakohtia kuin toimivia virtauksia. Esille nostettiin tuoteryhmiä, joiden tarkastelu yrityksen toimesta on suositeltavaa. Projektin avulla tarjottiin kehitysehdotuksia tuotesijoitteluun, siirtojen tehostamiseen, kaluston käyttöönottoon ja tutkimuksen jatkamiseen. Työaikamittauksilla voidaan pohjustaa tulevaisuuden muutosprosessia. Näin ollen työ vastaa asetettuihin tavoitteisiin.

Avainsanat (asiasanat)

Arvovirtakuvaus, Lean, Logistiikka, Materiaalivirta, Otantatutkimus, Pirkanmaa, Työaikatutkimus

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

-

Korhonen, Emma

Value stream mapping at the logistics center

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, January 2024, 42 pages

Degree Programme in logistics. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The thesis is research about material flows at the logistics center of the mandator company. The purpose was to locate the material flows that consume most of the company's resources. In addition, the intention was to find out which product groups require fewer resources and how waste of resources could be minimized. With the help of the obtained research results it is possible for the company to develop their operations in the future.

The study is based on working time measurements. Material flows were timed in the logistics center. Material flow diagrams and value stream mapping were created with the results of the measurements. With the visual help the results were analyzed, and some relevant issues were brought up. With this information the mandator company can start larger research and project to develop the operations. The main idea is that with the help of the thesis, the company can locate the material flows that are the most wasteful and thus develop these flows. In addition, the company can locate flows that are working well and make sure that these are not affected negatively by the project.

Differences between the efficiencies of the material flows were detected. The analysis made it possible to find and highlight the problem areas and functioning flows. Product groups that should be inspected by the company are highlighted for the mandator. The project offers development ideas for product placement, making transfers more efficient, usage of equipment and continuing the research. Working time measurements can be used as a foundation for the development process in the future. Thus, the project meets the set goals.

Keywords/tags (subjects)

Lean, Logistics, Material flow, Sample survey, Value stream mapping, work time measurements

Miscellaneous (Confidential information)

-

Sisältö

1	Johdanto	4
1.1	Työn tavoite ja tutkimuskysymykset	4
1.1.1	Tutkimusmenetelmät	5
2	Lean-johtaminen sisälogistiikassa	6
2.1	Lean	6
2.2	Materiaali- ja informaatiovirta	6
2.3	Arvovirtakuvaus	6
3	Sisälogistiikan prosessit	8
3.1	Vastaanotto ja varastointi	8
3.2	Keräily ja sisäiset siirrot	8
3.3	Lastaus	9
4	Tilastotiede	10
4.1	Perusjoukko ja otos	10
4.2	Keskiluvut	10
5	Työaikamittaus	12
6	Työnkulku	13
6.1	Mittauskäytäntö	13
6.2	Analysointimenetelmä	15
7	Nykytila-analyysi	17
7.1	Materiaalivirrat	17
7.2	Mittaustulokset	18
7.3	Mittaustulosten tarkastelu	18
7.3.1	Vastaanoton tulokset	19
7.3.2	Keräilyn tulokset	20
7.3.3	Asennukseen keräilyn tulokset	20
7.3.4	Lastauksen tulokset	21
7.4	Mittaustulosten analysointi	21
7.4.1	Prosessien analysointi	22
7.4.2	Tuoteryhmien analysointi	23
7.5	VSM	25
7.5.1	Varaston kierto nopeus	26
7.5.2	Asennusajat ja muut työvaiheet	27
7.5.3	Virtausten aikavertailut tuoteryhmien sisällä	28

7.5.4	Esimerkit	30
8	Kehitysehdotukset.....	34
8.1	Tuoteryhmäkohtaiset suositukset optimointiin.....	34
8.2	Tuoteryhmien tehokas sijoittelu	34
8.3	Vastaanottolaiturin S9.2 käyttöönotto	35
8.4	Keräilyn ja siirtojen tehostaminen	36
8.5	Varastointiajat	37
9	Pohdinta.....	38
	Lähteet	40
	Liitteet	42
	Liite 1. Mittaustulokset – salattu	42
	Liite 2. Mediaanit	42
	Liite 3. Mediaanit (korjattu)	42
	Liite 4. Tulokset – salattu	42
	Liite 5. VSM -salattu	42
	Liite 6. Lähetystiedot-salattu.....	42
	Liite 7. Asennusajat -salattu	42
	Kuviot	
	kuvio 1. tutkimuskysymykset.....	5
	Kuvio 2. pelkistetty prosessikaavio	14
	Kuvio 3. materiaalivirta, tuoteryhmä B.....	17
	Kuvio 4. kaikki materiaalivirrat	18
	Kuvio 5. VSM-pohja.....	25
	Kuvio 6. VSM, ryhmä A.....	27
	Kuvio 7. VSM, ryhmä O	30
	Kuvio 8. VSM, ryhmä I	31
	Kuvio 9. VSM, ryhmä X.....	32
	Kuvio 10. VSM, ryhmä D.....	33
	Kuvio 11, Vastaanotto S9.2	36
	Taulukot	
	Taulukko 1. nostot	22
	Taulukko 2. varaston saldo ja kierto	28

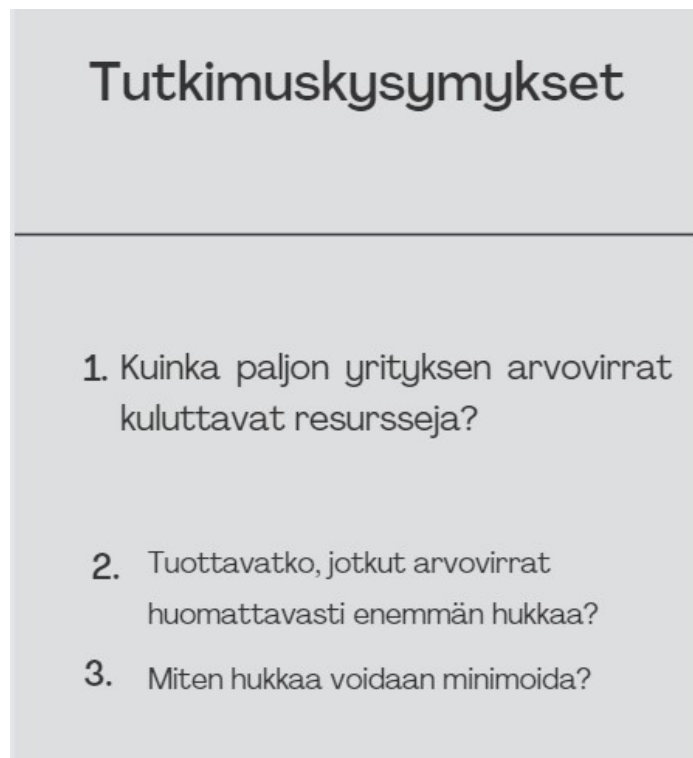
Taulukko 3. Materiaalivirrat.....	29
-----------------------------------	----

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa toimeksiantajayrityksen logistiikkakeskuksen materiaalivirtausta ja selvittää näiden avulla virtojen ongelmakohtia. Lisäksi on mahdollista selvittää, mitkä materiaalivirrat toimivat hyvin. Aihe valittiin yhdessä toimeksiantajan kanssa ja yrityksen tarve tälle tutkimukselle oli suuressa osassa aiheenvalinnassa. Logistiikkakeskuksen materiaalivirroissa on kehityspotentiaalia. Tutkimuksen avulla on mahdollista saavuttaa kustannustehokkaampi toimitusketju ja varastonhallinta hukan paikantamisen ja minimoimisen avulla. Toimeksiantaja voi säästää resursseja, kuten aikaa, kalustoa ja työntekijäkustannuksia. Näin yritys voi myös vastata asiakkaiden tarpeisiin joustavammin ja säästöjen avulla voidaan edelleen kehittää yrityksen toimintaa. Tutkimus tuo hyötyä toimeksiantajayrityksen lisäksi sellaisille yrityksille, jotka voivat hyödyntää työtä esimerkiksi omien materiaalivirtojen parantamisessa. Työn toimeksiantaja on keski-suuri logistiikka-alan yritys. Tässä työssä käsiteltävä toimipiste sijaitsee Etelä-Suomessa. Yrityksen muut tiedot, sekä tätä opinnäytetyötä varten kerätty aineisto, on salattu.

1.1 Työn tavoite ja tutkimuskysymykset

Työssä tutkitaan yrityksen logistiikkakeskuksen arvovirtoja ja selvitetään, kuinka paljon milläkin tuoteryhmällä kuluu aikaa sekä muita resursseja niiden virratessa logistiikkakeskuksen läpi. Työn tutkimuskysymykset näkyvät kuviossa 1 (tutkimuskysymykset). Ensimmäinen kysymys on päätutkimuskysymys, johon työssä pyritään pääasiassa vastaamaan. Kaksi muuta tutkimuskysymystä antavat tukea työn rajaukseen ja suuntaan. Työ on rajattu 16 tuoteryhmään, jotka sisältävät useita eri nimikkeitä. Tutkimuksessa keskitytään tuotteisiin tuoteryhmäkohtaisesti eikä yksittäisiä tuotteita käsitellä.



kuvio 1. tutkimuskysymykset

1.1.1 Tutkimusmenetelmät

Tämä opinnäytetyö on interventiotutkimus, eli sillä tavoitellaan muutosta. Tutkijana en tule olemaan osana muutosprosessia, vaan tarjoan dataa ja luon pohjan mahdolliselle prosessille. Työssä käytetään kvalitatiivisia ja kvantitatiivisia menetelmiä ja ote työhön on tutkimuksellinen. Näin olen työ on kehittämistutkimus. (Kananen 2017, 10–18.) Työssä hyödynnetään enemmän kvantitatiivisia menetelmiä, jotka liittyvät datan keräämiseen ja sen analysointiin. Kvalitatiivinen osa on mittauksien aikana tehtävä havainnointi ja työntekijöiden kertomuksien hyödyntäminen.

Tutkimus tehdään työaikamittauksilla. Mittaukset kohdentuvat materiaaalivirtoihin eikä niillä mitata työntekijöiden tehokkuutta. Yrityksellä ei ole valmiina tutkimuksessa tarvittavaa dataa, joten tämä työ keskittyy suurilta osin aineistonkeruuseen otantatutkimusmenetelmällä. Aineiston kerääminen eli työaikamittaus rajataan ja suunnitellaan opinnäytetyön työmäärää vastaavaksi. Mittaustuloksien avulla luodaan arvovirtakuvaukset tuoteryhmittäin.

2 Lean-johtaminen sisälogistiikassa

2.1 Lean

Lean on ajattelumalli ja prosessi, jonka tarkoituksena on luoda tarvittavaa lisäarvoa käyttämällä vähemmän resursseja ja luomalla vähemmän hukkaa. Hukalla tarkoitetaan erilaisten resurssien tuhlaamista. Hukkaa muodostuu kaikista materiaalivirran vaiheista, kun materiaalivirrat eivät virtaa parhaalla mahdollisella tavalla. Hukka voi olla mikä tahansa resurssi, kuten työaika, ja sitä voi ilmetä missä vain työvaiheessa, kuten varastoinnin tai kuljetuksen aikana. (Skhmot 2017.)

Jatkuvalla Lean-työkalujen käytöllä tavoitellaan täydellistä arvoa, joka ei luo ollenkaan hukkaa. Lean on jatkuvaa kehittämistä ja tarkoituksena on käyttää Lean-prosesseja kerta toisensa jälkeen. Ajattelumalli on asiakaslähtöinen ja sen avulla on tarkoitus tarjota lisäarvoa asiakkaalle. Ensimmäinen askel työkalua hyödynnettäessä on hukan olemassaolon tunnistaminen ja sen löytäminen. *Value stream mapping*, joka tunnetaan myös lyhenteellä VSM on yksi tehokas tapa nähdä missä hukkaa muodostuu. (Skhmot 2017.)

2.2 Materiaali- ja informaatiovirta

Materiaalivirralla tarkoitetaan kaikkia niitä toimintoja, jossa tuotteet liikkuvat. Näitä ovat esimerkiksi tuotteiden kuljetus, varastointi sekä sisäiset siirrot. Toimiva materiaalivirta mahdollistaa lyhyet toimitusajat. Toimivaa materiaalivirtaa ei ole mahdollista luoda ilman informaatiovirtaa. Informaatio- eli tietovirta tarkoittaa kaikkea sitä tietoa, joka mahdollistaa tuotteen liikkumisen oikeaan paikkaan ajallaan. Näitä tietoja ovat muun muassa tuote-, lähetys-, varastointi- ja kuljetustiedot. (Tieto- raha ja materiaalivirrat n.d.)

2.3 Arvovirtakuvaus

Arvovirralla tarkoitetaan kaikkia niitä toimenpiteitä, joita vaaditaan tuotteen toimittamiseen asiakkaalle. Nämä toimenpiteet voivat olla arvoa lisääviä tai ei-arvoa lisääviä. Arvovirtakuvaus eli VSM on yksi Lean-työkalu, jonka avulla voidaan lisätä arvoa ja eliminoida hukkaa. Tämä työkalu auttaa ymmärtämään niin materiaali- kuin informaatiovirtausta, kun tuote liikkuu arvovirran läpi. Tarkoituksena on tehdä graafinen mallinnus eli arvovirtakartta jokaisesta prosessista, jonka läpi tuote kulkee nykytilassa. Nykytilan mallinnuksen pohjalta voidaan luoda kartoitus, joka on ideaali tai

paranneltu versio tulevaisuuden virroista. Arvovirtakuvaus on kuitenkin vain tekniikka, jonka avulla visualisoidaan tilanteita. Tärkeintä on luoda arvoa lisäävä virtaus. (Rother & Shook 1999, 3, 13–15.)

Rotherin ja Shookin (1999, 22) mukaan arvovirtakuvauksen luomisen prosessi alkaa tutkittavien tuoteperheiden valitsemisella, jonka jälkeen luodaan kuvaus nykytilanteesta. Seuraavaksi tehdään kartoitus tulevaisuuden tilanteesta ja lopuksi tehdään toimintasuunnitelma ja ryhdytään muutosprosessiin.

3 Sisälogistiikan prosessit

Kaikki seuraavat prosessit sisältävät niin materiaali- kuin informaatiovirtoja. Tässä työssä tarkastellaan logistiikkakeskuksen sisäisiä virtoja vastaanotosta lähetykseen. Prosessien välillä yrityksen informaatiovirta liikkuu varastonhallintajärjestelmän kautta. Ohjelmisto on kaikkien työntekijöiden käytössä.

3.1 Vastaanotto ja varastointi

Yrityksen vastaanottoprosessiin sisältyy kuorman purkaminen vastaanottoalueelle, tuotteiden nostaminen lavoille, tuotteiden siirtäminen niille osoitetuille paikoille sekä uusien tyhjiä lavojen vieminen vastaanottoalueelle.

Kuorman purkaminen ja tuotteiden siirtäminen lavoille tapahtuu trukin avulla tai käsin, riippuen tuotteesta. Tuotteiden varastointi tapahtuu vasta kun vastaanottoalueella on sovittu määrä samaa tuotetta eli täysi lava. Näin ollen tuotteita saatetaan kerätä useammasta kuormasta vastaanottoalueelle ennen varastointia. Yksittäisten tuotteiden varastointi olisi tehotonta tuotteiden koon, varastorakennuksen tyyppin sekä varastointitavan vuoksi.

Vastaanoton työntekijät saavat tiedon kuorman saapumisesta puhelimitse. Kun auto on tyhjenetty vastaanottoalueelle ja tuotteet siirretty lavoille, ne kirjataan WSM-järjestelmän kautta saapuneiksi sekä luodaan järjestelmään tiedot lavoista. Tuotteille tulostetaan lavakohtaiset viivakoodit ja työntekijä tarkistaa mille paikalle tuotteet varastoidaan. Tämän jälkeen järjestelmään kirjataan varastoitujen tuotteiden määrät ja valitut varastopaikat.

3.2 Keräily ja sisäiset siirrot

Keräilyprosesseja on kahta tyyppiä. Keräily arvoalisäävään toimenpiteeseen, kuten asennukseen keräily, sekä valmiiden tuotteiden keräily lähetysalueelle. Optimaalisessa tilanteessa asentajat eivät itse suorita keräilyä tai siirrä tuotteita missään työvaiheessa. On kuitenkin tyypillistä, että osa siirroista on asentajan vastuulla. (Sisälogistiikka intralogistics n.d.)

Keräily tapahtuu toimeksiantajan logistiikkakeskuksella trukin avulla. Tuotteet kerätään niiden varastopaikoilta joko suoraan lähetysalueelle tai asennukseen, eli arvoa tuottavaan toimenpiteeseen. Sekä asennettuja, että asentamattomia tuotteita lähetetään asiakkaille. Myöskään toimeksiantajan logistiikkakeskuksella asentajat eivät tyypillisesti kerää tuotteita itse, vaan erillinen työntekijä on vastuussa tuotteiden keräämisestä. Tiettyjen tuotteiden keräily on kuitenkin osa asentajien työnkuvaa.

Asennuksen jälkeen tuotteet siirretään trukin avulla niiden uusille varastopaikoille asentajan toimesta. Asentaja pakkaa tuotteet lavoille ennen siirtoa. Tämä on tavanomainen tapa toimia, vaikka asentajan tekemiä sisäisiä siirtoja olisi yleisesti ottaen hyvä välttää, sillä siirrot vähentävät kallista asennusaikaa (Sisälogistiikka intralogistics n.d.).

Keräykset vapautetaan työntekijöiden valittaviksi työnjohdon toimesta yleensä aamuisin. Vapautettavat työt ovat tavanomaisesti seuraavan päivän lähetyksiä. Kerättävät listat ovat vapautuksen jälkeen WSM-järjestelmän kautta näkyvissä keräilijöille. Työntekijä saa informaation tuotteesta, kerättävästä määrästä ja tuotteen varastopaikasta. Lisäksi järjestelmässä näkyy mille lähetysalueelle tuote on kerättävä. Tuotteet kuitataan kerätyksi viivakoodeilla lava kerrallaan ja informaatio lastausvalmiista tilauksista siirtyy takaisin työnjohdolle.

3.3 Lastaus

Tuotteisiin saatetaan kiinnittää mukaan lisävarusteita, jos asiakas on niin toivonut. Kun tuote on kerätty lastausalueelle, yrityksen työntekijät lastaavat tuotteet lastausyksikköön yksitellen. Lastaus voi tapahtua asentamattomien tuotteiden kohdalla käsin tai trukin avustuksella.

Lastauksesta vastuussa olevat työntekijät saavat tiedon lastausalueesta ja lastattavista tuotteista työnjohdolta. Lastattavat tuotteet merkataan WSM-järjestelmän kautta lastatuiksi viivakoodilla lava kerrallaan. Kun kaikki tuotteet on lastattu, lastaus kuitataan vielä kokonaisuutena.

4 Tilastotiede

Tilasto on numeerinen aineisto, jota voidaan hyödyntää tilastollisessa tutkimuksessa. Tilastotiede on työkalu suunnitella, kerätä, järjestää, tulkita ja analysoida tietoa sekä tehdä tieteellisiä päätelmiä. Kerätyn tiedon tulkinta on induktiivista, eli osajoukon tuloksia voidaan hyödyntää koko perusjoukon tutkimisessa. (Gustafsson n.d., 3.)

4.1 Perusjoukko ja otos

Perusjoukko tai populaatio on tutkimuksen kohteena oleva joukko kokonaisuudessaan. Osajoukko eli satunnaisotos on kerätty näyte perusjoukosta. Gustafssonin (n.d., 74) mukaan otos on satunnainen vain, jos jokaisella perusjoukon alkiolla eli tutkimusobjektilla on tunnettu positiivinen todennäköisyys tulla valituksi otokseen. Tilanteessa, jossa tietoa ei kerätä perusjoukon kaikista alkiosta, on kyseessä otantatutkimus. (peruskäsitteet tutuiksi n.d.)

Otoksella tarkoitetaan perusjoukosta kerättyä näytettä, joka voi edustaa koko joukon tuloksia (Peruskäsitteet tutuiksi n.d.). Analyysi perustuu täysin kerättyyn dataan, joten on tärkeää varmistaa, että otos vastaa perusjoukkoa. Lisäksi on hyvä varmistaa, että data on kerätty huolellisesti laadukkaana tutkimuksen saavuttamiseksi.

4.2 Keskiluvut

Valittaessa aineiston analysointimenetelmää, on hyvä huomioida kaikki vaihtoehdot datan käsitteelyyn. Perinteisimpiä tapoja keskiluvun kartoittamiseen ovat keskiarvon, mediaanin ja moodin laskeminen. (Gustafsson n.d., 20.)

Aritmeettinen keskiarvo, eli havaintojen summa jaettuna niiden lukumäärällä, on helpoin tapa laskea keskiluku. Keskiarvon ongelmana on kuitenkin se, että poikkeavuudet datassa heilauttavat keskiarvoa herkästi. Yksittäiset poikkeukselliset mittaukset muuttavat keskiarvoa, eikä tulos ole tästä syystä aina tarkka. Moodi, joka tunnetaan myös tyyppiarvona, kertoo arvon, jota esiintyy aineistossa useimmin. Mediaani eli keskusarvo paljastaa millä arvolla on yhtä paljon sitä pienempiä, että suurempia arvoja. Sen vahvuus piilee siinä, että poikkeukselliset mittaustulokset eivät yhtä herkästi vaikuta sen avulla saatuihin tuloksiin. Lisäksi se on helposti ymmärrettävissä. (Gustafsson

n.d., 24.) Käytän tässä työssä mediaanien avulla saatuja arvoja sekä aritmeettista keskiarvoa laskennassa. Moodi ei ole sopiva tapa tutkia tämän työn aineistoa, koska se sisältää mittauksien välisiä aikaeroja, joita ei voi analysoida kappalemäärittäin.

5 Työaikamittaus

Tutkimuksessa on mahdollista hyödyntää olemassa olevaa tai tutkijan itse mittaamaa dataa. Jos tutkija suorittaa mittaukset itse, on kerättävä materiaali rajattava huolellisesti, jotta vältetään ylimääräiseltä työltä. Tutkimuksessa tulee huomioida myös tutkimuksen laatu. Tätä on mahdollista arvioida validiteetin ja reliabiliteetin avulla. (Aineiston kerääminen ja tutkimusmenetelmät n.d.) Validiteetti kertoo, mitataanko tutkimuksessa juuri sitä ominaisuutta, mikä on työn kannalta oleellista (Validiteetti n.d.). Reliabiliteetti kertoo, onko tutkimus toistettavissa luotettavalla tavalla (Reliabiliteetti n.d.). Validiteettia lisää esimerkiksi muuttujien minimointi, teorian ja aineiston välisen yhteyden selventäminen, otoksen laajuus, tutkijan objektiivisuus ja laadukas teoriapohja. Reliabiliteettia lisää toimivien mittareiden ja tilastollisten työkalujen monipuolinen käyttö sattuman minimoimiseksi. (Aineiston kerääminen ja tutkimusmenetelmät n.d.)

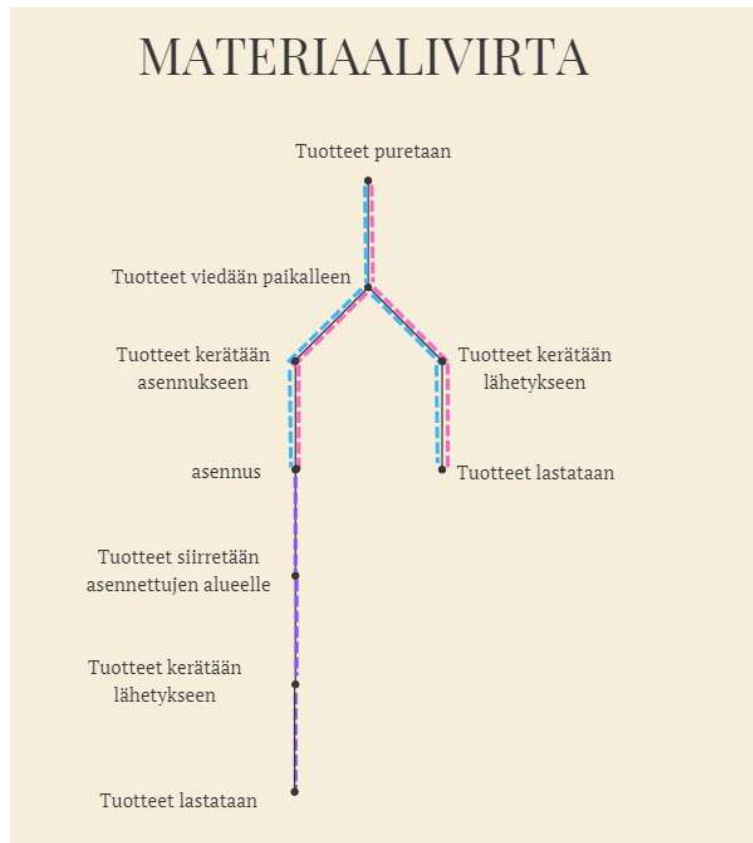
Otantatutkimusta käytetään, kun tutkittava joukko on niin suuri, että sen rajaaminen on tutkimuksen tekemisen kannalta välttämätöntä. Otokseen voi vaikuttaa muun muassa tutkijan käytössä olevat resurssit, tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen ajankohta. (Aineiston kerääminen ja tutkimusmenetelmät n.d.) Tämän tutkimuksen perusjoukko on niin suuri, että sitä on mahdotonta tutkia kokonaan käytössä olevilla resursseilla. Näin ollen työaikamittauksissa kerätään näyte, eli otanta, jota on mahdollista hyödyntää koko perusjoukon tarkastelemisessa. Satunnaisotoksen kriteerit täyttyvät, sillä tutkimukseen valitut tuotteet tuoteryhmien sisältä ovat sattumanvaraisia ja perustuvat menekkiin. Käytännössä alkioden todennäköisyys tulla mitatuksi on positiivinen, mutta tarkkaa todennäköisyyttä ei tiedetä. (Gustafsson n.d., 74.)

6 Työnkulku

Mitattavat tuoteryhmät valittiin yrityksen toimesta ja mittauksia alettiin tekemään prosessin mukaisessa järjestyksessä alkaen vastaanotosta. (ks. kappale 3, Sisälogistiikan prosessit). Mittauksissa tutkitaan materiaalivirtoja ja tulokseksi saatu aika ilmaisee tuotteen liikkeelläoloaika. Ajanotto aloitetaan, kun tuote nostetaan trukilla ilmaan tai sitä liikutetaan käsin ja lopetetaan kun tuote on laskettu sille tarkoitetulle paikalle. Otoksia kerättiin yhteensä noin 400 kappaletta. Otokset jakaantuvat tuoteryhmien välille niiden virtausten mukaisesti. Mitä suurempi tuoteryhmä ja mitä enemmän kyseisen ryhmän tuotteita liikkui mittauksien aikana, sitä laajempi otos saatiin. Tuoteryhmien välillä on näin ollen vaihtelua. Tavoitteena oli saada mahdollisuuksien mukaan neljän otoksen minimi jokaisesta prosessista tuoteryhmä kohtaisesti. Esimerkkinä, vastaanotosta tavoiteltiin vähintään neljää otosta jokaiselle tuoteryhmälle.

6.1 Mittauskäytäntö

Työaikamittaukset tehtiin kuudelletoista tuoteryhmälle. Tuoteryhmät on nimetty työssä kirjaimilla A:sta O:hon ja 16. tuoteryhmä on ryhmä X. Viisitoista ensimmäistä tuoteryhmää sisältävät yrityksen päävientituotteet ja ryhmä X sisältää vientituotteisiin asennettavia tuotteita, joita asiakkaiden on kuitenkin mahdollista tilata myös sellaisenaan ilman asennusta. Otokseen vaikuttivat asiakkaiden vaihtelevat tilaukset mittauksia tehdessä. Ennen mittauksia päätettiin vain laajemmat tuoteryhmät, joten yksittäiset mitatut tuotteet ovat sattumanvaraisia. Mittaukset tehtiin seitsemälle eri työvaiheelle, jotka näkyvät kuviossa 2 (pelkistetty prosessikaavio).



Kuvio 2. pelkistetty prosessikaavio

Osa tuotteista on sijoitettu sekapaikoille. Tämä tarkoittaa sitä, että samalla varastopaikalla varastoidaan useampia eri nimikkeitä. Tämän takia työntekijä on saattanut joutua siirtämään toisen tuotteen pois kerättävän tavaran tieltä. Tätä työvaihetta ei sisällytetä mitattavaan aikaan. Mittaus aloitetaan vasta, kun kerättävänä olevaa tuotetta käsitellään.

Tuoteryhmien virtauksien väliset erot olivat suuria ja tarkoituksena oli tehdä mittauksia sen mukaan, kun tavaraa liikkuu. Tuotteista, joiden virtaus oli raskaampaa, otettiin huomattavasti enemmän mittauksia, kuin suunniteltu vähimmäismäärä oli. Tavoitteena oli vähintään neljä otosta tuoteryhmää ja prosessia kohti. Poikkeuksia olivat asennettujen tuotteiden siirto asennettujen alueelle, niiden keräily lähtevien alueelle sekä näiden tuotteiden lastaus. Näissä vaiheissa tuoteryhmällä ei ole juurikaan merkitystä siirto- tai lastausaikaan. Mittauksia tehtiin vain muutamia ja näitä tuloksia käytettiin kaikkia tuoteryhmiä analysoidessa.

Tutkimuksen edetessä kävi ilmi, ettei kaikkia tuoteryhmiä saatu kellotettua tarpeeksi. Mittauksia tehtiin pääosin työtehtävien ohella, mutta osa niistä on simuloituja. Simuloiduissa mittauksissa jäljiteltiin todellista materiaalivirtaa kellottamalla satunnaisesti valittuja siirtoja. Työntekijä siirsi

tuotteita ikään kuin ne olisivat kulkemassa materiaalivirran läpi, mutta mittauksen jälkeen tuotteet siirrettiin takaisin lähtöpisteeseen. Simuloidut otokset sekoitettiin muiden tulosten joukkoon. Osaa mittauksista ei simuloitu, vaan niissä hyödynnettiin jo olemassa olevaa dataa toisesta tuoteryhmästä. Tämä on mahdollista silloin, kun materiaalivirtaukset eri tuoteryhmien välillä vastaavat toisiaan.

6.2 Analysointimenetelmä

Dataa voidaan esittää työssä keskiarvoina ja mediaaneina. Mediaanin laskeminen on tarkempi tilanteissa, jossa mittausten välillä on suuria heittoja tai muutama mittaustulos on huomattavasti muista poikkeava. Täten yksittäiset poikkeukset eivät saa yhtä paljon painoarvoa kuin keskiarvolaskennassa.

Analysointiin valitsin mediaanien tutkimisen, sillä niiden avulla on mahdollista löytää helposti tarkastelun tarpeessa olevia yksityiskohta ja tehdä datasta nostoja. Mediaanien tukena on hyödynnetty keskiarvoja, jos se on ollut tarpeellista. Saatujen tulosten avulla on muodostettu VSM-kaaviot. Mediaanien ja kaavioiden avulla on mahdollista nähdä, kuinka paljon resursseja kunkin tuoteryhmän materiaalivirrat kuluttavat. Tärkeimpänä tekijänä huomioidaan aika, joka ilmaisee muidenkin resurssien käyttöä. Nykytila-analyysissa on tarkoituksena nostaa esille ne virrat, jotka kuluttavat eniten resursseja ja kaipaavat näin ollen yrityksen huomioita. Lisäksi informaatio hyvin toimivista virroista on hyödyllinen uusien virtojen suunnittelussa.

Toimeksiantajan on kannattavaa analysoida tämän opinnäytetyön tuloksia tarkemmin. Datan tilastolliseen tarkasteluun kannattaa käyttää sellaisia työkaluja, jotka antavat tarkempaa dataa automatisoidusti. Tähän tarkoitukseen sopii esimerkiksi SPSS-ohjelmisto tai Survo tietojenkäsittelyjärjestelmä (Vilkkä 2007, 7).

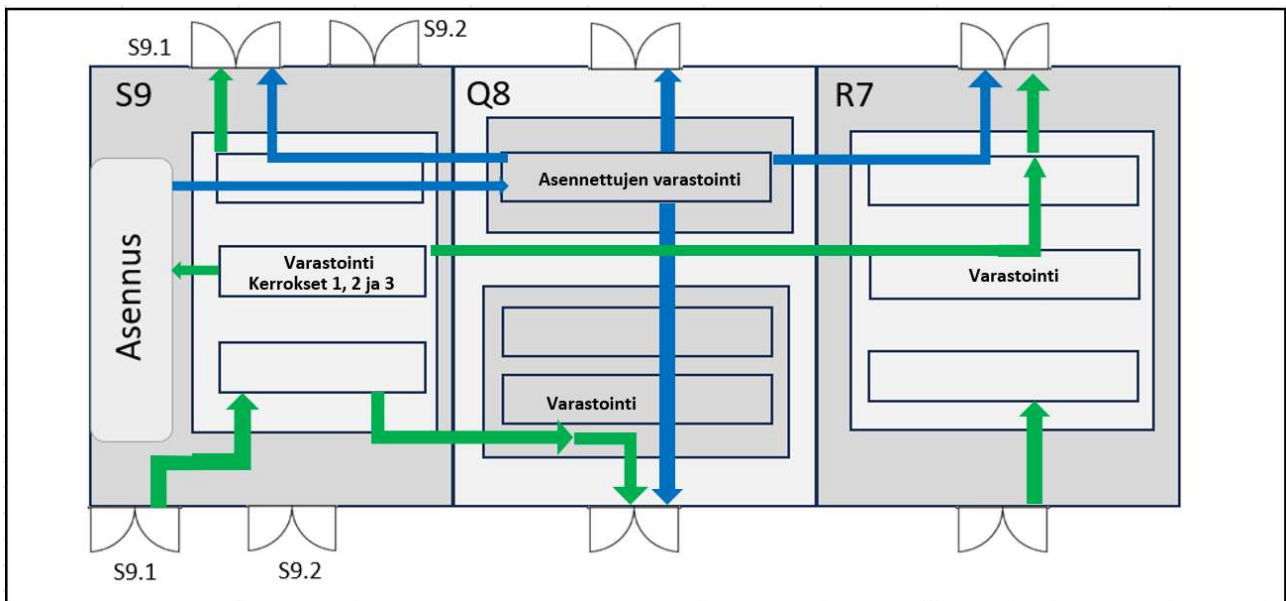
Analyysin aikana varastointitiloista puhutaan nimikkeillä Q8, S9 ja R7. Varasto S9 on kolmikerroksinen, joten sen kerrokset eritellään työssä S9.1, S9.2 ja S9.3 kerroksien mukaisesti. Lisäksi esimerkiksi merkinnöillä R7-R7 tarkoitetaan varastotilan sisäisiä siirtoja ja Q8-R7 varastojen välillä tapahtuvia siirtoja. Varastossa tapahtuu useita eri keräilytapahtumia. ”Keräilyllä” viitataan asentamattomien tuotteiden keräilyyn lähetysalueelle. Asennuksen kautta kulkevan materiaalivirran keräilyssä käytän termejä ”keräily asennukseen”, johon sisältyvät tuotteet kerätään

asentamoon sekä ”asennettujen keräily”, joka viittaa lähetysalueelle siirrettäviin asennettuihin tuotteisiin.

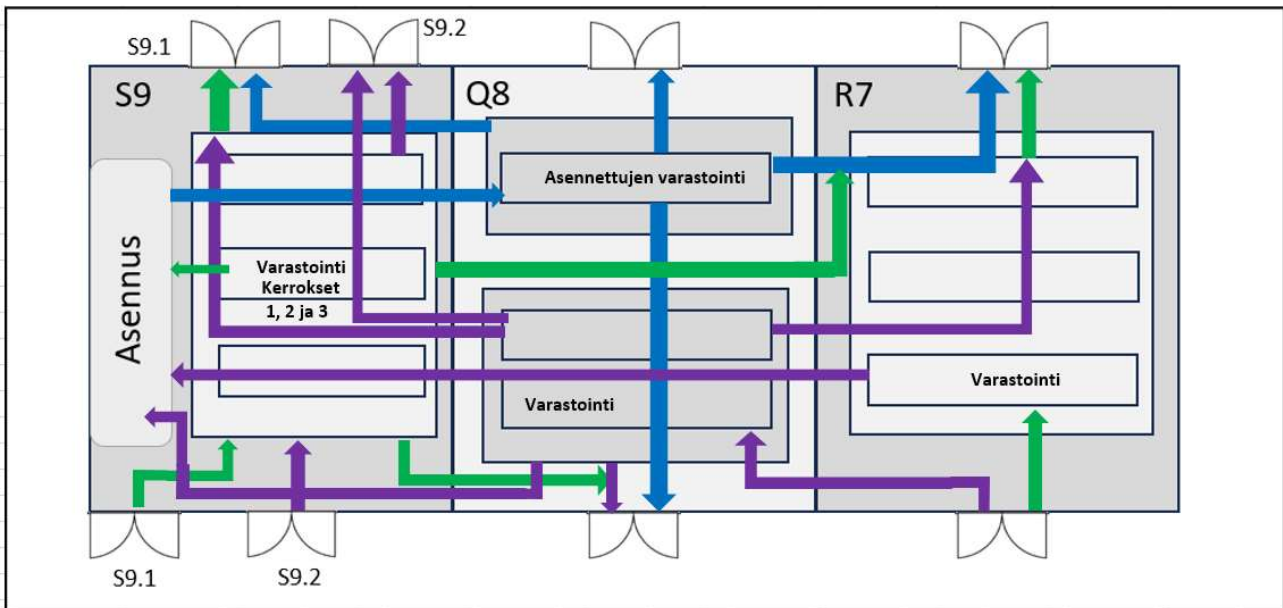
7 Nykytila-analyysi

7.1 Materiaalivirrat

Kuviossa 3 (materiaalivirta, tuoteryhmä B) nähdään esimerkki tuoteryhmän B materiaalivirroista. Tuoteryhmän tuotteita vastaanotettiin mittauksien aikana kahdesta eri paikasta. Ensimmäisessä kerroksessa sijaitsevat kuvassa näkyvät kaksi vastaanottopistettä, lähetyalueet, asentamo ja asennettujen tuotteiden varastointialue. Ennen asennusta tuotteita varastoidaan rakennuksen tilassa S9 kahdessa eri kerroksessa sekä yksikerroksisessa R7 varastossa. Tuotteita voidaan lähettää jopa neljästä eri paikasta. Kuviossa 4 (kaikki materiaalivirrat) havainnollisesta kaikki mahdolliset materiaalivirrat kaikille tuoteryhmille. Materiaalivirrat ovat monimutkaisia, jos saman tuoteryhmän tuotteita vastaanotetaan ja lähetetään useista eri paikoista. Varaston S9 toisessa kerroksessa on vastaanottolaituri, joka ei normaalisti ole käytössä. Toimitilan layout ei ole julkinen. Näin ollen materiaalivirrat havainnollistetaan yksinkertaistettuun pohjapiirrokseen.



Kuvio 3. materiaalivirta, tuoteryhmä B



Kuvio 4. kaikki materiaalivirrat

7.2 Mittaustulokset

Liite 1 (mittaustulokset) sisältää kaikki tutkimuksen aikana saadut mittaustulokset. Dokumentti on salattu sen sisältämän datan vuoksi. Kaikki työssä esitetty numeerinen data on tästä syystä muutettu. Liitteessä 2 (mediaanit) nähdään tuoteryhmien mediaanit prosessikohtaisesti. Punainen teksti tarkoittaa sitä, että kyseisestä tuoteryhmästä ei saatu neljän mittauksen minimiotosta. Tyhjä tekstipalkki kertoo siitä, että mittauksia ei otettu ollenkaan. Liite 3 (mediaanit, korjattu) sisältää korjatun version liitteen 2 mediaaneista. Näitä arvoja käytetään arvovirtakuvauksissa. Puutteellisia tuloksia tutkittiin tarkemmin ja arvoja suhteutettiin arvioon todellisesta materiaalivirtausajasta. Liitteen 2 punaisella merkityt arvot on korjattu vertaamalla niitä työtehtäväkohtaisiin mediaaneihin. Mittaamattomiin osiin on laskettu työtehtäväkohtaiset mediaanit salatun liitteen 4 (tulokset) mukaisesti. Tämä liite sisältää kaiken tehdyn laskennan ja näiden soluviitteet mittaustuloksiin. Liitteen avulla toimeksiantajan on mahdollista käsitellä dataa helpommin. Siinä näkyy tuoteryhmien alkuperäiset nimet sekä mistä arvoista tulokset on saatu.

7.3 Mittaustulosten tarkastelu

Tarkoituksena on ollut tutkia, kuinka monta mittausta prosessista on saatu ja onko saaduissa arvoissa suurta vaihtelua suhteessa työtehtäväkohtaisiin mediaaneihin. Mittaamattomiin

prosesseihin on ollut mahdollista laskea uudet ajat suoraan työtehtäväkohtaisesti, eli vertailua ei ole tehty. Tämän jälkeen korjattiin alle neljään mittaukseen perustuvat tulokset. Jos arvo poikkeaa työtehtäväkohtaisesta mediaanista, on pohdittu, kuinka arvolle saadaan laskettua mahdollisimman tarkka uusi arvo, joka voi edustaa tuoteryhmän materiaalivirtaa. Tämä työvaihe perustuu omaan tietämykseeni logistiikkakeskuksen materiaalivirtojen toiminnasta tuoteryhmittäin. Useilla tuotteilla on vastaavia materiaalivirtoja, joiden avulla on mahdollista täydentää mittauksia. Lisäksi sain poikkeuksellisesti mittauksia S9.2 varaston eli tilan S9 toisen kerroksen vastaanotto-ovelta.

7.3.1 Vastaanoton tulokset

Tuoteryhmien A ja K tuotteet vastaanotetaan ja varastoidaan tyypillisesti varastossa R7. Osa näiden tuoteryhmien otoksista on varaston S9.2 vastaanotto-ovelta mitattuja. Kyseessä oleva vastaanotto-ovi on se, joka ei ole ollut käytössä. Tästä syystä nykytila-analyysissä on käytettävä vain R7 varastosta saatuja otoksia. Näitä on alle neljä kappaletta molemmilla tuoteryhmillä, joten korjattu arvo on työtehtäväkohtainen mediaani. Tällä tarkoitetaan kaikkia mittauksia, jossa tuote vastaanotetaan ja varastoidaan varastossa R7 riippumatta tuoteryhmästä.

Tuoteryhmän C kaikki saadut mittaukset ovat varastosta S9.2. Tämän tuoteryhmän tuotteet varastoidaan ympäri logistiikkakeskusta. Tämäkään ei ole sopivaa dataa nykytila-analyysin tekemiseen. Näin ollen tälle tuoteryhmälle on laskettu kokonaan uusi mediaani työtehtäväkohtaisista mittauksista. Varastopaikkoja on varastoissa R7, S9.1 ja S9.2. Mediaani muodostuu R7 ja S9.1 sisällä tapahtuvasta vastaanotosta sekä siirroista S9.1 ja S9.2 välillä.

Tuoteryhmien D ja J tuotteet varastoidaan tyypillisesti vain varastossa R7. Vastaanotto tapahtuu näin ollen varaston R7 vastaanottoalueelta. Vastaanotosta otettiin alle neljä mittausta näiden tuoteryhmien osalta. Tässä varastotilassa sijaitsevien tuotteiden vastaanotosta on saatu huomattava määrä otoksia, joiden mediaania voidaan hyödyntää näiden tuoteryhmien tutkimisessa. Tuoteryhmästä D otettiin kaksi erillistä mittausta. Näiden otosten mediaani on lähellä työtehtäväkohtaista mediaania R7 sisäisestä vastaanotosta, joten muutokselle ei ole tarvetta. Tuoteryhmän J osalta käytetään samaa mediaania kuin tuoteryhmille A ja K.

Tuoteryhmistä F ja M ei otettu yhtään mittausta. Ryhmä M on R7 tilassa varastoitava tuote ja tässä käytettiin samaa mediaania kuin aikaisemmin mainituille A-, J- ja K-ryhmille. Tuoteryhmän F

tuotteita varastoidaan S9.2 ja Q8 tiloissa. Työtehtäväkohtainen arvo on S9.1-S9.2 ja R7-Q8 keräilymediaani.

Tuoteryhmien H ja N tuotteet varastoidaan tiloissa Q8 ja R7, mutta mittauksia ei ollut näidenkään kohdalla riittävästi. Näin ollen työtehtäväkohtainen mediaani on laskettu varaston R7 sisäisten vastaanottosiirtojen ja R7-Q8 siirtojen perusteella. Tuoteryhmän O tuotteet vastaanotetaan ja varastoidaan tilassa S9.1, joten niille käytetään S9.1 työtehtäväkohtaista mediaania, sillä mittauksia oli alle neljä.

7.3.2 Keräilyn tulokset

Tuoteryhmien A, D ja G tuotteet kerätään tyypillisesti varastosta R7. A-ryhmän mediaani on lähellä työtehtäväkohtaista arvoa, joten muutosta ei tehty. Ryhmästä D otettiin kolme mittausta. Tämän tuoteryhmän tulos on ajallisesti pienempi kuin työtehtäväkohtainen mediaani. Tuotteet on kuitenkin sijoitettu varastossa hyvin lähelle lähetysaluetta, joten kolmella mittauksella saatu tulos on lähellä totuutta. Tuoteryhmälle G saatiin vain yksi mittaus, joten käytetty mediaani on työtehtäväkohtainen. Varaston R7 sisäisestä keräilystä on kattava otos, jota voidaan ongelmitta hyödyntää tämän ryhmän tuotteille.

Tuoteryhmien H ja N tuloksissa on käytetty työtehtäväkohtaisten Q8-R7 ja R7-R7 keräilyjen mediaania. N-ryhmällä ei ollut yhtään mittausta ja H-ryhmällä vain yksi. Tuoteryhmän O tuotteita lastataan mittauksien perusteella eniten varaston R7 lähetysalueelta. Tuoteryhmän keräilystä saatiin kuitenkin vain yksi otos, joten tässä käytetään työtehtäväkohtaista mediaania. Tämä mediaani on laskettu varastosta S9.1 saatujen keräilyotosten perusteella. Käytettyyn otantaan sisältyy kaikki mittauksien aikana tehdyt siirrot tilasta S9.1 mille tahansa lastausalueelle. Arvo on muita ryhmiä suurempi, koska siirtymä varastosta S9 varastoon R7 on pitkä.

7.3.3 Asennukseen keräilyn tulokset

Asennukseen keräily oli kaikista haastavin mitata kaikille tuoteryhmille, sillä suurin osa asennettavista tuotteista on tuoteryhmän B tuotteita. Tuoteryhmien A, E, G, H, I, J, K, L, M ja O tuotteita ei asennettu mittauksien aikana ollenkaan. Näin ollen mittauksia ei tehty ja kaikille näille tuoteryhmille on arvioitu sopivat työtehtäväkohtaiset mediaanit.

Tuoteryhmän D mittauksia saatiin kolme kappaletta. Arvo on lähellä työtehtäväkohtaista mediaania, joten muutos ei ole tarpeellinen. Tuoteryhmän F tuotteita kerätään tyyppillisesti asentamoon varastosta S9.2. Ryhmän omat mittaukset ovat työtehtäväkohtaista mediaania pienemmät, eikä tälle ilmennyt erityistä syytä. Näin ollen työssä on käytetty työtehtäväkohtaista mediaania, jonka uskon olevan todenmukaisempi.

N-ryhmälle saatiin vain yksi mittaus ja tuotteet kerätään tyyppillisesti asennukseen varastosta Q8. Tämän tuoteryhmän kohdalla varaston Q8 ja asentamon välillä tapahtuvat siirrot eriävät rengasmäärissä verrattuna muihin saatuihin otoksiin. Tämän vuoksi olen laskenut uuden arvon tarkemmin juuri tälle tuoteryhmälle sopivaksi. Siirron mediaaniaika jaettuna erän koolla antaa tuoteryhmälle työtehtävään sopivan arvon.

7.3.4 Lastauksen tulokset

Lastauksen kellottamista ei ollut mahdollista simuloida ja arviointia samantyyppisistä virtausajoista on haastavaa tehdä. Tämän takia tuoteryhmälle N on käytetty sitä aikaa, joka on mittauksien aikana saatu, vaikka se on poikkeava ja mittauksia on liian vähän. Tuoteryhmälle F on käytetty kaikkien lastausten yhteistä mediaaniaikaa, sillä mittauksia ei ole.

7.4 Mittaustulosten analysointi

Taulukossa 1 (nostot) on summattuna saatujen mittauksien mediaanit tuoteryhmäkohtaisesti. Lisäksi taulukossa näkyy kaikille tuoteryhmille vastaanoton, keräilyn ja asennukseen keräilyn mediaanien summat. Jos keskiarvon ja tuloksen erotukseksi on saatu joko alle tai yli 160 sekuntia, niin erotus näkyy sen mukaisesti punaisella tai vihreällä. Valitulla rajauksella on kerätty puolet tutkimuksen ryhmistä yksityiskohtaisempaan tarkasteluun.

Taulukko 1. nostot

t-ryhmä	tuoteryhmä kohtaiset mediaanit		Summa			
	/ siirto (s)	summa	erotus	(vastaanotto ja keräilyt)	erotus2	
A	161,46	1612,73	53,21	765,26	57,50	
B	241,80	1676,69	-10,75	870,56	-47,80	
C	223,55	1728,48	-62,54	896,06	-73,31	
D	136,42	1570,76	95,17	594,59	228,16	
E	146,17	1497,60	168,34	746,46	76,30	
F	241,80	1680,74	-14,81	852,23	-29,47	
G	182,83	1954,21	-288,27	740,45	82,30	
H	146,33	1616,00	49,93	794,04	28,72	
I	241,80	2529,62	-863,68	1439,33	-616,58	
J	231,11	1735,50	-69,56	996,92	-174,16	
K	179,40	1559,45	106,48	783,20	39,56	
L	241,57	1633,01	32,93	796,22	26,53	
M	136,42	1551,89	114,05	723,37	99,39	
N	144,46	1170,31	495,63	518,39	304,37	
O	241,80	1937,99	-272,05	1101,75	-278,99	
X	147,26	1200,03	465,91	545,30	277,46	
keskiarvot	190,26	1665,94		822,76		

7.4.1 Prosessien analysointi

Liitteen 3 (mediaanit, korjattu) arvoista voidaan huomata, että ongelmakohdat ovat materiaalivirtojen alkupäässä. Siksi taulukossa 1 (nostot) on nostettu esille myös kolmen ensimmäisen työvaiheen mediaanien summa. Työtehtävillä, joiden kohdalla tuoteryhmällä ei ole merkitystä siirto- tai lastausaikaan, voidaan nähdä ainakin yksi yhteinen piirre. Kaikissa kolmessa työvaiheessa käytetty mediaani on suhteellisen pieni. Tästä voidaan päätellä, että asennettujen tuotteiden siirto, keräily ja lastaus toimivat tehokkaasti, eikä muutoksia kannata tehdä tähän osaan materiaalivirtaa. Asentamattomien tuotteiden lastausprosessi toimii hyvin, vaikka mittausajat ovatkin vaihtelevia. Lastausprosessi on erilainen tuoteryhmästä ja tilauksesta riippuen. Mittauksia tehdessä lastausprosessissa ei ilmennyt materiaalivirtoihin liittyviä ongelmia. Siirrot ovat lyhyitä ja lastaus on tehokasta, jonka lisäksi lastauksille on asetettu tavoiteaika. Ei-asennettujen tuotteiden lastausajan pitkittyminen saattaa johtua toimimattoman materiaalivirran sijaan muista syistä. Tämän perusteella tuoteryhmien materiaalivirtojen ongelmakohdat voidaan yhdistää kolmeen prosessiin, jotka ovat vastaanotto, asentamattomien tuotteiden keräily vastaanottoalueelle sekä asennukseen keräily.

Asennukseen keräily oli prosessina haastavin mitata ja kaikkien mittauksien simulointi ei olisi ollut resurssien puutteen vuoksi tehokasta tai edes mahdollista. Näin ollen tämä vaatii tarkempaa tutkimusta toimeksiantajalta, kun mittauksia voidaan ottaa pidemmältä ajanjaksolta tai simulointiin on varattu kunnolla aikaa ja muita resursseja. Aikaisemmasta tarkastelusta voidaan nähdä, että suurin osa tuloksista on työtehtävä-, eikä tuoteryhmäkohtaisia. Tuoteryhmän B mittaukset luovat pohjaa tuloksille, vaikka tuoteryhmien välillä on eroja.

7.4.2 Tuoteryhmien analysointi

Taulukossa 1 (nostot) näkyvät tuoteryhmät D, E, G, I, J ja N, O, X. Ryhmät I, N, O ja X nousevat esiin sekä koko materiaalivirran, että kolmen prosessin erotusten tarkastelussa. Tuoteryhmillä E, G, I, J ja O on poikkeavan suuret ja ryhmillä D, N ja X on poikkeuksellisen pienet mittausajat. Lisäksi luvussa 7.5.1 käsitellään varaston kiertonopeuksia analyysin tukemiseksi.

G-ryhmä nousee esille vain silloin, kun tutkitaan materiaalivirtausta kokonaisuutena. Näin ollen lastausaika on tyypillistä suurempi. Liitteen 1 (mittaustulokset) mittausten tarkastelussa voidaan huomata, että tämän tuoteryhmän mittausten aikana tuotteisiin lisättiin lastauksen yhteydessä lisävarusteita. Lisävarusteiden lisääminen nostaa lastausaikaa huomattavasti. Näin ollen tuoteryhmän materiaalivirroissa ei ole akuuttia tarkastelun tarvetta.

Tuoteryhmä I nousee esille molemmissa tarkasteluissa. On hyvä huomioida, että tuoteryhmän tuotteet ovat tyypillisesti suurempia ja näitä käsitellään usein yksi kerrallaan. Näin ollen suurempi virtausaika on normaali verrattaessa muihin tuoteryhmiin. Aika on kuitenkin poikkeuksellisen korkea, kun sitä verrataan muihin esille nostettuihin aikoihin. Näin ollen tuoteryhmä vaatii varmasti tarkastelua ja mahdollisia toimenpiteitä materiaalivirran parantamiseksi.

Tuoteryhmä J nousee esille vain kolmen prosessin tarkastelussa. Kun katsotaan koko materiaalivirran virtausaikaa, lyhyempi lastausaika vääristää kokonaisaikaa. Tämän tuoteryhmän tarkastelu on tärkeää, kun ongelmat ovat materiaalivirtojen alkupäässä. Liitteestä 3 (mediaanit, korjattu) voidaan huomata, että materiaalivirrassa ilmenee poikkeavuus keräilyn kohdalla. Mittauksien perusteella (ks. Liite 1.) poikkeusta ei pitäisi olla. Tuotteet varastoidaan tilassa R7 ja kerätään sen lähetysalueelle. Varaston R7 sisäinen toiminta on tyypillisesti tehokasta. Otosten aikana ei myöskään ilmennyt muita poikkeavuuksia, jotka pidentäisivät kellotettavaa aikaa. Tuloksen poikkeavuudelle

voi olla kolme mahdollista syytä, jotka ovat ihmisen toiminta, tuotteiden koko tai tilausmäärät. Liitettä 1 tarkastellessa voidaan huomata, että tämän tuoteryhmän kohdalla tuotteita on kerätty pieniä määriä kerrallaan. Trukki voi kuljettaa maksimissaan kahta lavaa kerrallaan. Tuotteiden koko vaikuttaa siihen, kuinka monta tuotetta lavalle mahtuu. Tämän perusteella tuotteet voivat olla isommasta kokoluokasta tai niitä on tilattu vähemmän kerrallaan.

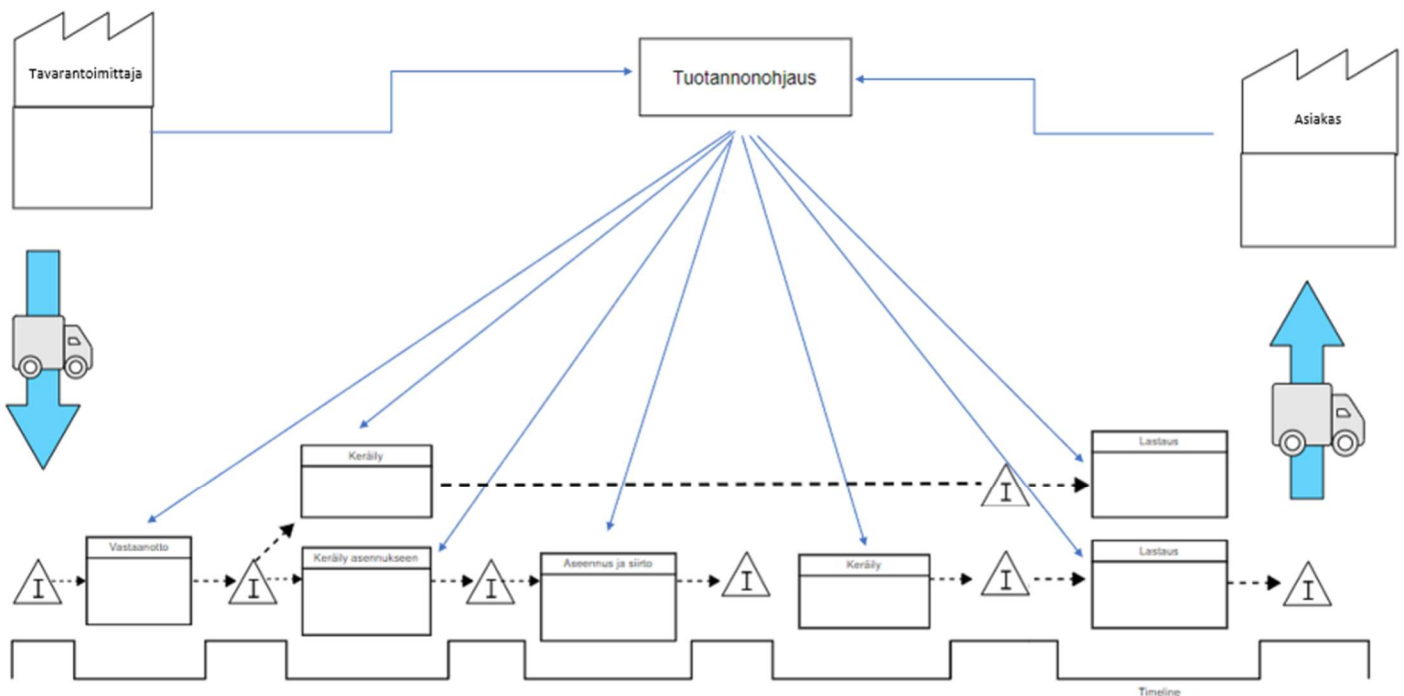
Myös O-ryhmä nousee esille molemmissa tarkasteluissa. Tämänkin tuoteryhmän kohdalla voidaan huomata, että suurin arvo tulee asentamattomien tuotteiden keräilystä lähetysalueelle. Tämä johtuu tuotteiden keräilystä varastosta S9 varastoon R7. Tämän tyyppisiä siirtoja pitäisi välttää, sillä ne kuluttavat huomattavasti aikaa matkan pituuden vuoksi. Muut arvot eivät ole poikkeavia, mutta on hyvä huomioida, että tästä tuoteryhmästä saatiin vain muutamia otoksia. Tästä voidaan päätellä, että ryhmän tuotteita liikkuu vähemmän suhteessa muihin ryhmiin.

Tuoteryhmien D, E, N ja X virtausajat ovat pienempiä muihin tuoteryhmiin verrattaessa. Tuoteryhmä D nousee esille, kun tarkastellaan vain kolmen prosessin arvoja. Tämä kertoo siitä, että lastausaika on suurempi, mutta alkupään prosessit toimivat hyvin. Alkupään prosessien toimivuutta tavoitellaan tämän opinnäytetyön avulla muillekin tuoteryhmille. Tuoteryhmä E nousee esille vain koko materiaalivirtaa tarkasteltaessa. Tästä voidaan päätellä, että lastausaika vähentää virtauksen kokonaisaikaa. Virtauksen alkupään toimivuus ei näin ollen ole poikkeuksellisen hyvä tai huono. Tuoteryhmä ei vaadi välitöntä huomiota, mutta sitä ei toisaalta voida pitää malliesimerkkinä toimivasta virtauksesta.

Ryhmät N ja X ovat poikkeuksellisen hyviä molempia tuloksia tarkasteltaessa. Ryhmän N lastauksen tulos on saatu kahdesta mittauksesta. Arvo ei kuitenkaan vaikuta positiivisesti tai negatiivisesti analyysiin, koska ongelmat ovat virtauksen alkupäässä. Tuoteryhmän X tuotteet ovat tutkimuksen mukaan nopeasti liikkuvia, vaikka niiden siirroissa hissien käyttö on välttämätöntä. Näiden tuotteiden siirto hissillä on tehokkaampaa kuin muiden. Tuoteryhmän X tuotteet poikkeavat muista tutkituista ryhmistä ainakin niiden muodon ja koon vuoksi. Näin ollen näiden tuotteiden säilyttäminen kolmannessa kerroksessa on toimiva ratkaisu.

7.5 VSM

Kuviossa 5 (VSM-pohja) on esitetty opinnäytetyön VSM-pohja eli arvovirtakuvausmalli. Pohja täytetään kaikille tuoteryhmille omilla tiedoillaan. Prosessit on kuvattu prosessipalkeilla ja nämä palakit luovat haarautuvan materiaalivirran. Ylemmällä materiaalivirralla prosessin vaiheet ovat vastaanotto, keräily ja lastaus. Alemmalla virralla ne ovat vastaanotto, keräily asennukseen, asennus ja siirto, asennettujen keräily sekä lastaus. Katkoviivat ja kolmiot ilmaisevat prosessin vaihtumista. Siniset viivat kuvaavat informaatiovirtoja. Tavarantoimittajalta sekä asiakkaalta vastaanotetaan informaatio vastaanotettavista sekä lähetettävistä tuotteista. Erillisiä tilauksia tavarantoimittajalle ei logistiikkakeskuksesta tehdä. Tuotannonohjauksesta lähtee informaatio esimerkiksi tuotteiden määristä ja varastopaikoista kaikkiin prosesseihin vastaanotetun informaation perusteella.



Kuvio 5. VSM-pohja

Liitteestä 5 (VSM) löytyy kaikkien tuoteryhmien omat VSM-kaaviot, jotka kuvaavat nykytilannetta. Samassa liitteessä on prosessipalkeissa näkyvät prosessien kestot. Kaaviot käsittelevät vain yhden tuotteen lähetystä asiakkaalle kerrallaan. Todellisuudessa tilauksessa on aina useita tuotteita,

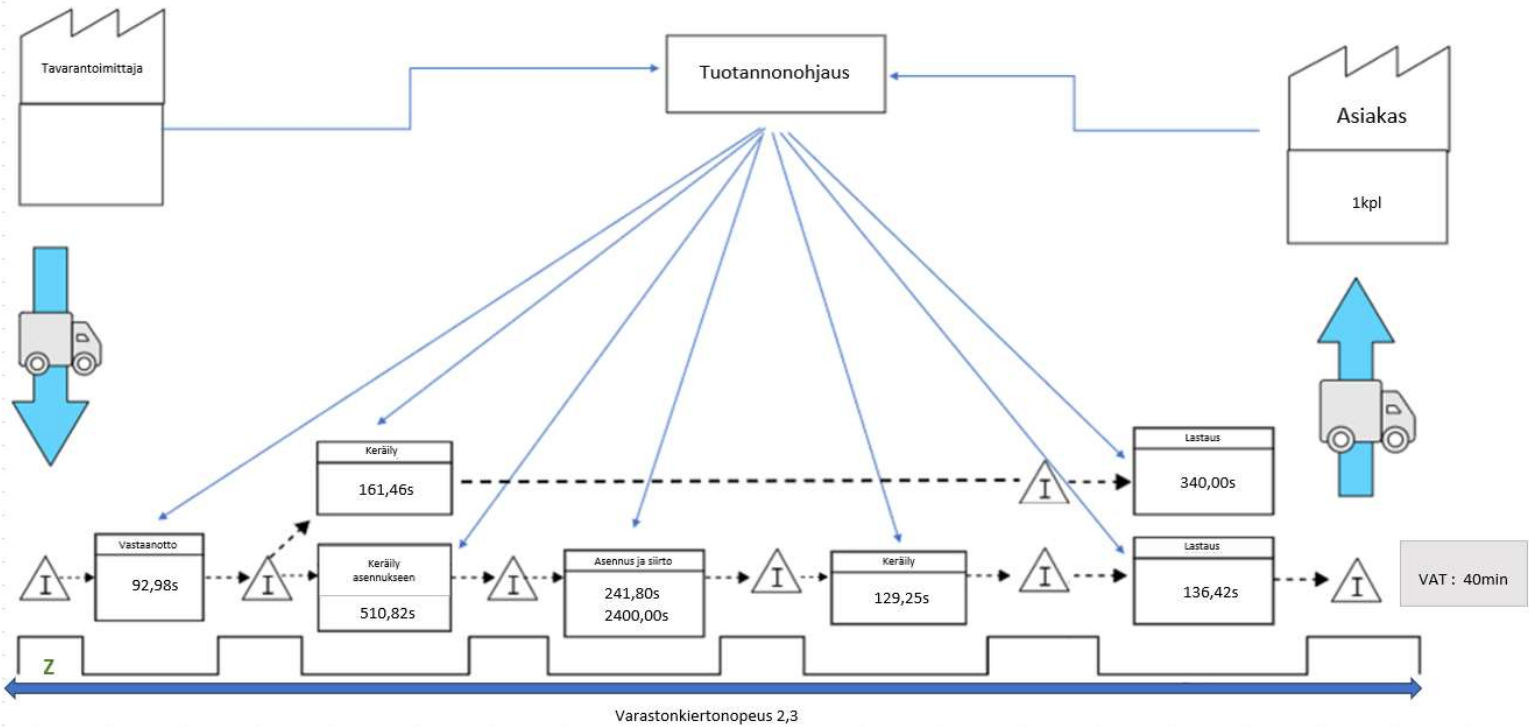
mutta koska tilaukset sisältävät useiden tuoteryhmien nimikkeitä ja nimikkeiden määrät vaihtelevat, on VSM tehty kuvaamaan vain yhden tuotteen materiaalivirtaa.

7.5.1 Varaston kiertonopeus

Arvovirtakuvaukseen sisältyy tyypillisesti prosessien kestojen lisäksi kaikki varastointiajat prosessien välillä. Tuoteryhmien varastointiaikoja ei kuitenkaan ole ollut tässä vaiheessa tarpeellista laskea. Tarkkoja aikoja ei ole opinnäytetyön työmäärän ja saatavilla olevien työkalujen vuoksi mahdollista selvittää. Näin ollen työssä hyödynnetään vuoden 2023 vuositason tietoja vastaanotosta ja lähetyksestä. Kaikki toimeksiantajalta saadut ja käytössä olevat tuotetiedot on taulukoitu salattuun liitteeseen 6 (lähetystiedot). Liitteessä on laskettuna varaston kiertonopeus sekä keskimääräinen varaston saldo. Tuoteryhmäkohtainen tulos kattaa kaikki ryhmän nimikkeiden saapumiset sekä lähetykset yhden vuoden ajalta riippumatta esimerkiksi siitä, onko tuote käynyt asennuksessa vai ei.

Keskimääräinen varaston saldo on laskettu jakamalla vastaanotettujen ja lähetettyjen tuotteiden määrä kahdella. Lähetettyjen tuotteiden määrässä on kaikki tuoteryhmän lähetetyt asennetut ja asentamattomat tuotteet. Varaston kiertonopeus on laskettu jakamalla kaikkien lähetettyjen tuotteiden summa keskimääräisellä varastonsaldolla. Tulos kertoo, kuinka monta kertaa keskimääräinen varaston saldo myydään vuodessa.

Tuoteryhmän A VSM-kaavio toimii esimerkkinä kaavion täytöstä (ks. kuvio 6. VSM, ryhmä A). Kuvion alaosassa oleva sininen nuoli ilmaisee, että varaston kiertonopeus koskee tuoteryhmän materiaalivirtaa kokonaisuutena. Materiaalivirtauksen vastaanottoprosessista puuttuva aikatieta on merkitty kuvioon Z-kirjaimella. Prosessipalkit sisältävät tuoteryhmän prosessikohtaiset ajat. Oikeassa reunassa on virran VAT-arvo, eli *value added time*-arvo. Tämä ilmaisee, kuinka paljon aikaa on kulunut arvoa lisääviin prosesseihin. Tässä työssä arvoa lisäävä prosessi on asennus. VAT-aika on lisätty asennus ja siirto -prosessipalkkiin.



Kuvio 6. VSM, ryhmä A

7.5.2 Asennusajat ja muut työvaiheet

Liitteessä 7 (kopio asennusajat) näkyvät tuotteiden asennuksen tavoiteajat. Tälle prosessille on tehty työaikamittaukset aikaisemmin ja näin ollen data on saatavilla valmiina. VAT-arvo on tuoteryhmäkohtaisten tavoiteaikojen keskiarvo. Prosessipalkissa tavoiteaikaan on lisätty 31 sekunnin vakio, joka on kaikille tuotteille sovellettavissa oleva tuotekohtainen siirtoaika asentamosta asennettujen alueelle.

Lastausaika sisältää vain tuotteiden siirtoajan varastopaikoilleen. Siirtoja edeltäviä työvaiheita, eli auton purkamista tai tuotteiden asettamista lavoilta, ei toimeksiantajan ohjeiden mukaan mitattu. Valmista dataa ajankäytöstä ei myöskään ollut saatavilla. Tätä aikaa kuvataan kaaviossa sen paikalla kirjaimella Z. Toimeksiantajan on mahdollista lisätä tämä tieto myöhemmin, jos se on tarpeellista. Kaikki muut työvaiheet sisältävät virtausajat kokonaisuudessaan.

7.5.3 Virtausten aikavertailut tuoteryhmien sisällä

Taulukosta 2 (varaston saldo ja kierto) nähdään, että varastonkierrossa ei ole tuoteryhmien välillä suuria eroja. Kaikki tulokset olivat lähellä arvoa 2. Tuloksella arvioidaan sitä, että varaston keskimääräinen varastosaldo myydään jokaisen tuoteryhmän kohdalla noin kaksi kertaa vuodessa. Tulos ei ole tarkka, vaan se toimii suhdelukuna tuoteryhmien välillä. Tarkoituksena oli selvittää, onko jonkun tuotteen varaston kiertonopeus suurempi tai pienempi muihin tuoteryhmiin verrattuna. Tarkkoja arvoja varaston kierrosta ja varastointiajoista saadaan esimerkiksi myytyjen tuotteiden hankintamenotietojen avulla.

Taulukko 2. varaston saldo ja kierto

	varaston keskimääräinen saldo	varaston kierto
A	944,00	2,30
B	4841,60	2,49
C	740,03	2,44
D	1770,00	1,88
E	8296,00	1,83
F	1970,55	2,40
G	1610,00	2,44
H	12844,50	2,08
I	1109,35	1,93
J	1218,60	2,37
K	888,30	2,41
L	1033,73	1,96
M	1193,40	2,17
N	1123,10	1,92
O	6644,80	2,47
X	21054,50	1,96

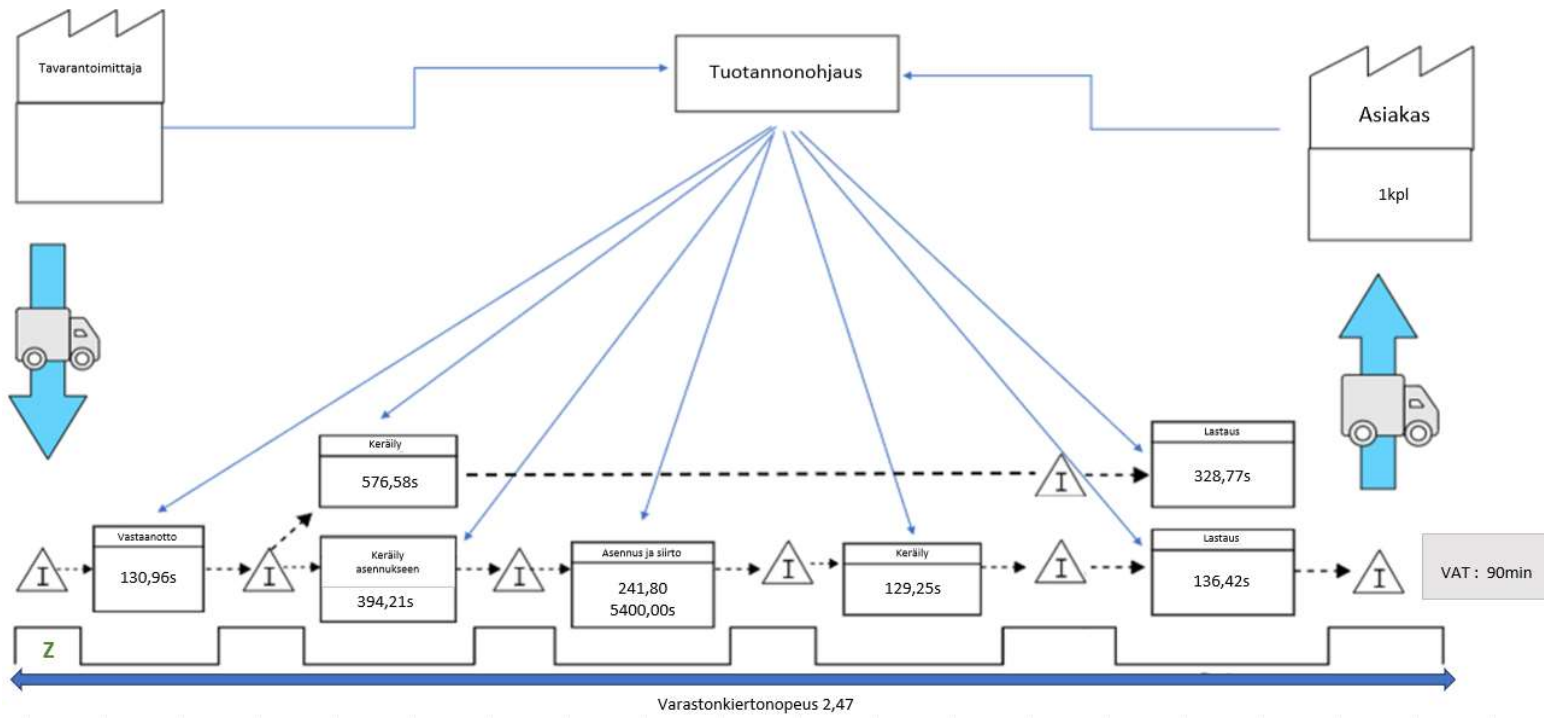
Arvovirtakuvaukset eivät tuoneet esille uusia ongelmakohtia. Virtojen haarautumista on kuitenkin mahdollista tutkia enemmän. Kun jokaisen tuoteryhmän virtausta tutkitaan kahtena erillisenä arvovirtana, voidaan selvittää, onko näissä jotakin esille nousevaa. Koska jokaista VSM kaaviota ei esitellä työssä erikseen, taulukkoon 3 (materiaalivirrat) on eriteltynä kaikkien virtauksien ajat. Virtauksella yksi viitataan prosesseihin vastaanotto, keräily ja lähetys. Virtaus kaksi on vastaanotosta asennuksen kautta lähetukseen kulkeva materiaalivirta. Tämän taulukon tehtävänä on

havainnollistaa tuoteryhmän sisällä olevia virtauksien aikaerojen olemassaoloa ja tiivistää VSM-kaavioiden informaatiota.

Taulukko 3. Materiaalivirrat

	Materiaalivirta 1 (s)	Materiaalivirta 2 (s) / (ilman asennusaikaa)	M1 (min)	M2 (min)	EROTUS
A	594,44	1111,27	9,91	18,52	8,61
B	775,09	1062,59	12,92	17,71	4,79
C	679,46	1179,98	11,32	19,67	8,34
D	649,58	1019,46	10,83	16,99	6,16
E	479,31	1107,76	7,99	18,46	10,47
F	704,65	1288,87	11,74	21,48	9,74
G	935,92	1065,09	15,60	17,75	2,15
H	597,71	1155,18	9,96	19,25	9,29
I	1553,53	1707,19	25,89	28,45	2,56
J	717,21	1111,27	11,95	18,52	6,57
K	541,16	1111,27	9,02	18,52	9,50
L	634,92	1062,13	10,58	17,70	7,12
M	533,60	1111,27	8,89	18,52	9,63
N	427,67	879,53	7,13	14,66	7,53
O	1036,31	1032,64	17,27	17,21	-0,06
X	599,51	790,69	9,99	13,18	3,19

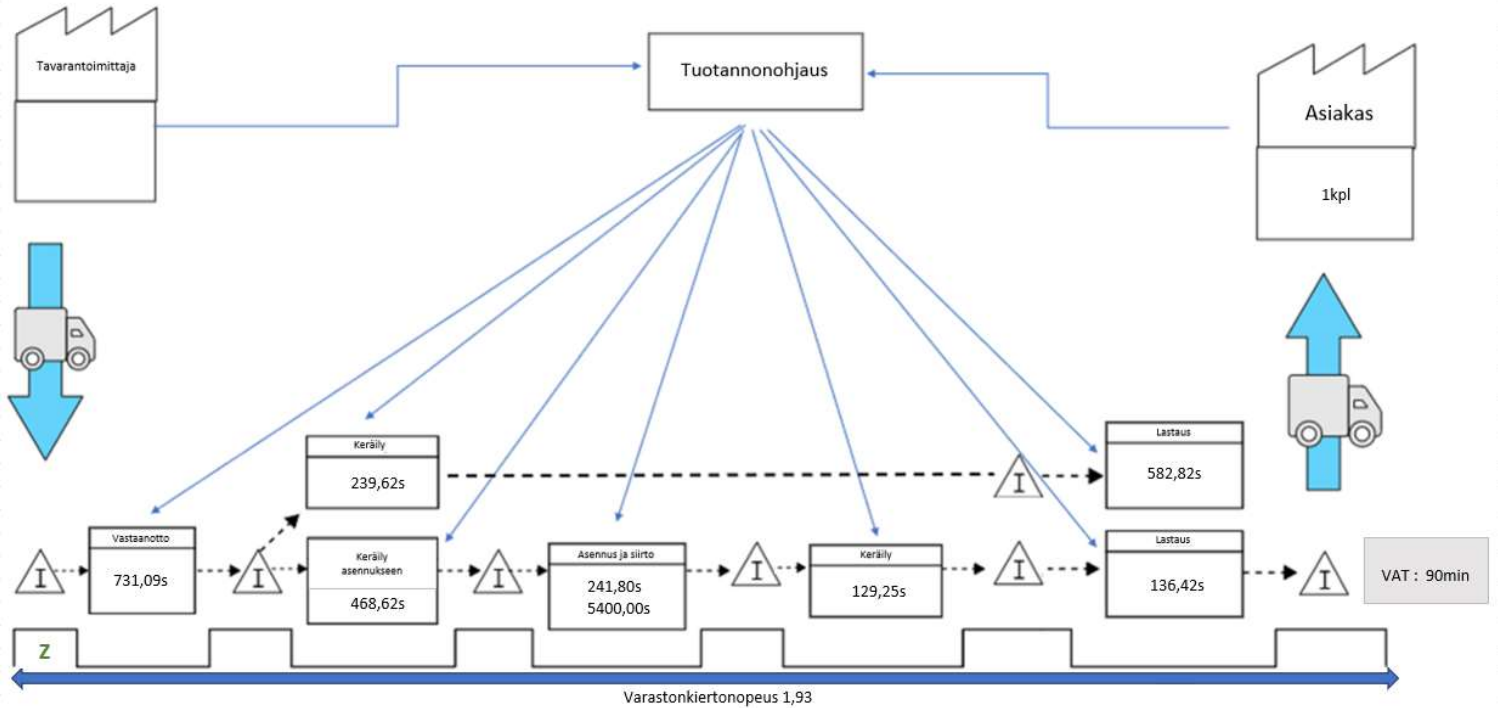
Tuoteryhmien sisäisten materiaalivirtojen tarkastelussa huomataan, että tyypillisesti asennuksen kautta kulkevien tuotteiden materiaalivirta on kestoaltaan pidempi kuin virtaus yksi. Virtaus kaksi sisältää enemmän prosesseja ja useampi siirto nostaa virtausaikaa. Tulokset eivät sisällä asennusaikaa, joka luo materiaalivirtojen 1 ja 2 välille vielä suuremman eron. Asennusaikojia ei huomioida, koska yritys on jo optimoinut kyseisen työvaiheen. Niiden jättäminen pois parantaa tuloksien vertailukelpoisuutta, kun taulukossa on näkyvillä vain ne työvaiheet, joita tutkitaan ja halutaan kehittää. Seuraavaksi käsitellään esille nousseen (ks. 7.4.2 Tuoteryhmien analysointi) tuoteryhmän O materiaalivirtaa. Taulukosta 3 nähdään, että virtauksien 1 ja 2 ero on olematon. Kuviossa 7 (VSM, ryhmä O) on tuoteryhmän O materiaalivirtakaavio. VSM-kaavioiden tarkoituksena on visualisoida kohdan 7.4 (Mittaustulosten analysointi) päätelmiä. VSM kuvaa selkeästi materiaalivirtausta ja prosessiaikoja. Kuvauksesta voi huomata, että keräilyaika on pitkä suhteessa muihin prosesseihin, niin kuin kohdassa 7.4.2 (Tuoteryhmien analysointi) todettiin. Taulukossa olevat ajat ilmaisevat, että materiaalivirran yksi virtauksessa on ongelmakohtia verrattessa tuoteryhmän virtaukseen kaksi.



Kuvio 7. VSM, ryhmä O

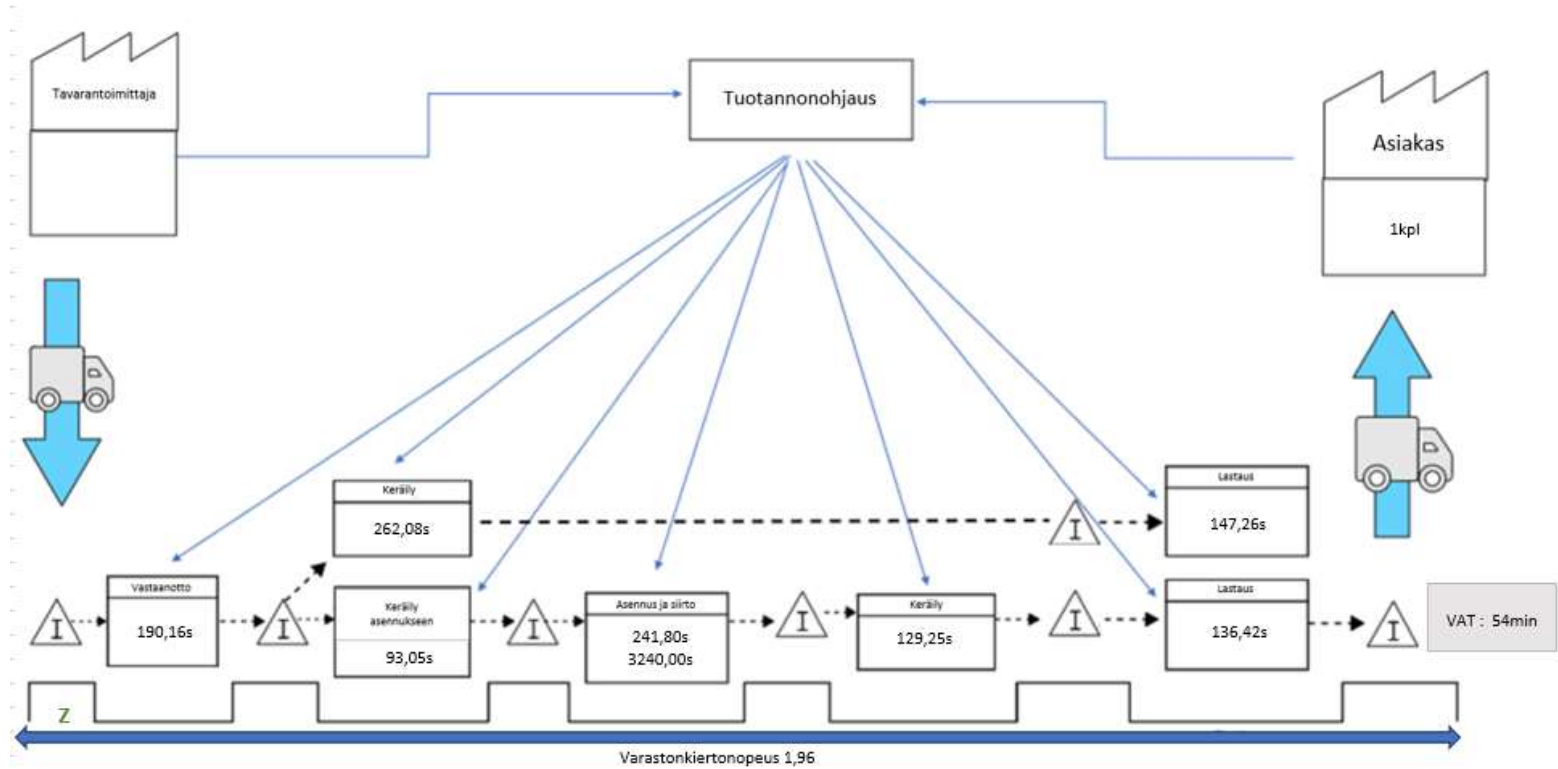
7.5.4 Esimerkit

Kaikki esille nostettavat tuoteryhmät valittiin kappaleen 7.4.2 (Tuoteryhmien analysointi) mukaisesti. Nämä materiaalivirrat ovat huomionarvoisia positiivisten ja negatiivisten tulosten takia. Tuoteryhmä O esiteltiin edellisessä kappaleessa. Myös tuoteryhmällä I havaittiin heikosti toimiva virtaus, joka esitellään kuviossa 8 (VSM, ryhmä I). Tällä tuoteryhmällä on suuremmat, yleensä yksittäin käsiteltävät tuotteet, joka nostaa virtausaikoja herkästi. Arvovirtakuvauksesta nähdään, että vastaanottoon kuluu huomattavasti aikaa. Keräilyaika on liitteessä 3 (mediaanit, korjattu) esitellyjen aikojen perusteella hieman mediaania korkeampi ja asennukseen keräilyn tulos on matala. Tämän perusteella tuoteryhmän ongelmien voidaan olettaa sijaitsevan materiaalivirran yksi varrella.



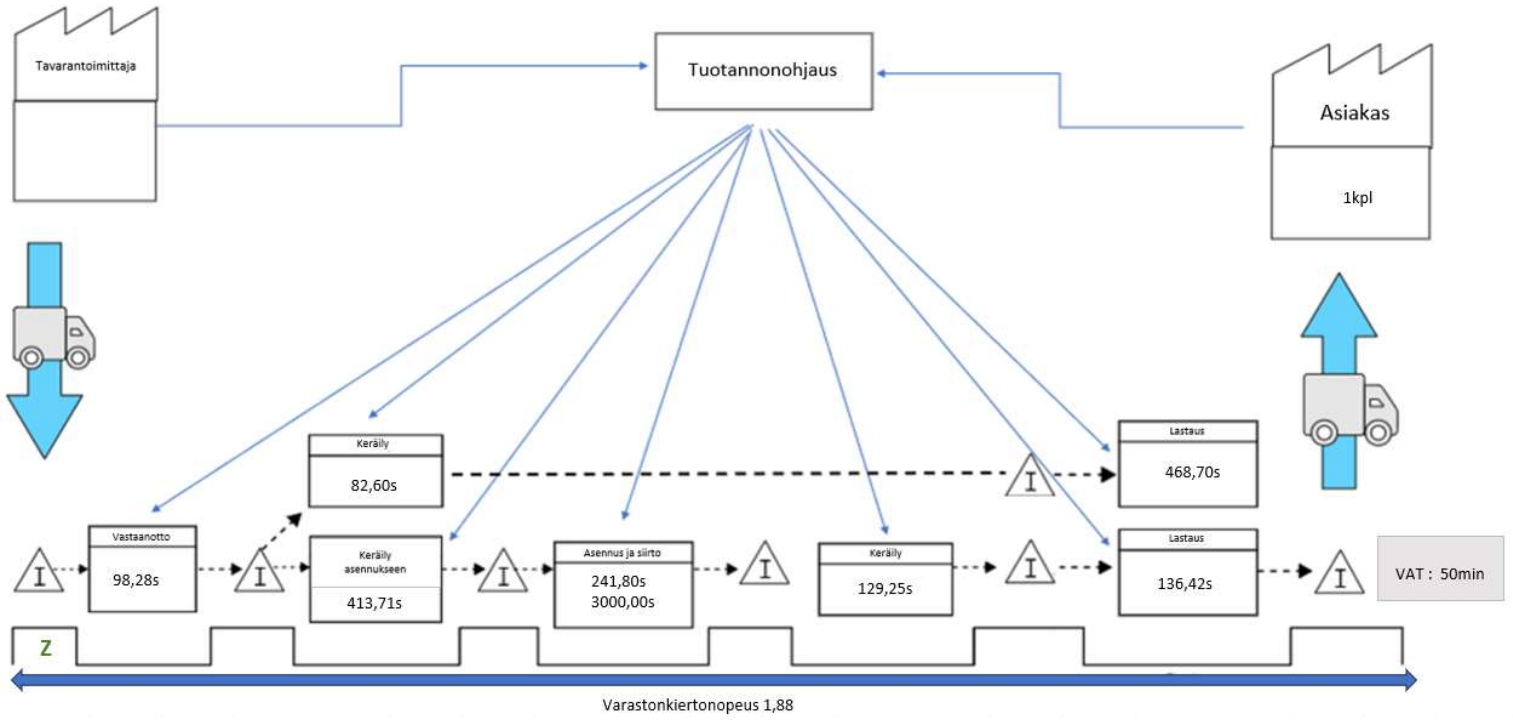
Kuvio 8. VSM, ryhmä I

Virrat D, N ja X toimivat hyvin. Kuviossa 9 (VSM, ryhmä X) esitellään tuoteryhmän X arvovirtakuvauksena esimerkkinä toimivasta virtauksesta. Prosessien kestot eivät ole poikkeuksellisen korkeita minkään työvaiheen kohdalla. Tämän tuoteryhmän VAT on laskettu kaikkien asennettavien tuotteiden tavoiteaikojen keskiarvosta. Myös tuoteryhmän N virtaus (ks. Liite 5-salattu) näyttää arvovirtakuvauksen perusteella toimivalta.



Kuvio 9. VSM, ryhmä X

Kuviossa 10 (VSM, ryhmä D) on ryhmän D kuvaukset. Tällä tuoteryhmällä prosessien kestoilla on enemmän vaihtelua, mutta kuten todettua, pidempi lastausaika ei kerro toimimattomasta materiaalivirrasta. Arvovirtakuvauksen avulla voidaan huomata, että asennukseen keräilyn aika on suhteessa korkea, vaikka mittaustuloksia analysoidessa virtaus vaikutti toimivan hyvin. VSM-kaavioiden avulla voidaan huomata poikkeukset materiaalivirroissa helpommin kuin aikaisemmin esitellyn datan avulla. Näin ollen arvovirtakuvauksesta voidaan todeta, että tämän tuoteryhmän asennukseen keräilyprosessi kaipaa kehittämistä. Minimoimalla kulutettua aikaa saadaan tuoteryhmän materiaalivirroista lähes yhtä toimivia kuin tuoteryhmillä N ja X on.



Kuvio 10. VSM, ryhmä D

8 Kehitysehdotukset

Nykytila-analyysin perusteella kokosin ajatuksia, ehdotuksia ja toimintasuunnitelmia yrityksen materiaalivirtojen yksinkertaistamiseksi. Analyysin alussa esittelin visuaalisen mallin yrityksen materiaalivirroista. Tuotteet virtaavat toimitilan haastavan pohjan vuoksi toimimattomasti. Tuotteiden siirtely pitkiä matkoja on tyypillistä, mutta tehotonta. Pitkien ja aikaa vievien matkojen siirrot tulisi minimoida mahdollisuuksien mukaan.

Työssä todettiin myös, että kehitysprosessi kannattaa aloittaa materiaalivirtojen alkupäästä. Asennettujen tuotteiden siirto, keräily ja lähetys toimii tehokkaasti. Lisäksi muista poikkeava tuoteryhmä X, joka on muihin tuoteryhmiin asennettavia tuotteita sisältävä tuoteryhmä, toimii poikkeuksellisen hyvin ja soveltuu säilytettäväksi ylemmissä kerroksissa.

8.1 Tuoteryhmäkohtaiset suositukset optimointiin

Työssä on nostettu esille tuoteryhmät D, N, X, O ja I. Uusien materiaalivirtojen suunnittelussa olisi hyvä huomioida etenkin näiden tuoteryhmien tarpeet. Tuoteryhmien N ja X materiaalivirrat toimivat hyvin, joten niitä kannattaa suojella muutosprosessin mahdollisilta negatiivisilta vaikutuksilta. Tarkemmat tutkimukset kannattaa aloittaa ottamalla mukaan vähintään O-, I- ja B-ryhmät. Tuoteryhmien O ja I tarkempi tutkiminen osoitti, että niiden materiaalivirrat ovat resurssitehottomia. B-ryhmä on erityisen tärkeä, sillä mittauksien määrästä ja keskimääräisestä varastonsaldosta voidaan päätellä, että tuoteryhmän virtaus on voimakkaimpia näistä 16 tuoteryhmästä. Virtausten optimoinnissa tulee priorisoida tuotteita, joilla on isoin menekki. Lisäksi tuoteryhmän tuotteita asennetaan eniten. Ryhmä B ei noussut erityisesti esille tarkastelussa, mutta ratkaisu tämän materiaalivirran parantamiseen voisi olla esimerkiksi tehokkaampi tuotesijoittelu. Arvovirtakuvauksien avulla voidaan paikantaa myös muut tuoteryhmät ja ne prosessit, joita halutaan kehittää. Esimerkkinä tuoteryhmän D asennukseen keräily. Tuoteryhmät, joiden virtaus on lähellä erinomaista, on kannattavaa optimoida loppuun asti.

8.2 Tuoteryhmien tehokas sijoittelu

Tuotteiden siirtäminen hissillä on hidasta, joten vähemmän liikkuvat tuotteet kannattaa sijoittaa toiseen kerrokseen. Poikkeuksena ryhmän X tuotteet, joiden todettiin liikkuvan tehokkaasti myös

hissillä. Ryhmän X tuotteita varastoidaan myös kerroksessa kolme. Jos toisen kerroksen vastaanotto-ovi otetaan käyttöön ryhmän X tuotteet kannattaa sijoittaa toiseen ja kolmanteen kerrokseen. Näin ryhmän materiaalivirtaus ei hidastu, mutta hissillä tehottomasti liikkuvien tuotteiden virtaus voi kehittyä, koska hitaasti hissillä liikkuvien tuoteryhmien varastopaikat voidaan sijoittaa kerrokseen yksi.

Keräily asennukseen on tehokkainta varastosta S9.1. Kaikkia asennettavia tuotteita ei kuitenkaan kannata varastoida tänne, jos tuoteryhmät halutaan pitää suuremmilta osin samoissa tiloissa. Tuoteryhmän X tuotteet kulkevat tämän tutkimuksen mukaan tehokkaasti hissillä, mutta niitä varastoidaan tiloissa S9.1 ja S9.3. Tuoteryhmän B tuotteet ovat asennuksessa tyypillisimpiä X-ryhmän lisäksi. Tämän perusteella sijoittaisin X-ryhmän tuotteet tiloihin S9.2 ja S9.3. Tehokkuuden kannalta tilaan S9.1 voidaan jättää muutamia tuoteryhmän nimikkeitä, joita asennetaan eniten. Tuoteryhmän B tuotteet siirtyisivät S9.1-tilaan ja niiden keräily asennukseen olisi huomattavasti tehokkaampaa.

8.3 Vastaanottolaiturin S9.2 käyttöön otto

Kuten on käynyt ilmi, mittauksien aikana on saatu poikkeuksellisesti dataa tuotteiden vastaanotosta varaston S9 toisessa kerroksessa. Tulosten perusteella voidaan nähdä, että varastossa S9.2 varastoitavien tuotteiden vastaanottaminen samasta tilasta on huomattavasti resurssitehokkaampaa kuin niiden vastaanottaminen varastosta S9.1.

Kuviossa 11 (vastaanotto S9.2) on mittauksista saadut mediaanit siirtoajoista. Vastaanotto kestää mittauksien mukaan alle puoli minuuttia lavaa kohden, kun tuotteet vastaanotetaan varastosta S9.2. Tuotteet varastoitiin mittauksien aikana lähelle toisiaan, eivätkä kaikki varastotilan paikat ole yhtä lähellä vastaanotto-ovea. Voidaan kuitenkin todeta, että tuotteiden vastaanottaminen varastosta S9.1 on kahdesta syystä huomattavasti hitaampaa. Ensinnäkin kerrosten välillä on käytettävä hissiä, jonka lastaaminen ja purkaminen vie aikaa. Toiseksi kalusto ei ole välttämättä nopeasti saatavilla. Esimerkiksi kahdessa mittauksessa trukki ei ollut toisessa kerroksessa valmiina ovella. Näin ollen työntekijällä kuluu aikaa trukin etsimiseen toisessa kerroksessa. Etenkin tilanteissa, joissa työntekijällä on vain yksi tai kaksi lavaa vietävänä toiseen kerrokseen, trukin hakeminen lisää lava-kohtaista työaikaa huomattavasti.

S9.2 vastaanotto		
Vastaanotto S9.2-S9.2		
Mediaani/tuote	58,03 s	
Mediaani/lava	219,88 s	
Vastaanotto S9.1-S9.2		
Mediaani/tuote	444,76 s	
Mediaani/lava	1593,15 s	

Kuvio 11, Vastaanotto S9.2

8.4 Keräilyn ja siirtojen tehostaminen

Keräily olisi tehokkaampaa, jos pitkien siirtojen määrää vähennettäisiin materiaalivirroissa suunnittelun myötä. Autojen on mahdollista lastata tuotteita useammalla ovella, mutta yksittäisten tuotteiden kuljettaminen kauempana olevalle lähetysalueelle on tehokkaampaa kuin auton siirtäminen pihassa. Keräily varastosta S9.2 varastoon R7 tulisi minimoida täysin, sillä tämä on yksi pisimmistä keräilyreiteistä. Lähetys- ja vastaanottoalueita on kuitenkin useampia, joten näitä siirtoja on mahdollista välttää. Kaikkia asennukseen keräiltäviä tuotteita ei voida varastoida lähelle asentamoa. Näin ollen pidemmät keräilymatkat ovat tyyppisiä asennukseen keräilyssä.

Mittauksien aikana ilmeni, että asennettujen keräilyaika voi käytännössä olla nolla sekuntia. Varaston Q8 lähetysalueen läheisyydessä varastoidaan tuotteita samoilla paikoilla, johon niitä keräillään lähetystä varten. Lähetettävät tuotteet kerätään eri paikalle, kuin varastoitavat tuotteet sillä hetkellä ovat. Varastopaikat ovat kuitenkin samoja ja tuotteita voidaan varastoida tai lähettää samalta paikalta eri ajankohtina. Työvaiheen siirtoaika on osan tuotteiden kohdalla nolla sekuntia, jos tuotteita on varastossa yhtä paljon tai vähemmän kun tilaukseen ollaan lastaamassa. Käytännössä muita tilauksen tuotteita kerätään samalle paikalle, jossa tuotteita jo varastoitiin.

Tilan toimintaa voitaisiin selkeyttää ja tehostaa, jos osa lastauksesta tehtäisiin niin sanotusti täytönä. Valittu osa tilasta olisi varastopaikkoja ja näiden vieressä olisi pienempi tila, joka on tarkoitettu keräiltäville tuotteille. Tilaan varastoitaisiin ne tuotteet, jotka tyypillisimmin lähetetään kyseisen varaston lähetysalueelta. Lastaaja keräisi nämä tuotteet itse autoon niiden varastopaikoilta muun lastauksen yhteydessä. Tuotteiden lastaus niiden varastopaikalta on yhtä nopeaa, kuin pisteestä, johon tuotteita kerätään. Suoraan autoon kerättävien tuotteiden materiaalivirrasta poistettaisiin yksi välivaihe, sillä tuotteita kerätään tällä hetkellä niiden nykyisestä paikasta viereisille varastopaikoille lähetystä varten. Tuotteiden lastaaminen suoraan autoon olisi tehokkaampaa kuin tuotteiden siirtely viereiselle varastopaikalle keräilyssä. Tärkeintä tämän toimivuudessa on selkeät merkinnät paikoilla varastoitavista tuotteista ja erosta lähetysalueeseen.

8.5 Varastointiajat

Varastointiaikojen tarkempi tutkiminen on tärkeää, vaikka ne eivät ole osa tätä tutkimusta. Materiaalivirtojen kehitysprosessin oleellinen osa on varmistaa, että myös varastointi on suunniteltu hyvin. Varastointiaikojen selvittäminen auttaa tekemään päätöksiä esimerkiksi tuotesijoittelun osalta. Varastointiaikoja niin kuin muutakin dataa tulee tutkia myös tuotekohtaisesti. Tuote, joka seisoo kuukausia tehokkaammassa varastossa R7 vie varastopaikan raskaammin virtaavalta tuotteelta. Raskaammin virtaavien tuotteiden varastointi muualla saattaa olla hyvinkin tehotonta. S9-varaston toiseen kerrokseen kannattaa sijoittaa pidempään varastoitavana olevat tuotteet. Tähän sijoitettu tuote, jota varastoidaan lyhyt aika, vie ylimääräisiä resursseja, kuten aikaa ja kalustoa. Tässä projektissa ei voitu käsitellä varastointiaikoja, joten tietoa tuotteiden varastointitehokkuudesta ei ole. Asia nostettiin esille, koska varastointiajat ovat tärkeä osa arvovirtakuvauksien tulkitsemista

9 Pohdinta

Työn tavoitteina oli kartoittaa toimivat ja toimimattomat materiaalivirrat logistiikkakeskuksella, selvittää kuinka paljon resursseja ne tarvitsevat ja pohtia miten resurssihukkaa voidaan minimoida. Analyysin tuloksena saatiin selville, että materiaalivirtauksissa on tuoteryhmien välisiä eroja. Tutkimuksen avulla pystyttiin nostamaan esille muihin tutkittuihin tuoteryhmiin verrattuna resurssitehokkaat ja -tehottomat virrat. Mitatut ajat kertovat resurssien kulutuksen määrästä tuoteryhmäkohtaisesti. Koko logistiikkakeskuksen materiaalivirtojen kehittäminen on huomattavasti opinnäytetyötä laajempi projekti. Tutkimuksen työ rajattiin kokonaistutkimuksen laajuuden vuoksi 16 tuoteryhmään. Tutkimuksen toteutustapana oli työaikamittaukset. Työn tarkoituksena oli toteuttaa mittaukset ja analysoida niiden tuloksia. Toteutetun analyysin pohjalta tehtiin nostoja tuloksista, jotka mahdollistavat isomman projektin aloittamista. Työ sisältää myös tutkimuksen avulla suunniteltuja kehitysehdotuksia yritykselle.

Tutkimuksen aikana kerätty materiaali on laadukasta dataa, jota toimeksiantaja voi hyödyntää tulevaisuudessa. Mittauksia otettiin paljon ja määrät vaihtelevat tuoteryhmittäin. Työn aikana saatiin valmiiksi useita prosessi- ja tuoteryhmäkohtaisia mittauksia, joista saadut tulokset riittävät niiden kokonaisvaltaiseen analysointiin. Laajempi otos tietyille tuoteryhmille ja prosesseille sekä kaikkien materiaalivirtojen tarkempi analyysi on tehtävä yrityksen toimesta. Tutkimuksen tekeminen oli haastavaa hiljaisempien materiaalivirtojen osalta. Simuloituja otoksia olisi voitu kerätä enemmän, mutta mittauksien tekemisen aikana ei kuitenkaan aina ollut resursseja simuloitavien mittauksien tekemiseen. Kattavamman otoksen saavuttamiseksi suosittelisin aloittamaan mittaukset niistä tuoteryhmistä, joiden virtaus on kevyempää. Mittauksien aloittaminen prosessikohtaisesti on toimivampi ratkaisu, jos tuoteryhmien väliset virtaukset ovat tasaisempia. Uskon, että data olisi ollut kattavampi, jos olisin aloittanut mittaukset pienemmistä tuoteryhmistä. Näin tuloksissa olisi vähemmän puuttuvia mittauksia. Tästä huolimatta saatua otosta voidaan pitää kattavana ja tärkeintä on, että mittaukset kohdistuivat oikeaan paikkaan. Dataa saatiin tarkoituksenmukaisesti ajankäytöstä.

Tuloksissa on huomioitava, että työssä käsitellään tuloksia vain varastojen välisinä siirtoina. Tuotteiden paikkakohtaisia tietoja ei juurikaan nostettu esille työn aikana. Nämä tiedot ovat saatavilla toimeksiantajalle saatavilla olevissa liitteissä. Varastohuoneet ovat isoja ja siirtojen mittaustulokset vaihtelevat huomattavasti varastopaikan mukaan ajomatkojen vaihtelun vuoksi. Lisäksi

tuotteita varastoidaan useilla eri varastopaikoilla, joten otokseen ei todennäköisesti ole saatu kaikki mahdollisia siirtoja. Myös lavakohtaiset siirtoajat löytyvät yritykselle tarjotusta datasta. Tuotteita siirretään ja varastoidaan niiden kokoerojen vuoksi erilaisissa erissä. Eräkoot vaihtelevat tuotekohtaisesti ja tuoteryhmien välillä. Näin ollen tämän tyyppistä työtä voidaan hyödyntää ohjaamaan yrityksen huomiota oikeaan suuntaan myös muilla aloilla.

Opinnäytetyö tarjoaa toimeksiantajayritykselle yksinkertaisia ja joustavia ratkaisuja materiaalivirtojen parantamiseen. Ratkaisut ovat helposti muokattavissa ja sovellettavissa toimeksiantajan tarpeiden mukaisesti. Työssä oli tärkeää pohtia ratkaisujen resurssitehokkuutta, toiminnan kehittämistä ja tilankäytön optimointia, sekä tuoda ilmi oma näkökulmani asioihin. Projektin tarjoaa uudenlaista näkökulmaa logistiikkakeskuksen toiminnan parantamiseen. Opinnäytetyö voi pohjustaa muutosprosessia, mutta käytännössä sen merkitys on ohjata yrityksen huomiota mahdollisiin ongelmiin, jotka nousivat esille tämän tutkimuksen aikana.

Lähteet

Aineiston kerääminen ja tutkimusmenetelmät. N.d. Opinkirjo kehittämiskeskuksen verkkosivu. Viitattu: 23.11.2023 <https://opinkirjo.fi/tutkimuksen-perusteet/aineiston-kerääminen-ja-tutkimusmenetelmat/>

Gustafsson C. N.d. Tilastotieteen perusteet. Vaasan yliopiston luentorunko s.74. viitattu: 19.11.2023 <https://lipas.uwasa.fi/~chg/tpluennot.pdf>

Kananen J. 2017. Kehittämistutkimus interventiotutkimuksen muotona: opas opinnäytetyön ja pro gradun kirjoittajalle. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu: 24.11.2023 <https://www.finna.fi/Record/jamk.993211054806251>

Peruskäsitteet tutuiksi. Tilastokeskuksen opas. N.d. Viitattu 07.12.2023 <https://guides.stat.fi/c.php?g=686459&p=4906523>

Reliabiliteetti N.d. Tilastokeskuksen sanakirja. Viitattu 7.12.2023 <https://www.stat.fi/meta/kas/haku.html?q=Reliabiliteetti>

Rother M & Shook J. 1999. Learning to see, value stream mapping to add value and eliminate muda. version 1.2 Lean enterprise institute

Sisälogistiikka (intralogistics). N.d. Logistiikanmaailman verkkosivut. Viitattu: 1.11.2023 <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/sisalogistiikka/>

Skhmo N. 2017. The 8 wastes of lean. The lean way blogikirjoitus. Viitattu: 11.11.2023 <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>

Tieto- raha ja materiaalivirrat. N.d. Logistiikanmaailman verkkosivut. Viitattu: 1.11.2023 <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/tieto-raha-ja-materiaalivirrat/>

Validiteetti N.d. Tilastokeskuksen sanakirja. Viitattu: 7.12.2023 <https://www.stat.fi/meta/kas/validiteetti.html>

Vilkka H. Tutki ja mittaa määrällisen tutkimuksen perusteet. 2007. Helsinki: Tammi. Viitattu 12.12.2023 https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/98723/Tutki-ja-mittaa_2007.pdf?sequence=1&isAllowed=y

What is Lean. N.d. Lean enterprise-verkkosivut. Viitattu: 11.11.2023 <https://www.lean.org/explore-lean/what-is-lean/>

Liitteet

Liite 1. Mittaustulokset – salattu

Liite 2. Mediaanit

Tuoteryhmä	vastaanotto	keräily lähtevät	keräily asennukseen	asennettujen keräily	siirto asennettujen alueelle	asennettujen lastaus	ei-asennettujen lastaus
A	194,22	161,46		129,25	241,80	136,42	340,00
B	160,99	315,43	394,13	129,25	241,80	136,42	298,66
C		223,55	541,55	129,25	241,80	136,42	324,95
D	98,28	82,60	413,71	129,25	241,80	136,42	468,70
E	89,47	146,17		129,25	241,80	136,42	243,67
F		70,82	332,12	129,25	241,80	136,42	
G	46,80	75,82		129,25	241,80	136,42	706,29
H	179,87	283,92		129,25	241,80	136,42	314,50
I	731,09	239,62		129,25	241,80	136,42	582,82
J	170,59	393,12		129,25	241,80	136,42	231,11
K	92,98	179,40		129,25	241,80	136,42	268,79
L	64,04	241,57		129,25	241,80	136,42	329,32
M		119,57		129,25	241,80	136,42	321,05
N	60,84		184,00	129,25	241,80	136,42	144,46
O	160,99	579,62		129,25	241,80	136,42	328,77
X	190,16	262,08	93,05	129,25	241,80	136,42	147,26
tehtävä kohtaiset mediaanit / rengas (s)	160,99	223,55	363,13	129,25	241,80	136,42	321,05

Liite 3. Mediaanit (korjattu)

Korjatut mediaanit	vastaanotto	keräily lähtevät	keräily asennukseen	asennettujen keräily	siirto asennettujen alueelle	asennettujen lastaus	ei-asennettujen lastaus
A	92,98	161,46	510,82	129,25	241,80	136,42	340,00
B	160,99	315,43	394,13	129,25	241,80	136,42	298,66
C	130,96	223,55	541,55	129,25	241,80	136,42	324,95
D	98,28	82,60	413,71	129,25	241,80	136,42	468,70
E	89,47	146,17	510,82	129,25	241,80	136,42	243,67
F	312,78	70,82	468,62	129,25	241,80	136,42	321,05
G	46,80	182,83	510,82	129,25	241,80	136,42	706,29
H	136,89	146,33	510,82	129,25	241,80	136,42	314,50
I	731,09	239,62	468,62	129,25	241,80	136,42	582,82
J	92,98	393,12	510,82	129,25	241,80	136,42	231,11
K	92,98	179,40	510,82	129,25	241,80	136,42	268,79
L	64,04	241,57	490,62	129,25	241,80	136,42	329,32
M	92,98	119,57	510,82	129,25	241,80	136,42	321,05
N	136,89	146,33	235,17	129,25	241,80	136,42	144,46
O	130,96	576,58	394,21	129,25	241,80	136,42	328,77
X	190,16	262,08	93,05	129,25	241,80	136,42	147,26
tehtävä kohtaiset mediaanit / siirto (s)	114,62	181,12	500,72	129,25	241,80	136,42	321,05

Liite 4. Tulokset – salattu

Liite 5. VSM -salattu

Liite 6. Lähetystiedot-salattu

Liite 7. Asennusajat -salattu

