

Sisälogistiikan kehittäminen teräsrakenteita valmistavassa tuotannossa

Case: Yritys X

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

2023

Mika Anttonen

Tiivistelmä

Tekijä(t) Mika Anttonen	Julkaisun laji Opinnäytetyö, YAMK Sivumäärä 51	Valmistumisaika Syksy 2023
Työn nimi Sisälogistiikan kehittäminen teräsrakenteita valmistavassa tuotannossa		
Tutkinto ja koulutusala Insinööri (YAMK), Uudistava johtaminen		
Toimeksiantajaorganisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja) Yritys X		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö toimii kehittämishankkeena, jonka aiheena oli teräsrakenteita valmistavan yrityksen sisälogistiikan kehittäminen ja siihen liittyvien prosessien tarkempi tutkiminen. Hankkeen tavoitteena oli selvittää olemassa olevat prosessit ja toimintamallit ja miten näitä toimintoja voidaan kehittää sekä tutkia millaisia mahdollisuuksia sisälogistiikalla olisi tulevaisuudessa.</p> <p>Teoriaosuudessa käsiteltiin logistiikkaa ja varastonhallintaa kokonaisuudessaan, sisältäen erilaisia varastoinnin hallintaan kehitettyjä työkaluja ja analyysejä. Kehittämishanke toteutettiin toimintatutkimuksena. Toimintatutkimuksessa hyödynnettiin haastatteluja, kyselyjä, tilastollisia tutkimusmenetelmiä ja osallistuvaa havainnointia. Teoriaosuuteen sisältyi myös logistiikkaan liittyviä prosesseja ja käsitteitä sekä niiden hallinnan työkaluja.</p> <p>Kehittämishankkeen tuloksena yrityksessä laadittiin joitakin ohjeistuksia sisälogistiikan operaattoreille ja siirtojen kestojen säännöllistä seuranta aloitettiin. Inventointien oikeuksia täsmennettiin ja jatkokehityshankkeita ehdotettiin tehtäväksi tulevaisuudessa.</p>		
Asiasanat materiaalivirrat, sisälogistiikka, teollisuus 4.0		

Abstract

Author(s) Mika Anttonen	Type of Publication Master's Thesis	Published 2023
	Number of Pages 51	
Title of Publication Developing inner logistics at steel construction manufacturing production		
Degree, Field of Study Master of engineering, Regenerative Leadership		
Organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party) Company X		
Abstract <p>This thesis work as a development project which topic was to improve inner logistics in company which produces steel structures. This project's main purpose was to study the company's processes and procedures and find ways to develop these to be more efficient and suggest some development for the future at inner logistics.</p> <p>The theory part handles concept of logistics and warehouse controlling which contains different tools for warehousing designed tools and analysis to control warehouses and storages. This development project was executed as activity analysis and it contained interviews, inquiry, statistical research method and committing observation. The logistic part also included logistics processes and tools for logistics management.</p> <p>For result of this development project, we improved and made new instructions for inner logistic operators and started monitoring for transporting times. Also inventory rights and processes were qualified. Follow-ups for future development projects were also suggested.</p>		
Keywords material flows, inner logistics, industry 4.0		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
1.1	Kehittämishankkeen tausta	1
1.2	Toimeksiantaja	1
1.3	Tutkimuksen tavoitteet, rajaukset ja tutkimuskysymykset	2
2	Tutkimusstrategia ja datan käsittelyn työkalut	4
2.1	Toimintatutkimus	4
2.2	Datan käsittely ja visualisointi	5
3	Tehdasfysiikka	7
3.1	Logistiikka	7
3.1.1	Logistiikan nykyhetki ja tulevaisuus	9
3.1.2	Sisälogistiikka.....	9
3.1.3	Logistiikan prosessit	9
3.2	Teollisuus 4.0	10
3.3	Materiaali- ja informaatiovirrat	12
3.3.1	20/80 sääntö	13
3.3.2	ABC-analyysi.....	14
3.3.3	Materiaalinvirtaus ja layout	15
3.3.4	XYZ-analyysi	16
3.4	Varastointi ja varastotasot tehtaittain	18
4	Prosessit ja johtaminen	20
4.1	Tuotannonohjaus	20
4.1.1	Tuotannonohjausjärjestelmä	23
4.1.2	Päätelaitteet ja mobiilisovellukset	24
4.2	Tuotannon hukat ja tuotteiden seurattavuus	25
4.3	Yrityksen sisälogistiikka.....	26
4.3.1	Hyllytys sisälogistiikassa	27
4.3.2	Lähetämötoiminta ja lähetystoiminnot.....	28
4.3.3	Inventointi.....	29
5	Tutkimustulokset ja analyysi	31
5.1	Toimintatutkimuksen tulokset	31
5.1.1	Siirtojen volyymit	31
5.1.2	Tehtaan layout materiaalivirtoineen	34
5.2	Haastattelujen ja kyselyiden yhteenveto	35
5.3	Varastosaldokorjausten analyysit	37

5.3.1 ABC- ja Pareto-analyysit	40
5.3.2 Asiakastyytyväisyys.....	43
6 Yhteenveto ja pohdinta	44
Lähteet	48

Liite 1. Haastattelupohja sisälogistiikan operaattoreille

1 Johdanto

1.1 Kehittämishankkeen tausta

Tutkimuksen kohdeyrityksessä on todettu sisälogistiikan olevan tehotonta ja tästä syystä sen tuottavuutta haluttiin tutkia, jotta siitä saadaan parempi kokonaiskuva. Nykypäivänä yrityksissä kiinnitetään entistä enemmän huomiota jokaisen resurssin tai tuotantosolun tuottavuuteen ja tehokkaimpaan mahdolliseen toimintatapaan, jolloin jatkuva parantaminen ja toimintojen mittaaminen on tärkeää, jotta toimintatapoja pystytään kehittämään. Sisälogistiikkaan ja sen tehokkuutta tutkitaan teoriaosuuden pohjalta, jotka tukevat tutkimusta ja tutkimustuloksia. Tämä aihe liittyy Teollisuus 4.0, joka keskittyy vahvasti implementointiin, koneoppimiseen, automaatioon ja reaaliaikaiseen dataan. Tarve mitata kaikki toiminta tuottavuuteen ja yrityksen tulokseen liittyen koskien erityisesti niitä osa-alueita, jotka ovat osana yrityksen strategiaa pidetään erittäin tärkeänä, jotta kehittämistoimista saatu hyöty voidaan todentaa. Mittauksen kannalta on tärkeintä valita oikeat asiat, joita mittaamalla tehokkuutta voidaan kasvattaa ja saadaan mittauskelpoista dataa. (Stępień 2015, 7-9; Bernard 2018.)

Sisälogistiikka käsittää varastoinnin, loppukokoonpanot, materiaali- ja informaatiovirrat, keräyksen, pakkauksen, sisäiset siirrot ja lähetystoiminnot. Yrityksessä on jo käytössä joitakin erilaisia työkaluja ja menetelmiä kuten ABC-analyysi ja lähetystoimintojen mittaaminen, joilla hallitaan varastoa ja sisälogistiikkaa. Yrityksessä on käytössä M365 Finance and Operations -tuotannonohjausjärjestelmä, johon on otettu käyttöön siihen liitettäviä sovelluksia esimerkiksi sisälogistiikan suorittamiseen ja töiden kirjaamiseen. Näihin kuuluu myös esimerkiksi erillinen varastohallintasovellus, jolla hoidetaan hyllytykset, keräilyt ja lähettämötoimintoja. (Yritys X; Logistiikan maailma 2023b.)

1.2 Toimeksiantaja

Tutkimushankkeen toimeksiantaja on suomalainen perheomisteinen teräsrakenteita valmistava yritys, joka on perustettu vuonna 1965. Yrityksellä on useita tytäryhtiötä 33 maassa ja työllistää yli 2000 työntekijää maailmanlaajuisesti. Tuotantoyksiköitä yrityksellä on näistä yhdeksässä. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Lahdessa. Laatu, ympäristö ja turvallisuus on organisaatiossa korkealle priorisoituja asioita, joiden jatkuvaan kehittämiseen ja parantamiseen koko organisaatio on sitoutunut. Näitä tukee yrityksen eri sertifikaatit ja standardit laadun, ympäristön ja turvallisuuden puolelta, joita yrityksessä on ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018, ISO 3834-2 ja EN 1090. Yritys erottuu kilpailijoistaan investoimalla merkittävästi tutkimuksiin ja tuotekehityksiin, sekä hankkimalla ja laatimalla tuotteilleen CE-merkintöjä ja EPD-ympäristötuoteselosteita. Yritys on sitoutunut

noudattamaan Yhdistyneiden kansakuntien laatimia kestävän kehityksen tavoitteista seuraavia, joihin voivat itse vaikuttaa:

- Sukupuolten tasa-arvo
- Ihmisarvoista työtä ja talouskasvua
- Kestävää teollisuutta, innovaatioita ja infrastruktuuria
- Vastuullista kuluttamista
- Ilmastotekoja.

(Yritys X; Suomen YK-Liitto 2023.)

1.3 Tutkimuksen tavoitteet, rajaukset ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tavoitteena on löytää keinoja ja menetelmiä tehostaa yrityksen sisäisen logistiikan tehokkuutta ja toimintatapoja. Tutkimus rajoitettiin koskemaan vain puolivalmiita tuotteita. Valmiit tuotteet ja raaka-aineet jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle, koska tutkimuksen laajuus olisi ollut kohtuuttoman suuri ja tällä tavoin saatiin keskittyminen juuri halutulle alueelle. Koska Sisälogistiikka on valmistavan teollisuuden keskeisimpiä osia, haluttiin yrityksessä, että keskitytään tähän osa-alueeseen. Sisälogistiikka vaikuttaa suoraan välillisinä kuluina yrityksen tuottavuuteen ja kannattavuuteen. Periaatteena on, että kustannukset siirroista pitäisi kohdistaa myytävälle tuotteille ja kaikkien tuotteiden käsittelyn olisi lähtökohtaisesti tuotettava asiakkaalle lisäarvoa. Tutkimuskysymyksinä esitettiin yksi pääkysymys ja kolme alakysymystä.

Pääkysymys:

- Miten puolivalmiiden tuotteiden materiaalivirtoja ja tuottavuutta voidaan kehittää?

Alatutkimuskysymykset;

- Millaiset ovat puolivalmiiden tuotteiden siirtojen volyymit ja materiaalivirrat kohdeyrityksessä?
- Miten sisälogistiikan siirtoja ohjataan?
- Kuinka puolivalmiiden tuotteiden saldoja ylläpidetään?

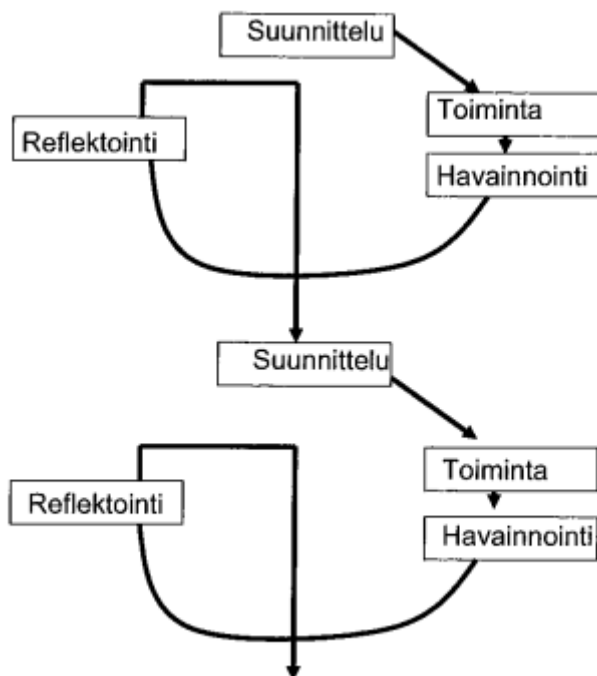
Teoriaosuudessa käsitellään yritysten logistiikkaan ja tämän päivän yritystoimintaan liittyviä trendejä, käsitteitä ja historiaa. Tutkimuksen kannalta merkittävänä asiana käsiteltiin myös varastointia ja siihen liittyviä käsitteitä, sekä varaston hallintaan liittyviä työkaluja. Tutkimus toteutetaan toimintatutkimuksena, joka ei lukeudu suoraan laadulliseen eikä määrälliseen

tutkimukseen, vaan aineistot voivat olla esimerkiksi tilastoja, dokumentteja, osallistuvaa havainnointia, haastatteluja ja kyselyjä. Tässä tutkimuksessa käydään lävitse osa teoriaosuudessa mainituista tavoista suorittaa toimintatutkimusta. Teoriaosuus pitää sisällään selvityksen mitä logistiikka yleisesti on ja mitä se tarkoittaa juuri kohdeyrityksessä. Kohdeyrityksessä jo käytössä olevien työkalujen päivittäminen tunnistettiin tarpeelliseksi vastaamaan enemmän yrityksen tämän päivän tarpeita. (Yritys X.)

2 Tutkimusstrategia ja datan käsittelyn työkalut

2.1 Toimintatutkimus

Tutkimusstrategiaksi tämän kaltaiseen tutkimukseen soveltuu parhaiten toimintatutkimus. Tällä tutkimusstrategialla pyritään todellisuuden tutkimiseen ja samalla sen muuttamiseen. Tämä tutkimusmalli myös mahdollistaa tutkijan osallistumisen useampaan eri rooliin tutkimuksen aikana. Toimintatutkimuksessa keskeisinä asioina on saada aikaan muutosta, joka kohdistuu sosiaalisiin käytäntöihin, ongelman ratkaisemiseen ja muutoksiin johtavaa toimintaa, sen samaan aikaan noudattaessa prosessimaista kaavaa. Tätä tutkimusstrategiaa sovelletaan eri tutkimus- ja tieteenaloilla, esimerkiksi työelämä tutkimuksissa ja erilaisissa kehittämis- ja muutoshankkeissa. Toimintatutkimusta käytetään erilaisissa tutkimuksissa, koska sen vaatimuksista osallistamisesta ja osallistumisen vahvistamisesta tutkimuksen aikana. Toimintatutkimuksen historia ulottuu jo 1800-luvulle, mutta vasta 1920-luvulla John Dewey aloitti sen tuomisen kohti nykyistä muotoaan, painottaen sen pragmaattista filosofiaa. Varsinaisena tutkimusstrategian kehittäjänä pidetään Kurt Lewiniä, joka todistetusti ensimmäisenä on ottanut käyttöön termin toimintatutkimus. Lewin suoritti erilaisia kokeita liittyen toimintatutkimukseen ja kehitti sen perusmallin, josta on erilaisia sovelluksia, mutta perusajatus taustalla on sama. (Kallinen & Kinnunen. 2023.)



Kuvio 1. Toimintatutkimuksen spiraalimalli. (Toikko & Rantanen. 2009, 67.)

Toimintatutkimus etenee kuvion 1 mukaisesti. Ensimmäinen askel on suunnittelu, jota seuraa toiminta. Toiminnassa tapahtuneen muutoksen vaikutusta havainnoidaan ja siitä

kerätään mahdollisuuksien mukaan dataa. Saatujen tietojen perusteella tehdään uusi suunnitelma. Mikäli saadut tulokset eivät olleet halutunlaisia, voidaan tutkimuksessa palata myös takaisin päin aiemmin vallinneeseen tilanteeseen ja kehittää jokin toinen toimintatapa. Toimintatutkimus päätetään, kun haluttu tavoite on saavutettu tai todetaan sen tavoitteen olevan mahdoton saavuttaa. (Kallinen & Kinnunen. 2023.)

Toimintatutkimus ei ole suoraan laadullista tai määrällistä tutkimusta, sillä aineistoja voidaan kerätä molemmilla tavoilla. Prosessille olennaisinta on jatkuva tutkimuskohteen havainnointi, sekä arviointi tutkimuspäiväkirjan muodossa. Tutkijalta tämä tutkimusmalli vaatii menetelmien moniosaamista ja käsin työskentelyä. Tähän tutkimusstrategiaan on kohdistettu paljon kritiikkiä, koska se pyrkii muuttamaan todellisuutta päinvastoin kuin akateemisessa tutkimuksessa perinteisesti. Tutkimusstrategiana toimintatutkimus on aiheuttanut paljon keskustelua ja tutkimusmallina tämä on määritelty omaksi lajikseen suorittaa tutkimuksia. (Kallinen & Kinnunen. 2023.)

Kurt Lewin testasi toimintatutkimusta jo viime vuosisadan puolessa välissä tehtaan tuottavuuden kasvattamiseen ja muutosvastarinnan tutkimiseen. Harwoodin tehtaan johto halusi tietää muutosvastarinnan syyt, joten asiaa aloitettiin tutkimaan toimintatutkimusta noudattaen. Tämän tutkimuksen aikana kehitettiin teoria turhautuneisuudesta ja turhautuneista työntekijöistä. Tutkimukseen luotiin kolme ryhmää, joiden osallistuminen oman ryhmän muutoksiin ja organisaatorakenteeseen oli erilainen. Ensimmäinen ei päässyt osallistumaan muutosten suunnitteluun, toinen ryhmä vain esihenkilöidensä kautta ja kolmas ryhmä sai kokonaisuudessaan vaikuttaa tuleviin muutoksiin tehtaan johdon kanssa neuvotellen. Tutkimuksen tuloksena ensimmäisen ryhmän työmoraali ja tuottavuus laski, vaihtuvuus lisääntyi ja aggressiivinen käytös lisääntyi. Kahdessa muussa ryhmässä sen sijaan vaikutukset olivat lähes päinvastaisia, sekä kolmas ryhmä pääsi nopeasti muutosta edeltävän tilanteen tehokkuuteen ja kasvattivat sitä yli aiemman tason. Tutkimuksen tulos osoitti, että demokraattisesti osallistamalla työntekijät mahdollisuuksien mukaan heitä koskeviin muutoksiin saatiin aikaan parempia tuloksia kuin yrityksen johdon tieteellisten oppien mukaisesti autoritaarisesti johtamalla. Lisäksi havaittiin myös selkeät muutokset tyytyväisyydessä, tuottavuudessa sekä työmoraalissa ja tälle ryhmälle kasvoi vahva "me yhdessä -henki". (Desmond & Wilson 2018.)

2.2 Datan käsittely ja visualisointi

Massadata on noussut merkittäväksi osaksi monen yrityksen strategiaa. Mitä suurempi yritys sen enemmän on olemassa erilaista dataa. Massadatan käsittely vaatii sovelluksia, jotka soveltuvat erilaisten tietojen ja datapakettien analysoimiseen, sekä niiden visuaalisesti esittämiseen. Datan keräämisen jälkeen onkin seuraavaksi pohdittava miten käsitellä saatu

data ja kuinka tulkita sitä. Näissä kerätyissä tiedoissa saattaa olla tietoa valtavasti yrityksen eri osa-alueilta, ellei sitä ole jo jotenkin aiemmin pystytty rajaamaan koskemaan jotain tiettyä kohderyhmää tai aluetta. Kun tietojen kirjautuminen tapahtuu järjestelmään tapahtuessa kurinalaisesti ja sääntillisesti, saadaan järjestelmään tallennettua paljon haluttua tietoa. Datat syntymisen yrityksessä on tänä päivänä tärkeää, jotta voidaan tehdä kehittäviä toimenpiteitä ja seurata niistä syntyneitä tuloksia. Tiedon kulkeminen yrityksessä liittyy myöhemmin läpi käytävään materiaalivirtaan: kun materiaalia siirretään paikasta toiseen, tullaan samalla siirrettyä myös kyseiseen siirtoon liittyvää tietoa, joka on liitettyinä mahdollisesti johonkin suurempaan kokonaisuuteen tai on liitetty jollekin myyntitilaukselle. Tällöin tapahtuu materiaalivirtaa sekä tietovirtaa. Järjestelmistä ulos saadut tieto- ja datapaketit ovat usein kooltaan erittäin suuria ja niiden käsittely saattaa olla aikaa vievää ja tarvittavan tiedon saamiseen täytyy löytää oikeat tiedot. (Microsoft 2023a.)

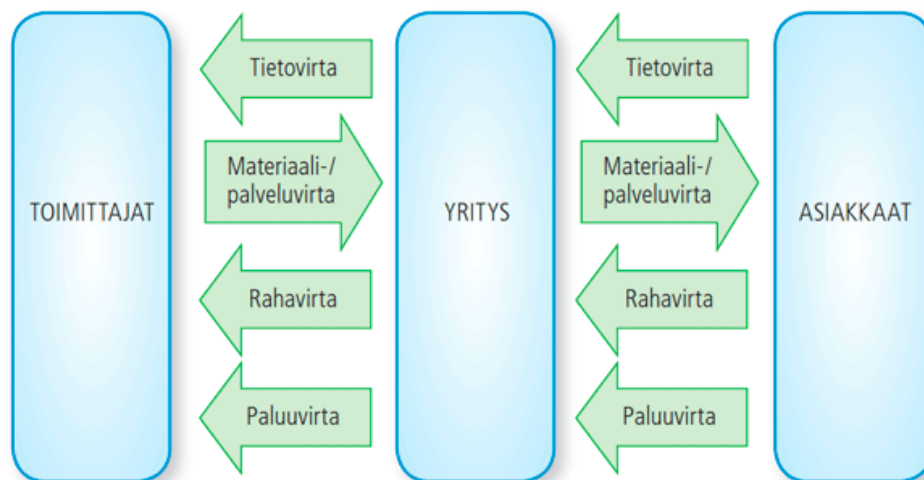
Yrityksessä on laajalti käytössä Microsoftin 365:n tarjoamat työpöytäsovellukset, joita hyödynnetään opinnäytetyön datan käsittelyssä ja niillä voidaan luoda datasta visuaalista ja helposti ymmärrettävää lukijalle. Datat ollessa jo valmiiksi Microsoft-pohjaisessa tuotannonohjausjärjestelmässä, soveltuu se hyvin suoraan käsiteltäväksi Microsoftin omilla työpöytäsovelluksilla. Datat käsittelyyn ja visualisoimiseen parhaiten soveltuu Excel, jolla saadaan luotua erilaisia kaavoja ja kaavioita. Excelillä voidaan luoda datalle erilaisia sääntöjä ja funktioita, joilla saadaan suodatettua epärelevantti data, joka voi estää kokonaan tai tuoda epävarmuustekijöitä tutkimustuloksiin. Haastatteluiden pohjalta luodaan käyttäen Word-sovellusta. (Microsoft 2023b; Yritys X.)

3 Tehdasfysiikka

3.1 Logistiikka

Sana logistiikka on jo vanha termi, josta ensimmäiset viittaukset ovat jo Kreikan ja Rooman imperiumien ajoilta, mutta lähimmäksi nykyistä merkitystä ja muotoansa se on tullut 1600-luvulla Ranskassa armeijan käyttöönottamana. Terminä sana logistiikka on saanut nykyisen muotonsa ja tarkoituksensa vuosisatojen saatossa, mutta sen tarkoitus ja mitä se tarkalleen merkitsee, on muuttunut useasti. Nykyisen muotonsa ja tarkoituksensa se on saanut 1900-luvun alkupuolella armeijan käyttöönottamana terminä, kuten moni muukin nykypäivän termi yritysjohtamisessa ja organisaatiojohtamisessa. Muita armeijan käyttöönottamia tunnettuja termejä ovat esimerkiksi strategia ja johtaminen. Armeijoille logistiikka on aina ollut elinehtona onnistumiselle toiminnoissaan. Logistiikkaan kuuluu tarvikkeiden ja henkilöstön kuljetusta, joka jalostetaan jatkuvaksi materiaali- ja informaatiovirraksi ja jonka hoitaminen vaatii suunnitelmallisuutta ja järjestelmällisyyttä. Yritystoiminnan yhteydessä ensimmäiset kirjoitukset logistiikasta ja sen vaikutuksesta yritystoimintaan ovat vuodelta 1915. Kuitenkin vasta 1950-luvulla sana logistiikka tuli pysyvästi siviilimaailmaan, jolloin myös asiakaspalvelu tuli osaksi logistisen hallinnon peruspilaria. Logistiikka on levinnyt 1990-luvulta talousopin kautta kaikkialle yritysmaailmaan, ollen sen aikakauden yhtenä suurena trendinä. Näihin aikoihin sana logistiikka sai nykyisen merkityksensä ja sitä aloitettiin käyttämään kuvaamaan kaikenlaista valuutta-, informaatio- ja materiaalivirtojen hallintaa. (Hokkanen ym. 2004, 11–12.)

Logistiikka käsitetään usein pelkästään varastoinnin ja kuljetusten ohjaamisena. Teollisuudelle logistiikka merkitsee enemmän, sillä yrityksen yksi kulmakivistä on logistiikan hallinta. Organisaatioissa on usein logistiikkajohtaja, joka työskentelee toimitusjohtajan alaisuudessa. Asiakkaan tehdessä tilauksen yritykselle, laukaisee se liikkeelle informaatiovirran, joka päättyy vasta yritykselle tilauksen tehneeseen asiakkaaseen. Logistiikka toimii eri vaiheiden välillä liiman tavoin ja sitoo yrityksen sidosryhmien toiminnot yhteen. Yrityksen toimintojen on tarkoitus tuottaa omistajiensa sijoittamille rahoille lisäarvoa, josta asiakas on valmis maksamaan. Tästä syystä materiaali- ja informaatiovirran tehokkuus on ehdottoman tärkeää yrityksen kannattavuudelle. (Hokkanen ym. 2004, 61–71.)



Kuvio 2. Tieto-, raha- ja materiaalivirrat (Logistiikan maailma 2023a)

Onnistunut logistiikan hallinta on yrityksen myynnille yksi tärkeimpiä tukitoimintoja. Yrityksen tarkoituksena on tuottaa asiakkaalle lisäarvoa, joka lyhyesti kuvattuna tarkoittaa esimerkiksi jonkin raaka-aineen jalostaminen valmiiksi tuotteeksi. Yrityksessä lisäarvolla ja yrityksen kannattavuudella on tiivis yhteys. Tämä määrittelee sen, onko yrityksen toiminta taloudellisesti kannattavaa vai kannattamatonta. Lisäarvon tuottamiseen tarvitaan erinäisiä resursseja, henkilöstöä, laitteita, ohjelmistoja, koneita ja työvoiman oikeanlaista organisoimista. Yrityksen toiminnan ollessa tehokasta, tarkoittaa se jonkin toiminnon tai prosessin suorittamista nopeammin, laadukkaammin tai pienemmin kustannuksin kuin kilpailijat. Tehokkuus voidaan määritellä tuotetun arvon ja tuottavuuden yhdistelmänä, jos tehokkuutta tarkastellaan näitä kahta asiaa ei voida erottaa toisistaan.

Sakin (2014) mukaan voidaan tuottavuus laskea tuotos jaettuna panoksella. Tuottavuus kasvaa, kun saadaan vähemmällä enemmän aikaan, jonka seurauksena yritykseen syntyy lisätuloja. Pelkästään tämä ei riitä, sillä valmistetut tuotteet on myös saatava kaupaksi. Tuotteiden myymisestä on saatava sen verran rahaa, että sen tuotot ylittävät kustannukset. (Sakki 2014.)

Arvoa tuottamattomasta toiminnosta asiakas ei maksa yritykselle mitään lisää. Tämän kaltaisia toimia voi olla puolivalmiiden tuotteiden tarpeeton siirtely paikasta toiseen tai liian suuret välivarastot lopputuotteen vuosikulutukseen nähden. Tämä sitoo myös turhaan omistajien rahoja liian suuriin varastoihin. Edellä mainitut asiat ovatkin viime vuosina nousseet merkittävään rooliin Lean-filosofian ollessa eräänlaisena teollisuuden alojen trendinä. (Hokkanen ym. 2004, 61–71.)

3.1.1 Logistiikan nykyhetki ja tulevaisuus

Logistiikassa ja sen kehityksessä on menossa samankaltainen murrostila kuin teknologian kehityksessä. Nettikauppa on yksi tämän hetken suurimpia trendinä, jonka kasvua Covid-19-pandemia lisäsi entisestään sen luoden logistiikalle erilaisia ja uusia haasteita. Kuluttajat vaativat nopeampia ja saumattomampia logistisia toimintoja, jota verkkokaupat hallinnoivat ja ylläpitää. Toimitusajat tuotteille halutaan mahdollisimman lyhyeksi ja verkkokaupoissa asiointi mahdollisimman helpoksi ja sujuvaksi. Samaan aikaan asiakkaat odottavat suurempia valikoimia, parempaa tuotteiden saatavuutta ja joustavampia toimitus- ja palautusvaihtoehtoja. Tämä luo painetta verkkokaupoille löytää säästökohteita logistiikasta ja varastoinnista sekä tehostaa niiden toimintaa entisestään. Verkkokaupat hyödyntävät sesonkiaikoina kolmannen osapuolen varastointipalveluita nopeuttamaan ja tasoittamaan poikkeuksellisen suuresta myynnistä johtuvia kysyntäpiikkejä. (Kembro & Norrman 2019.)

3.1.2 Sisälogistiikka

Kun tuotteiden muokkaus-, valmistus- ja jalostusvaiheiden välisiä siirtoja toteutuu yrityksen sisällä työpisteiden välillä, kutsutaan sitä sisälogistiikaksi. Edellä mainittujen toimenpiteiden tapahtuessa eri yrityksissä tai toimipisteiden ollessa eri paikkakunnilla, kutsutaan sitä ulkologistiikaksi. (Hokkanen ym. 2004, 17–18.) Sisälogistiikan tärkein tehtävä on toimittaa tuote annettuun osoitteeseen työpisteellä tai varastossa ja palvella yrityksen sisäisiä asiakkuuksia mahdollisimman tehokkaasti. Sisälogistiikka tarkoittaa varaston, tehtaan tai terminaalin sisällä tapahtuvaa informaatio- ja materiaalivirtojen kehittämistä ja niiden kokonaisvaltaista hallintaa. Useimmiten sisälogistiikka on tavaroiden ja materiaalien hyllytystä, vastaanottoa, siirtoja, pakkaamista, lastaamista, kierrätystä ja keräilyä. Välivarastot ovat myös osa yrityksen sisäistä logistiikkaa sekä niiden hallinta ja ohjattavuus on tärkeässä osassa. Logistiikkayritykset tai sisälogistiikkansa suuriin varastoihin ja terminaaleihin keskittäneet yritykset käyttävät useimmiten erilaisia automaattioratkaisuja joko kokonaan tai osittain sisälogistiikkansa tehostamiseen. Automaattioratkaisuissa antureilta saatu data auttaa yritystä kehittämään ja analysoimaan toimintaansa. (Logistiikan maailma 2023b.) Sisälogistiikan ohjaaminen reaaliaikaisesti on tänä päivänä mahdollista erilaisten sovellusten ansiosta, joita voidaan ohjata erillisillä mobiililaitteilla. Tutkimuksen kohdeyrityksessä on käytössä tablet-laitteita ja älypuhelimia, joilla kaikki tuotannonkirjaukset tehdään. (Yritys X 2023.)

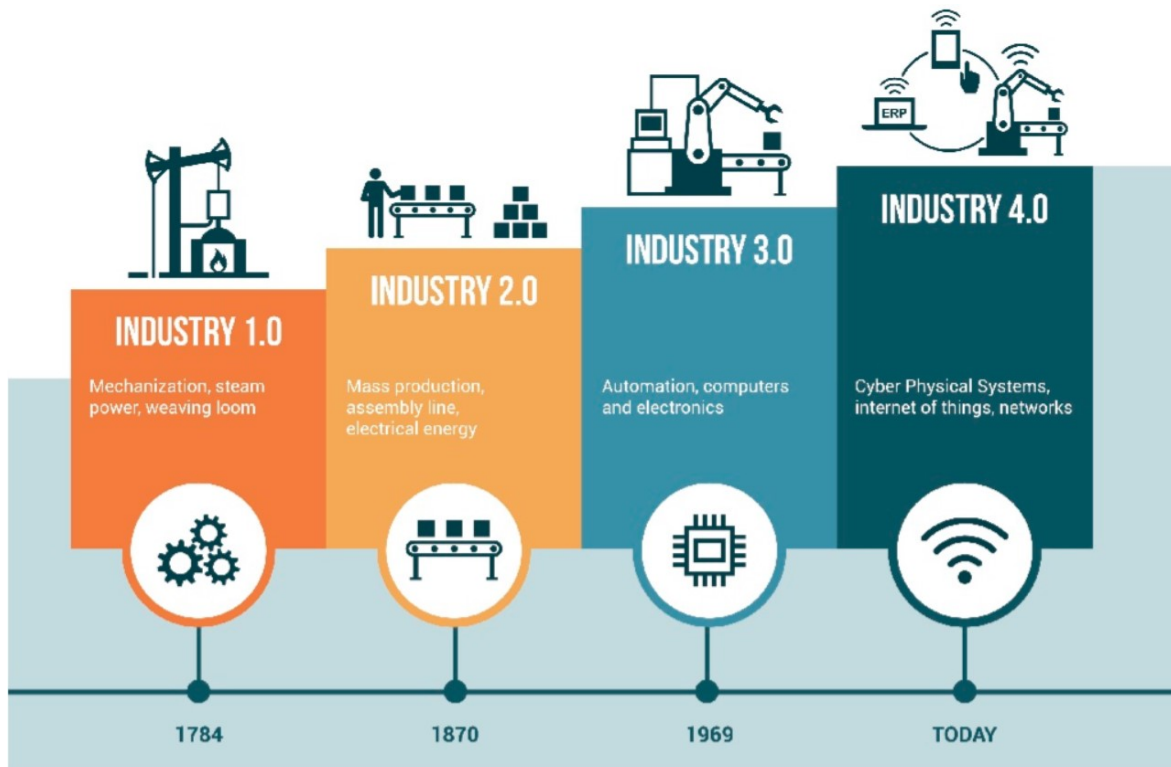
3.1.3 Logistiikan prosessit

Logistiikka tarvitsee prosesseja, jotka ovat käyttäjilleen selkeitä, sujuvia ja tehokkaita. Prosessienhallinta tapahtuu tietojärjestelmien kautta, jotta ohjaaminen tapahtuu tehokkaasti ja

oikea aikaisesti muita tuotannon prosesseja tukien. Prosessien perimmäinen tarkoitus on tuottaa asiakkaalle lisäarvoa, eikä se tee poikkeusta onko kyseessä tuotannonprosessi tai logistiikanprosessi. Tämän kaltainen tilanne on esimerkiksi prosessien välisten kuljetusten tehokkuus ja täsmällisyys, jotka vaikuttavat suoraan toimitusvarmuuteen ja tuotannon sujuvuuteen suunnitellun mukaisesti. Prosessit ovat toisiinsa liittyviä tapahtumia tai tehtäviä, joiden tarve syntyy asiakkaasta. Ominaista prosessille on se, että se sisältää selkeän alun ja lopun. Tuotantoketju voi sisältää monia erilaisia prosessin vaiheita, joissa prosessin eri vaiheita yhdistää materiaali- ja tietovirta. Usein näiden eri vaiheiden välissä on myös logistiikkaa jossakin muodossa. Logistiikalle itselleen ominaisia prosesseja ovat tavaran vastaanotto, hyllytys, inventointi, saldonhallinta, keräily, pakkaus ja lähetys. Prosesseja on kolme erilaista, ydin-, tuki- ja hallintoprosesseja. Tukiprosessit, johon logistiset prosessit luokituvat, ovat tukemassa eniten asiakkaalle lisäarvoa tuottavaa prosessia eli ydinprosessia. (Jonsson 2008, 24–26; Hokkanen ym. 2004, 17–21.)

3.2 Teollisuus 4.0

Teollisuudessa on ollut neljä merkittävää vallankumousta, jotka ovat vieneet teknologiaa ja teollistumista eteenpäin. Vaikka kyse on enemmänkin teknologiasta kuin suoraan logistiikasta, on nämä teollistumisen ja teknologian kehitykset vaikuttaneet myös vahvasti logistiikan kehitykseen. Tätä Teollisuus 4.0:a on edeltänyt kolme muuta merkittävää teollistumisen kehityskaskelta, viime vuosisatojen saatossa. Viimeisin näistä on teollisuuden digitalisoituminen, joka on vallitseva tilanne. Kuviossa 3 tarkastellaan näitä neljää eri teollisuuden vallankumousta ja missä tällä hetkellä teollisuuden kehityksessä mennään sekä miten nykytilanteeseen on päädytty. (Bernard 2018; Raschke 2022.)



Kuvio 3. Tuotannon neljä vallankumousta visuaalisesti esitettynä aikajanalla. (Aberdeen 2023.)

1700-luvulla käyttöön tuli vesivoimalla ja höyryllä toimivia mekaanisia laitteita, joka oli ensimmäinen teollinen vallankumous. Nämä keksinnöt tehostivat tuotantoa ja pienensivät kuluja merkittävästi verraten puhtaasti käsityönä valmistamiseen. Laitteet olivat kaikki mekaanisesti ohjattavia, mutta manuaalisesti operoitavia. Tällä kehityksellä oli myös merkittäviä vaikutuksia raskaaseen teollisuuteen, maanviljelyyn ja ruuan valmistukseen. Tämä vaikutti myös ihmisten työllistymiseen ympärivuotisesti, vedellä ja höyryllä toimivien laitteiden ansiosta maanviljelijät pääsivät isompiin kaupunkeihin työskentelemään myllyille ja tehtaille niihin vuoden aikoihin, jolloin ei maanviljelystöitä ollut. Tämä kehitysaskel mahdollisti myös nopeammat ja tehokkaammat toimitukset kauemmas ja suuremmalle asiakaskunnalle. (Raschke 2022.)

Teollisuuden seuraava askel Teollisuus 2.0 tuli 1800-luvun puolivälin ja loppupuolen aikaan, mutta taas toisten lähteiden mukaan se olisi alkanut vasta ensimmäisen maailmansodan aikoihin 1900-luvun alussa. Tällä teollisuuden vallankumouksella laitteet alkoivat keräämään ja varaamaan sähköä, joka johti tehtaiden sähköistymiseen ja kiihdytti teollisuutta kohti massatuotantoa. Tähän teknologian vallankumoukseen ja sen nopeaan kehitykseen vaikuttivat merkittävästi kaksi sotaa, Yhdysvaltojen sisällissota ja ensimmäinen maailmansota. (Raschke 2022.) Autot olivat tämän aikakauden yksi suurimpia innovaatioita, jotka mahdollistivat entistä nopeamman työvoiman siirtämisen maaseuduilta tehtaisiin.

Suurimpia haasteita tällä aikakaudella oli nostaa tuotannon volyymia ja laskea samalla tuotannon kustannuksia. Asiakkaat alkoivat myös vaatimaan valinnanvaraa tuotteille. Autoteollisuus toimi tällä aikakaudella suunnan näyttäjänä ja teollisuus alkoi käyttää massatuotannossa kokoonpanoon tarkoitettuja tuotantolinjoja, joilla pystyttiin myös vastaamaan asiakkaiden kysyntään räätälöidyistä tuotteista. (Yin ym. 2018, 848–850.)

Teollisuus 3.0 -aikakaudella tietokoneet tulivat tuotannon tueksi hallinnoimaan tuotannon sähköisiä toimintoja ja automaattisesti toimivia laitteita. Tämä kehitysaskel tunnetaan myös tuotannon robotisoinnina. Robotit tekivät jo paljon ihmisen puolesta, mutta ihmisen puuttuminen robotin käyttäytymiseen oli vielä välttämätöntä. Sähkötekniikka on merkittävässä roolissa tällä teollisuuden kehitysloikalla, sillä tietokoneiden tekniikka pieneni fyysiseltä kooltaan ja samalla niistä saatiin paljon tehokkaampia. Anturitekniikka alkoi myös kehittyä tällä aikakaudella, joka oli tärkeä askel kohti Teollisuus 4.0:aa. (Raschke 2022.)

Nykyhetki, Teollisuus 4.0, on enemmän tietokoneiden hyötykäyttöä. Teollisuus 4.0 sisältää datan keräämistä, oppivaa tekoälyä, pilvipalveluita, analytiikkaa, koneen ja ihmisen tiiviimpää kanssa käymistä ja robotiikan kehittymistä entisestään. Anturitekniikka on tänä päivänä merkittävässä roolissa kaikessa datan keräämisessä reaaliaikaisesti. Tämä kehitys on mahdollistanut oppivan tekoälyn, joka kerää dataa ja samalla oppii tapahtumista ilman, että ihmisen tarvitsee niitä erikseen tekoälylle opettaa uusina toimintoina. Dataa kerätään operaattorien tekemistä työn kuitaamisista ja antureiden antamasta informaatiosta. Käytännössä kaikki data ja kommunikointi linkittyy internetiin, mikäli tuotannonohjaus on pilvipalvelupohjaisessa ympäristössä. Tämänlainen datan ja tiedonsiirto mahdollistaa hyvin joustavan kokonaisuuden tuotannossa, aina ylintä johtoa myöden. Data ja sen kerääminen sekä analysointi on tänä päivänä merkittävässä roolissa isommissa yrityksissä ja organisaatioissa. Ilman dataa ja tietoa toiminnan oikeaan suuntaan kehittäminen on lähes mahdotonta, tai sen todistaminen on varsinkin haasteellista. Teollisuuden 4.0:aan vaikuttaa myös erinäiset nykytrendit ja päästöttömät tavoitteet sekä pyrkimykset vähähiilisyyteen. (Beltrami ym. 2021)

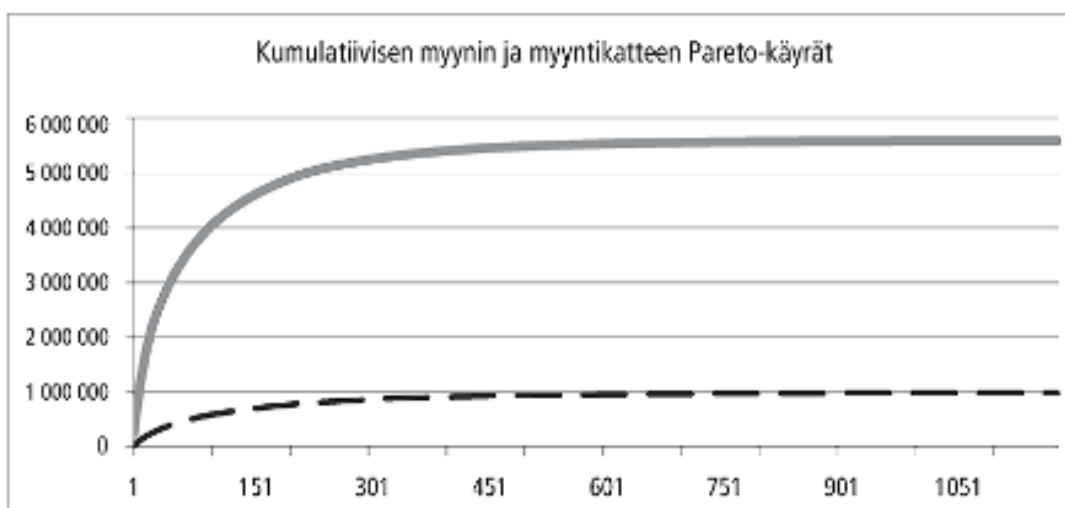
3.3 Materiaali- ja informaatiovirrat

Logistiikka käsittää kaksi perusvirtaa, Informaatiovirran ja fyysisen materiaaliavirran. Tietovirta pitää sisällään suuria määriä tiedonvaihtoa, kuten kuljetusten tilaamista, tilausten vahvistamisista ja laskuttamiseen liittyviä erilaisia ehtoja ja sopimuksia. (Logistiikan maailma 2023a). Materiaaliavirran seuraaminen on varaston seurattavista virroista keskeisin. Logistiikassa tapahtuvat materiaaliavirrat ovat aiheellista päivittää tasaisin väliajoin, jotta toimitusvarmuus ja täsmällisyys pysyvät mahdollisimman tarkkoina. Materiaaliavirrassa tapahtuvia virheitä tulisi myös jäljittää, jotta juurisyyt löytyneille virheille saadaan esille ja ongelmat

voidaan korjata. Materiaalivirran on oltava täsmällistä ja tehokasta, jotta asiakkaalle saadaan tuotettua eniten lisäarvoa. (Hyppönen ym. 2004.)

3.3.1 20/80 sääntö

Henkilöä nimeltä Vilfredo Paretoa pidetään 20/80 luokittelusäännön keksijänä. 20/80-sääntö tunnetaan myös nimellä Pareton periaate tai Pareton jakauma. Sääntö ei kuitenkaan ole absoluuttinen, vaan se voi olla esimerkiksi 22 % nimikkeistä tuottaa 79 % vuosittaisesta liikevaihdosta tai 20 % tuotteista tuo 82 % vuosittaisesta tuloksesta. Säännön tarkoituksena on auttaa ymmärtämään, että suhdeluku on lähempänä 20/80 kuin 50/50-suhdelukua. Säännön ydinsanoma on, että katteen tai myynnin kannalta suurin osa tuotteistosta näyttää turhilta. Toisaalta tuotteen varastointi saattaa olla silti perusteltua esimerkiksi kyseisen tuotteen ollessa merkittävälle asiakkaalle kriittinen. Tämänkaltaisilla tuotteilla on usein tarkoitus pitää asiakassuhteita yllä ja saada katteita muista tuotteista, joita asiakas ostaa. (Sakki 2014, luku 5.)



Kuvio 4. Esimerkki Pareto-käyrästä kumulatiivisesta myynnistä ja myyntikatteesta. (Sakki 2014, luku 5.)

Kuvion 4 esimerkki auttaa hahmottamaan Pareton-periaatteen konkreettisesti. Yhtenäinen viiva indikoi kumulatiivista myyntiä ja myyntikatetta katkoviiva. Käyrään on kuvattu 1230 tuotteen myynnin ja myyntikatteen kumulatiivista kertymää. Myyntimäärät euroissa kuvataan pystyakselilla ja vaaka-akselilla myydyt kappaleet. Tuotteet on järjestetty myynnin suuruuden mukaiseen järjestykseen, jolloin 20 % alkupään tuotteista toivat 84 % kokonaisy-myyntistä ja 91 % myyntikatteesta. Kuviosta voidaan todeta, että suuri osa tuotteistosta ei kerrytä paljon katetta eikä myyntiä. (Sakki 2014, luku 5.)

3.3.2 ABC-analyysi

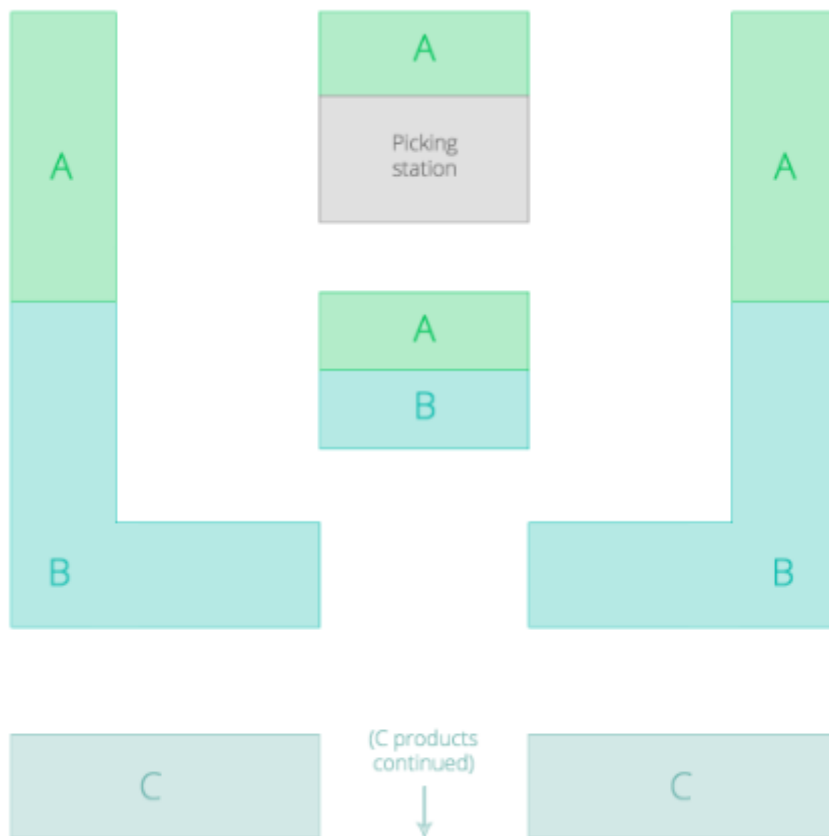
Tuotteiden lajittelu on tärkeää varastonhallinnan kannalta ja se helpottaa varaston koko potentiaalin ymmärtämistä. Tämä varastonohjaukseen sekä tuotteiden menekin ja tuotteiston lukumäärällistä epäsuhtaa kuvaamaan suunniteltu ABC-analyysi auttaa havainnoimaan varastoissa olevat eri volyymin tuotteet ja luokittelemaan ne esimerkiksi kulutuksen tai myyntikatteen mukaan. Tämän analyysin avulla varastoon sitoutunutta pääomaa voidaan paremmin hallita ja parantaa tärkeiden tuotteiden saatavuutta. ABC-analyysi pohjautuu Pareton periaatteeseen tai 80/20 sääntönä tunnettuun menetelmään, jotka jakavat tuotteet halutun tarpeen mukaan, jossa esimerkiksi 80 % myyntivolyymista tai liikevaihdosta koostuu 20 % nimikkeistöstä. Tavallisesti ABC-analyysi suoritetaan vertaamalla tuotteiden menekkiä yrityksen liikevaihtoon viimeisen vuoden osalta. ABC-analyysi antaa kuitenkin laajemman viiden eri luokan jaottelun kahden eri luokan sijaan, joista neljä on aktiivisille nimikkeille ja yksi ei-aktiivisille. Jaotteluun voidaan käyttää esimerkiksi seuraavanlaista jaottelua (Scholz-Reiter ym. 2012; Sakki 2014.):

- A-ryhmä: 50 % myynnistä tai kappaleiden kulutuksesta
- B-ryhmä: 30 % myynnistä tai kappaleiden kulutuksesta
- C-ryhmä: 18 % myynnistä tai kappaleiden kulutuksesta
- D-ryhmä: 2 % myynnistä tai kappaleiden kulutuksesta
- E-ryhmä: ei myyntiä tai kulutusta

Vaikka C- ja D-ryhmän nimikkeet ovat vähiten merkitsevässä roolissa yrityksen kannalta, voivat ne olla asiakkaille merkitseviä tuotteita, joita ei voida kokonaan poistaa tuotteistosta. E-ryhmän tuotteet ovat käytännössä sellaisia, etteivät ne liiku vuoden aikana laisinkaan. Tuotteet ovat silloin tilausohjautuvia, mutta asiakassuhteiden vuoksi ne pidetään myyntiohjelmassa. Tähän ryhmään voi myös kuulua harvoissa projekteissa kuluvia osia tai tiettyyn tarkoitukseen räätälöidyt tuotteet, jossa toimitusaika saattaa olla todella pitkä. Tutkimuksen edetessä tullaan huomaamaan, kuinka paljon varastoissa on E-ryhmään kuuluvia tuotteita, joilla ei ole lainkaan kulutusta viimeisen puolen vuoden aikana tai ovat projektikohtaisia ja kulutusta ei ilmene puolen vuoden aikana ollenkaan. (Sakki 2014, luku 5; Scholz-Reiter ym. 2012.)

Analyysiä voidaan käyttää myös tehostamaan ja kehittämään varaston toimintoja muillakin tavoin, kuten esimerkiksi miten tuotteet ovat sijoiteltuna varastoissa. Analyysiä voidaan hyödyntää tuotteiden myyntivolyymien mukaan ja suuren volyymin tuotteet asetetaan keräilykannalta optimaaliseen paikkaan. Pienemmän volyymin tuotteet puolestaan laitetaan

keräilyn kannalta vähemmän optimaaliseen paikkaan. (Sakki 2014, luku 5; Scholz-Reiter ym. 2012.)



Kuvio 5. Varaston keräilyn layout hyödyntäen ABC-lajittelua (SKULabs 2023)

3.3.3 Materiaalinvirtaus ja layout

Materiaalivirran seuranta on varastoinnin kannalta keskeisin seurattava toiminto. Layout-sanalle ei ole suoraa suomennosta, mutta vapaasti suomennettuna se tarkoittaa pohjapiirustusta. Teollisuudessa termi layout on vakiinnuttanut paikkansa puhuttaessa tuotannon tilojen järjestyksistä ja järjestelyistä. (Haverila ym. 2009.) Fyysistä materiaalivirtaa seurataan usein yrityksen layoutia tutkimalla, josta voidaan havaita esimerkiksi mistä puolivalmisteet tuodaan tuotantotiloihin tai kuten mistä raaka-aine toimitetaan tehtaan sisään jalostettavaksi ja mistä valmis tuote lähetetään asiakkaalle. Layoutin merkitys korostuu erityisesti silloin, mikäli yrityksessä on kiinteät hyllypaikat jokaiselle tuotteelle. Keräilytyön sujuvuuden kannalta tuotteiden oikea sijoittelu, kulutuksen tai arvostuksen mukaan oikeaan sijaintiin on erittäin merkitsevää. Suurimman kulutuksen omaavat tuotteet sijoitellaan sijaintiin, josta ne ovat nopeasti kerättävissä ja lähetettävissä, joka säästää merkittävästi työaika.

Puolivalmistetuotteissa taas sijoittelu mahdollisimman lähelle seuraavaa työvaihetta on järkevää, jolloin tuotetta ei tarvitse lähteä hakemaan kaukaa. Virtauksen muotoja on erilaisia, joita voidaan soveltaa materiaalien virran kehittämisessä. (Logistiikan maailma. 2023c.)

- Suoravirtaus
- U-virtaus
- L-virtaus

Suoravirtauksessa etuna on se, että varaston leveys ja pituus on lähes vapaasti määritettävissä. Edellytyksenä suoravirtausvaraston toimivuudelle on riittävät ulkoalueet varaston molemmissa päissä, joka mahdollistaa liikenteen ja lähetyksen sekä vastaanottoiminnot. U-virtaus mahdollistaa suuren nimikemäärän sijoittelun lyhyen keräilymatkan päähän ja sinne hyllystöt voidaan sijoitella monella tapaa. Tämä varastointimalli ei vaadi niin suuria ulkoalueita kuin suoravirtausvarasto, mutta sen sijaan käytävää vaaditaan jonkin verran enemmän. L-virtausvarastossa virtaus tapahtuu varastossa sen viereisiltä sivuilta. Ulkoalueiden vaatimukset tässä mallissa asettuvat suoravirtausvaraston ja U-virtausvaraston väliin. (Logistiikan maailma. 2023c.)

Yrityksen sisäisiä järjestelyitä eli työpisteiden tai tuotantopisteiden sijoittelua tulisi pohtia siten, että tuotteiden edestakaisin kuljettamista tai tuotantotilan päästä toiseen kuljettaminen jäisi mahdollisimman vähälle ja tuotantotilaan saataisiin sujuva materiaalivirta. Tilanne voi tosin olla sen kaltainen, että samaa työvaihetta voidaan joutua käyttämään eri vaiheessa tuotteen valmistumista, jolloin tuotetta kuljetetaan takaisin päin tuotannossa vastoin suunniteltua materiaalivirtaa. Usein yrityksissä törmätään tilanteeseen, jossa yksittäinen suuri tuotantolinja ei ole mahdollinen tai se on kokonaan sijoitettu fyysisesti eri sijaintiin. Tällöin valmistuksen eri vaiheet ovat jaettu erillisiin tuotantosoluihin. Näissä soluissa työskentelevät työntekijät muodostavat tuotantotiimin. Näistä soluista valmistuneet puolivalmisteet ja tuotteet kuljetetaan lähemmäs tuotantolinjaa tai kokoonpanoaluetta hyllyihin, josta ne sitten kerätään tarpeen ilmetessä käyttöön kokoonpanolinjalle. (Hokkanen ym. 2004.)

3.3.4 XYZ-analyysi

Tällä analyysillä tarkastellaan esimerkiksi tuotteiden logistiikkakustannuksia tai kulutuksen vaihtelua. Myös varastopaikkojen määrittelyssä tämä on toimiva työkalu, mikäli tuotteille ollaan luomassa kiinteitä hyllypaikkoja. XYZ-analyysi suoritetaan usein ABC-analyysin tukitoimena, jolloin päästään tarkemmalle tasolle nimikkeiden käyttäytymisestä ja arvostuksista vuositasolla. Myös tässä analyysissä 80/20-sääntö on paikkansapitävä. Analyysi on suositeltua suorittaa tietyin väliajoin, kuukausittain, kvartaaleittain tai vähintään vuosittain.

Datan laatu on oltava luotettavaa ja sen käyttäminen analyysissä tehdessä on välttämätöntä. Kaikki tarvittavat tiedot kulutuksista ja tuotteiden arvostuksista saadaan tuotannonohjausjärjestelmästä. Tämän tiedon tärkeyden taustalla on selkeä syy: yrityksiä kiinnostaa aina tuotteiden hinnat, sekä niihin kohdistuvat suorat ja epäsuorat kustannukset, sekä niistä myynnin jälkeen jäävä kate. Tämä on kannattavan yritystoiminnan perusta. (Sakki 2014.)

C	CX	CY	CZ
B	BX	BY	CY
A	AX	AY	AZ
	X	Y	Z

Kuvio 6. ABC-XYZ -analyysitaulukko. (Stojanović & Regodić 2017.)

XYZ-analyysi yhdistettynä ABC-analyysiin auttaa hahmottamaan koko varaston ja siellä olevien tuotteiden rahallisen arvon, mutta se myös auttaa hallitsemaan yksittäisiä nimikkeitä. XYZ-analyysi taas tarkastelee tuotteiden kustannuksia enemmän kuin pelkkää kuluusta mikä on ABC-analyysin luonne. Nämä kaksi eri analyysiä voidaan suorittaa täysin erillisinä analyysinä tai yhdistää, jolloin saadaan tarkka kuva varastoinnin tilanteesta, varastossa olevasta pääomasta ja siellä olevien tuotteiden kustannuksista. Tämä kaksivaiheinen ABC-analyysi ja XYZ-analyysi voidaan sijoittaa yhdeksän tai useamman ruudun ruudukkoon, jossa vaaka-akselille sijoitetaan ABC-sarakkeet ja pystyakselille XYZ-rivit. Useamman ruudun ruudukko voidaan luoda silloin, jos halutaan entistä tarkempi tieto varaston tilanteesta, kuten jo aiemmin ABC-analyysi vaiheessa käytiin lävitse voi luokitteluja olla useampia kuin kolme. Tämä pätee myös XYZ-analyysiin, esimerkissä kuviossa 6 jossa käsitellään yksinkertaisin yhdistelmäanalyysi-malli. Tarkastellessa nimikkeiden vuosikulutuksia ja niistä syntyvää katetta, sijoitetaan nimike ruudukkoon seuraavasti. Riville A, joka on lähinnä origoa eli nolapistettä, sijoitetaan tuotteet, joiden myyntikate on suurin ja vastaavasti riville C sijoitetaan B- ja Y-nimikkeet joiden myyntikate on heikoin. Sarakkeeseen X, joka sijoittuu myös ruudukossa lähimmäs origoa, sijoitetaan tuotteet, joista koostuu 50 % myynti- tai kulustapahtumista ja Z-sarakkeelle sijoitetaan tuotteet, jotka sijoittuvat vastaavasti

kauimmas origosta. B- ja Y-nimikkeet sijoittuvat näiden väliin. Sijoittamalla tuotteet ruudukkoon edellä mainitulla tavalla, saadaan aikaan visuaalinen ja selkeä luokittelu halutuilta tuotteilta sekä tarkasteltavasta asiasta, joka voi olla esimerkiksi myyntitapahtuma tai kulu-tus. Kuvio 6 havainnollistaa vielä minkälainen luokittelutaulukko on kyseessä. (Devarajan & Jayamohan 2016; Sakki 2014.)

Tämä taulukko auttaa varaston ja siinä kiinni olevan pääoman hallinnassa ja tuotteiden kannattavuuden tarkastelussa visuaalisesti. Periaatteeltaan kaksi edellä käytyä analyysiä ovat hyvin samankaltaisia. X-ryhmään sijoittuvat tuotteet, jotka aiheuttavat 70 % varaston kustannuksista, Y-ryhmään sijoittuvat aiheuttavat 20 % varaston kustannuksista ja Z-ryhmään sijoittuvat aiheuttavat 10 % varaston kustannuksista. (Devarajan & Jayamohan 2016; Sakki 2014.)

Kun varastoitavien nimikkeiden määrä on kohtuullisen suuri, poikkeavat toimitusajat ja kysyntävolyymit toisistaan. Tämän opinnäytetyön yksi merkittävin osa oli selvittää, miten tuotteiden materiaalivirtoja ja millä toimenpiteillä varastointia saataisiin tehostettua ja logistiikan tuottavuutta kehitettyä, joten nämä analysointityökalut nousevat merkittävään rooliin. Näiden kahden nimikkeistöön kohdistuvan analyysin yhdistelmäanalyysia kutsutaan myös nelikenttäluokitteluksi. Tällä luokittelulla päästään lähemmäksi syntyvien kustannusten keskiötä ja saadaan tärkeää tietoa tuotteistosta myynnin ja hankinnan kannalta. Tämä analyysi valittiin tähän tutkimukseen koska sen keskiössä on varastoinnin kustannukset. Liian suuret varastotasot sitovat turhaan pääomaa varastoihin ja liian pienet varastotasot aiheuttavat myöhästymisiä ja jatkuvia varastotäyttöjä. (Sakki 2014, luku 5; Shah 2021.)

3.4 Varastointi ja varastotasot tehtaittain

Usein logistiikka mielletään pelkästään varastointina, varastoinnin kuitenkin ollessa vain pieni osa logistiikasta. Tekniseltä kannalta ajateltuna varasto tarkoittaa fyysistä tilaa, jossa kyseisiä materiaaleja säilytetään. Varastona voidaan mieltää lähes jokainen fyysinen sijainti, jossa materiaalit seisovat. Varasto saattaa olla materiaaleille väliaikainen tai lopullinen sijoituspaikka. Yritystoiminnoissa usein kuitenkin kyseessä on väliaikainen varastointi, kuten tutkimuksen kohteena olevat puolivalmisteet. Lopullinen sijoituspaikka koskee yleensä poikkeuksellisesti esimerkiksi jätteitä, joita yhä enemmän menee hyödynnettäväksi ja täydelliseen loppusijoitukseen yhä vähemmän. Varastot ryhmitellään niissä säilytettävän materiaalin käyttötarkoituksen mukaan, mutta myös jalostuksen vaihe ja prosessin palvelutaso vaikuttavat sen erittelyssä. Valmistukseen liittyviä varastoja ovat:

- Raaka-ainevarasto. Sisältää yritykseen saapuneen raaka-aineen, jota ei ole vielä otettu tuotannossa käsittelyyn.

- Puolivalmistevarasto. Tuotannossa raaka-aineista käsiteltyjä kappaleita tai alihankinnasta saapuneita puolivalmisteita ja niiden välivarastointi prosessin aikana.
- Valmiste- eli tuotevarasto. Tuotannossa syntyneiden lopputuotteiden sijoituspaikka. Tämän varaston tuotteet ovat valmiita ja asiakkaalle toimitettavissa olevia. Usein tämä varasto sijaitsee lähettämössä tai sen välittömässä läheisyydessä, jolloin tuotteiden keräily on nopeaa ja tehokasta.
- Tarvikevarasto. Sisältää eri valmistusprosessien eri vaiheissa tarvittavia kulutus ja apuaineita sekä kulutustarvikkeita, kuten pakkaustarvikkeita ja hiontalaikkoja.
- Työvälinevarasto. Tuotannossa käytettäviä työvälineitä, esimerkiksi vasaroita, viiloja ja rullamittoja.

Tutkimuksen kohteena olevassa yrityksessä samoja puolivalmisteita voidaan käyttää eri osastoilla, jolloin varastoitavia puolivalmisteita voidaan joutua varastoimaan jokaisella osastolla tai tehtaalla erikseen. Edellä mainitun kaltaiseen tilanteeseen päädytään, mikäli vuosittaiset kulutukset eri osastoilla ylittävät varastointitarpeen rajan. Tällä menettelyllä säädetään osastojen välisissä logistiikkakustannuksissa. (Yritys X 2023; Hokkanen ym. S.140–145.)

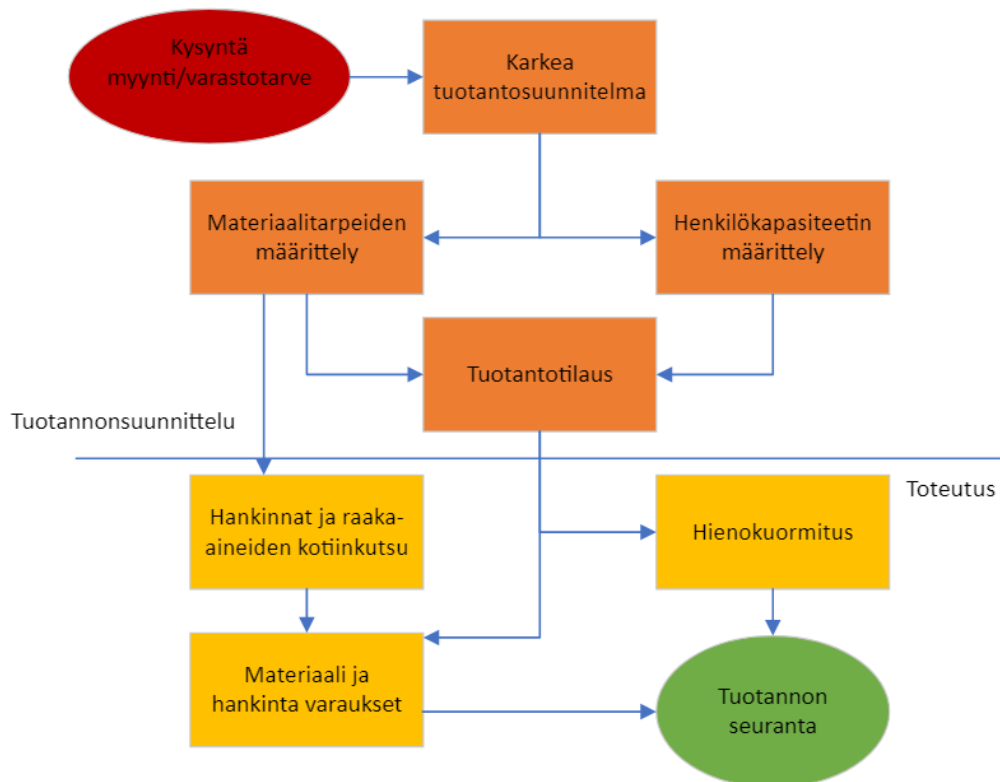
4 Prosessit ja johtaminen

4.1 Tuotannonohjaus

Organisaatioiden logistiikassa ei tuotannonohjausta välttämättä suoraan mielletä osaksi sitä. Tuotannonohjauksella on tässä kuitenkin merkittävän rooli sen hallinnoidessa yrityksen lävitse virtaavia materiaaleja, tietovirtoja ja komponentteja. Tuotannonohjaus vastaa yrityksen päivittäisistä operatiivisista valvonta-, toteutus- ja suunnittelutoimenpiteistä, jotta yrityksen resurssit on käytetty tehokkaasti tuotantotavoitteiden saavuttamiseksi. Tuotannonohjausta ei voida pitää erillisenä toimintona, sillä se on vahvasti sidottuna yrityksen kaikkiin muihin toimintoihin. Tuotannonohjaukseen sisältyy seuraavanlaisia toimintoja

- Tuotesuunnittelu
- Tuotannonsuunnittelu
- Materiaaliohjaus
- Valmistuksenohjaus
- Tuotannon seuranta
- Tuotannon kehittäminen.

Tuotannonohjaus on aiemmin tunnettu termillä työnsuunnittelu. Teoria tuotannonsuunnittelusta alkoi kehittyä 1950-luvulla, jolloin se käsitti erilaisia tuotannon ajoituksen tekniikoita. Tuotannonohjaus kehittyi 1960-luvulla erityisesti varastoinnin seurannan suuntaan, kun taas 1970-luvulla siirryttiin tapahtumien seurannasta enemmän niiden ennakkointiin. Näihin aikoihin aloitettiin käyttämään termiä tuotannonsuunnittelu, mutta tänä päivänä termi tuotannonohjaus on yleistynyt. (Hokkanen ym. 2004, 228–235.)



Kuvio 7. Tuotannosuunnittelu tutkimuksen kohdeyrityksessä. (Sovellettu Peltokorpi, A. 2008; Zijm, W. 1999.)

Tuotannonohjauksen tehtävä on hallita yrityksen tuotantokapasiteettia ja vastata tuotannossa sekä myynnissä syntyviin muuttuviin kysyntöihin, puutteisiin ja tapahtumiin. Mikäli tuotannonohjaus kokee suuren määrän odottamattomia muutoksia, muuttuu työskentely enemmänkin hallitsemattomien työtehtävien vakauttamiseksi, joilla pyritään pitämään esimerkiksi toimitusvarmuus hyvällä tasolla. Edellä mainittuun tilanteeseen voidaan päätyä sairaslomien, raaka-ainepulan tai laiterikkojen vuoksi, jolloin syntyneet ongelmat pyritään minimoimaan ja suunnitelmaa muutetaan, jotta suunniteltu tavoitetilä saavutetaan. Tuotannonohjaukselle on määritetty neljä erilaista tuotannonohjaukseen liittyvää tavoitetta

- Hyvä toimitusvarmuus
- Hyvä saatavilla olevan kapasiteetin käyttöaste
- Vaihto-omaisuuteen sidottu mahdollisimman pieni pääoma
- Kokonaisläpäisyajan pitäminen lyhyenä

Tuotannonohjaus sitoo koko tilaus-toimitusketjun yhteen sekä ennakoi parhaan mukaan tulevia tapahtumia. Tilasta luodessa järjestelmään aloitetaan sen valmistuksen karkeasuunnittelu ja aikataulutuksen suunnittelu. Tuotteet voivat koostua yhdestä tai useasta sadasta

komponentista ja sisältää alihankinnasta ostettavia sekä itsevalmistettavia komponentteja. Näistä komponenttien valmistuksesta ja hankinnasta, kokoonpanoista ja kuljetuksista syntyy tuotannon kokonaisläpäisy aika tuotteelle. Mikäli tuote on kokonaan tilausohjautuva, aloitetaan komponenttien valmistaminen raaka-aineista ja hankinnasta tulevat osat tilataan. Nopean toimituksen vaativiin tuotteisiin voidaan käyttää kolmannen osapuolen tarjoamaa varastointipalvelua, jolloin toimitusaika nopeutuu ja varastointikustannuksista vastaa toinen yritys. Tämänkaltaisia ratkaisuja voidaan toteuttaa, jos tuotteella on esimerkiksi pitkä toimitusaika tai sen varastointi syystä tai toisesta ei ole järkevää yrityksen omissa tiloissa. Varasto-ohjautuva tuote sen sijaan koostuu useimmiten puolivalmiiden tuotteiden kokoonpanosta, jotka jo löytyvät valmiiksi varastoituna. Täysin tilausohjatut tuotteet eivät tarvitse varastoja lainkaan. Poikkeuksiakin on, sillä varasto voi olla esimerkiksi raaka-aineena, jolloin toimitusaika on raaka-aineen hankinta ajan verran lyhyempi, joka saattaa olla jopa viikkoja. Omaisuuden sitominen mieluummin raaka-aineeseen on järkevämpää kuin puolivalmisteesiin, koska raaka-aineesta voidaan tuottaa mitä tahansa puolivalmistetta tai myydä sellaisenaan toiselle yritykselle. (Hokkanen ym. 2004, 228–235.)

Tänä päivänä tuotannonohjaukseen luodaan älykkäitä ratkaisuja kehittyneen anturiteknologian sekä ajantasaisen datan ansiosta, jotka keskustelevat suoraan tuotannonohjausjärjestelmän kanssa antaen sille reaaliaikaista tietoa tapahtumista. Järjestelmä ehdottaa automaattisesti joitakin toimintoja, kuten uudelleenajoittamaan jonkin valmistuksen tai pienentämään jotain sarjakokoa tilauksen peruuntuessa. Tuotannonohjauksella on muitakin tärkeitä tehtäviä kuin pelkästään tuotteiden oikea-aikainen valmistaminen. Tuotannosuunnittelija ottaa suunnitelmassaan huomioon myös eri valmistuslinjat, välineet ja tiedon laadusta ja myös kunnossapidosta, jolloin esimerkiksi huollot voidaan toteuttaa suunnitellusti ilman että tuotanto seisahtuu hallitsemattomasti. (Marcel 2021.)

Tuotannonohjauksella ja ajoittamisella on merkittävä rooli yrityksen logistiikassa, sen hallitessa materiaalivaatimusten suunnittelua. Tuotannonohjaus määrittelee tuotannonohjausjärjestelmään ohjausarvot tuotteille, joita ovat esimerkiksi suurin ja pienin sallittu varastointimäärä tai asettaa jonkin tuotteen läpimenoaikajärjestelmään, joka auttaa myynnissä toimitusaikalupauksissa. Tämä tuotteiden arvojen määrittely helpottaa myös, kun tiedetään tuotteen tietyn sarjakoon läpimenoaika tuotannossa ja koska varastot ovat taas täytetty. Järjestelmä suorittaa koko ajan tarvelaskentaa, joka määrittää nimikkeiden valmistustarpeet. Nämä toiminnot pitävät vakiotuotteiden materiaali- ja puolivalmisteverastoja yllä, jotta toimitusaika tuotteille pysyy kohtuullisena. Tuotannonohjauksella on myös merkittävä rooli tukea sisälogistiikan operaattoreita ja muita toimihenkilöitä, sekä olla mukana kehittämässä sisälogistiikkaa. (Hokkanen ym. 2004, 215–235.)

Kohdeyrityksessä on varasto-ohjautuvaa, sekä osittain ja täysin tilausohjautuvaa tuotantoa. Tämän kaltainen toimintamalli tunnetaan paremmin hybridimallina. Tuotannossa on samaan aikaan vakiotuotteita, joilla on tietty kulutus vuodessa ja osittain tai kokonaan asiakkaille räätälöityjä tilausohjattavia tuotteita, jotka sisältävät osittain tai kokonaan tilausohjautuvia komponentteja. Toimintamalli johtuu kasvavasta asiakastarpeesta ja tuotevariaatioiden määrästä, jotka aiheuttavat uudenlaiset haasteet tuotannonohjaukselle. Tilausohjautuville tuotteille pyritään käyttämään mahdollisimman paljon jo olemassa olevia puolivalmisteita ja teettämään puuttuvat puolivalmisteet kapasiteetin tarjoamissa puitteissa tilauskohtaisesti. (Gunasekaran 2005, 423–424; Yritys X.)

Tuotannonohjaus käsittelee tuotteen valmistukseen vaadittavan suunnittelun, organisoinnin, koordinoinnin ja hallinnon. Tuotannonohjauksella on myös merkittävä rooli vaikuttaessa tuotannonkustannuksiin, laatuun, ajoitukseen ja suorituskykyyn. Tuotannosuunnittelu järjestee toiminnot siten, että koko tuotantokierron ajan tarvittavat raaka-aineet ja puolivalmisteet ovat oikeaan aikaan oikeassa paikassa tämän toiminnon ollessa jokaisen yrityksen tärkeimpänä osana tuotannon sujuvuuden kannalta. Teollisuus 4.0 -aikakaudella on kehitytty tälläkin osa-alueella valtavasti ja tuotannonohjaajien tueksi on tullut tuotannonohjausjärjestelmiä, jotka automaattisesti seuraavat ja laskevat sinne syötettyjä perusarvoja. Järjestelmät tuotannonohjauksen takana on usein työntö-, veto- tai hybridityyppisiä ratkaisuja riippuen siitä millainen tuotannonohjauksen strategia yrityksellä on käytössä. Työn tehokkuuteen ja hukan minimoimiseen tuotannonohjauksella on myös suuri merkitys. Hukkaa ilmenee tuotannossa monessa eri muodossa. Hukkaa tuotannonohjauksessa voi ilmentyä neljässä eri muodossa, ylituotanto, liian suuret varastot, liika resurssointi ja tarpeeton pääoman sijoittaminen. (Khojasteh 2015.)

4.1.1 Tuotannonohjausjärjestelmä

Tuotannonohjaus- tai toiminnanohjausjärjestelmät, jotka ovat käytännössä synonyymejä, ovat tuotannonohjauksen ja sen valvonnan tärkein työkalu. Tuotannonohjausjärjestelmä tunnetaan myös lyhenteellä ERP (Enterprise Resource System), joka suoraan suomennettuna tarkoittaa yrityksen resurssijärjestelmää. Järjestelmää käytetään päivittäisissä toiminnoissa tukemaan strategiaa, operaatioita, hallinnan eri analyysejä ja päätöksiä tekeviä toimintoja. (Matende & Ogao 2013.) Siinä yhdistyvät myynti, hankinta, varastonhallinta, tuotannonohjaus, palkanlaskenta ja kirjanpito.

Kohdeyrityksessä on käytössä pilvipalvelupohjainen järjestelmä Microsoft Finance and Operations. Tuotannonohjausjärjestelmä on räätälöity vastaamaan juuri tämän yrityksen tarpeita, jolloin siitä saadaan suurin hyöty ja sen räätälöinneistä vastaa Microsoftin kumppaneina toimivat konsulttiyritykset. Järjestelmällä kontrolloidaan yrityksen tuotannon

päivittäisiä toimia, taloutta ja asiakkuuksia reaaliaikaisesti ja tehokkaasti. Microsoft-pohjaisessa pilvipalveluun pohjautuvassa ratkaisussa on monia etuja verrattuna erilliseen ERP-järjestelmään. Etuina on muun muassa päivitettävyyden, reaaliaikaisuuden, datan kerääminen sekä edistysellinen tietoturva. Päivitykset ja erilaiset laskennat tuotannossa voidaan ajoittaa yöaikaan, jolloin käyttökatkoista ei ole haittaa operatiivisille toiminnoille. (Microsoft 2023c.)

Yrityksessä on käytössä samassa paketissa Microsoftin 365:n tarjoamia erilaisia sovelluksia, joita esitellään seuraavaksi lyhyesti. Microsoftin perustyökaluista löytyy seuraavat työkalut Excel, Exchange, Word, PowerPoint, Outlook, Teams, OneDrive ja SharePoint. Edellä mainitut toiminnot ovat esimerkkejä, kuinka yrityksessä on keskitetty toiminnot Microsoftin tarjoamiin ratkaisuihin ja sovelluksiin. Tämä on järkevää monellakin tapaa, koska järjestelmät kommunikoivat keskenään lähes ilman viiveitä ja toiminnot sekä raportit toimivat sulavasti. Raportointiin ja raporttien luomiseen käytetään Microsoftin tarjoamaa Power BI-datan käsittely- ja analysointisovellusta. Organisaation toiminnan ollessa kaikki sidottuna yhden toimittajan pilvipalveluihin, tarjoaa se merkittäviä etuja kaikkien sovellusten yhteentoimivuutta ajatellen. Raportit saadaan räätälöityä ja suodatettua oman tarpeensa mukaan sekä sieltä saadaan data otettua ulos esimerkiksi suoraan Excel-työpöytäsovellukselle käsittelyä ja erillistä analysointia varten. (Microsoft 2023c; Microsoft 2023d.)

4.1.2 Pöytälaiteet ja mobiilisovellukset kohdeyrityksessä

Tuotannossa on käytössä tablet-tietokoneita ja älypuhelimia riippuen työpisteestä ja tuotannon työntekijän toimenkuvasta. Kohdeyrityksellä on joitain räätälöityjä mobiilisovelluksia sekä käytössä on Microsoftin Power Apps -sovelluksella luotuja omia yksinkertaisia sovelluksia. Power Apps -työkalulla on helppoa ja nopeaa luoda juuri omiin tarpeisiin parhaiten soveltuva sovellus. Aloitejärjestelmä on esimerkiksi kohdeyrityksessä kokonaan Power Apps- pohjainen ratkaisu. Näillä sovelluksilla suoritetaan kaikki toimenpiteet, joita tuotannossa tarvitsee suorittaa. Varaston hallintaan on käytössä WMS (Warehouse Management System). Tämä sovellus on myös Microsoft-pohjainen. Tällä sovelluksella suoritetaan keräykset, hyllytykset, saldokorjaukset ja tuotteiden siirrot työpisteille. Se on käytössä tuotannon operaattoreilla, logistiikassa, lähettämössä ja tuotannon toimihenkilöillä. Sovelluksella voidaan tehdä lähes kaikki varastonhallinnan kannalta kriittiset toimenpiteet. Sovellus on yksinkertainen ja helppokäyttöinen. Yrityksessä käytössä olevat sovellukset keskustelevat suoraan tuotannonohjausjärjestelmän kanssa. (Microsoft 2023e; Yritys X.)

Tuotannon töiden aloittamisiin ja päättämisiin on oma sovelluksensa, joka on myöskin tutkimuksen kohdeyritykselle räätälöity Shop Floor, joka keskustelee myös suoraan tuotannonohjausjärjestelmän kanssa. Työntekijät aloittavat ja päättävät työpäivänsä käyttämällä

tätä ohjamaa, josta ulos ja sisään -leimaukset näkyvät tuotannonohjausjärjestelmässä samoin kuin tuotannon operaattorien valmiiden töiden kuittaukset. Sovellus on käytettävissä tuotannossa olevilla tableteilla ja älypuhelimilla. Tuotannon tukitoimille on myös erilliset kirjat epäsuoarina töinä, jotka eivät siis ole kuluja suoraan jollekin tuotantotilaukselle, vaan ne kirjataan omina tukitoimina ja kuluina järjestelmään. Tämän kaltaisia toimintoja ovat esimerkiksi häiriöstä johtuva odotus, laiterikko ja sisälogistiikka. Sisälogistiikkaa hoitavat myös yrityksessä alihankkija, trukin kuljettajat, sekä tuotannon työntekijät tarpeen mukaan. Yrityksen yhtenä tärkeimpinä tuotannon mittareina on työntekijöiden suora tehokkuus ja epäsuorien töiden osuus, ja mistä nämä epäsuorat tunnit koostuvat. Sovelluksessa on käytössä myös trukin tilausmahdollisuus, josta syntyy sisälogistiikan operaattoreille työlista toimitusosoitteineen, johon on pyydetty mitkään tuotteet. Tätä käytetään pääsääntöisesti päätehtaalla, jossa on omat sisälogistiikan operaattorit ja siten mahdollisuus kyseiseen palveluun. Tätä ominaisuutta käytetään toistaiseksi vain päätehtaalla ja tämän käyttöä tiedustellessa tuotannossa työskenteleviltä operaattoreilta oli sen käytössä paljon epäselvyyksiä. Muilla osastoilla työpisteiden operaattorit hoitavat tuotteiden keräilyä itsenäisesti tai alihankinnan operaattorit huolehtivat tuotteiden riittävyyden työpisteillä ja käyttävät tähän epäsuoraa työtä, joka myös on yksi yrityksen keskeisiä mittareita. Päätehtaan sisälogistiikan operaattorit tuottavat koko työaikansa epäsuoraa työtä sisälogistiikka-syykoodille. (Yritys X.)

4.2 Tuotannon hukat ja tuotteiden seurattavuus

Tuotannossa ilmenee aina erilaisia hukan muotoja. Lähtökohtaisesti tuotannon koko ketjun varastointiin ja logistiikkaan liittyviä hukkia löytyy erilaisia, kuten aiemmin esitettyyn tuotannonohjaukseen liittyen, esimerkiksi tuotteiden turha käsittely ja liika varastointi. Hukattuna aikana, resurssina tai pääomana voidaan karkeasti ajatella kaikkia tuotteisiin liittyviä tapahtumia, jotka eivät jalosta tuotteelle lisäarvoa ja josta asiakas ei ole valmis maksamaan tuotteessaan, lasketaan hukkana. Logistiikkaan ja puolivalmiiden tuotteiden käsittelyyn voidaan liittää seuraavanlaisia hukan muotoja:

- Tuotteiden odottamiseen ja etsimiseen käytetty aika
- Tuotteiden turhat käsittelyt ja siirrot
- Ylisuuret varastot
- Turhat liikkeet

Tähän opinnäytetyöhön liittyen myös nämä sisälogistiikassa ilmenevät hukan muodot ovat tarkkailun alla. Näistä hukista suurin osa saadaan esiin ABC-XYZ -analyysin ja haastattelujen avulla, jotka suoritettiin tutkimuksen aikana. Tuotannonohjausjärjestelmä antaa

henkilötasolla tietoa siitä, kuinka paljon kukakin henkilö on käyttänyt työaikaansa esimerkiksi viimeiseltä tuloskvartaalilta osien odottamiseen tai etsimiseen. Siirtoihin käytetty aika ja niiden määrä saadaan järjestelmästä suoraan raportille. (Hokkanen ym. 2004, 234–235; Yritys X)

4.3 Yrityksen sisälogistiikka

Termi sisälogistiikka on tässä tapauksessa operatiivisia toimintoja tarkoittava toiminnallinen kokonaisuus. Yrityksen sisälogistiikkaan sisältyy kaikki tapahtuvat siirrot tuotteiden tai raaka-aineiden saapumisesta valmiin asiakkaalle jalostetun tuotteen lähetykseen asti. Tämänkaltaisia siirtoja ovat hyllypaikalta työpisteelle tai tuotteen vastaanotosta siirto hyllypaikalle. Useimmiten sisälogistiikalla tarkoitetaan edellä mainitun kaltaisia tilanteita ja sille on ominaista, että tapahtumat ovat yrityksen omissa tiloissa. Tutkimuskohteena olevan yrityksen sisälogistiikka on toteutettu eräänlaisena hybridiratkaisuna, jossa osan sisälogistiikasta suorittaa yrityksen omat kuljettajat ja osan taas alihankintayritys. Alihankintayritys vastaa täysin tuotantolaitosten välisistä siirroista. Tutkimuksen kohdeyrityksessä on käytössä dynaamisten ja kiinteiden hyllypaikkojen välimuoto. Tämä tarkoittaa sitä, ettei tuotteilla ole kiinteää hyllypaikkaa ja tuotteita voidaan hyllyttää kaikille hyllypaikoille, koska järjestelmä ei ota kantaa tuotteen varastonkiertoon tai kysyntään. Tämän kaltainen hyllypaikkaratkaisu on todella joustava ja mahdollistaa kaikkien hyllypaikkojen käytön tehokkaasti. (Yritys X; Logistiikan maailma 2023b.)

Materiaalin ja puolivalmiiden alihankintatuotteiden vastaanottoprosessista ei ole luotuna erillistä ohjeistusta, kuinka vastaanotto tulisi suorittaa ja millaisessa järjestyksessä. Tämä puute nousi esiin keskustellessa vastaanottotiimissä työskentelevän henkilön kanssa. Vastaanotto toimintoihin ovat laatuosaston henkilöstö määritellyt tarkat ohjeet, joita noudatetaan tuotteiden saapuessa ja niille suoritetaan protokollan mukainen tarkastus. Tuotteiden materiaalitodistukset käsitellään erikseen. Materiaalitodistukset eivät tule enää paperisina versioina vaan ne tulevat sähköpostiin, joka liitetään ostotilaukseen. Tuotteita voidaan etsiä varastosta useammallakin tavalla, nimikkeellä, lavatunnuksella tai varastopaikalla. Jokaiselle tuote-erälle annetaan oma eränumero, sillä yrityksen tuotteet ovat 100 % jäljitettävissä aina raaka-aineesta lähtien. Kun testaukset ja vastaanotto on suoritettu, hyllytetään tuotteet jo edellä mainituille dynaamisille hyllypaikoille, josta tuotannon trukinkuljettajat keräävät ne jatkojalostettavaksi työpisteelle mille ne on tilattu. (Logistiikan maailma 2023b.)

Materiaalin, puolivalmisteiden ja valmiiden tuotteiden vastaanottaminen

Silmämääräinen tarkastus	Tuotteet tarkastetaan silmämääräisesti, että tuotteet vastaavat tilausta
Laatutestattavien tuotteiden testaus	Jotkin tuotteet ovat määritellyt laatutestattaviksi, näistä otetaan tuotteelle määritellyllä otannalla testikappaleet
Hitsausseamujen ja kiinnitysten tarkastus	Hitsausseamat, kiinnitykset ja liitokset tarkastetaan visuaalisesti
Kierteiden testaus	Kierteiden toimivuus testataan tietyn suuruisesta otannasta
Raaka-aineiden toleranssien todentaminen	Raaka-aineille suoritetaan jokin määrä mittauksia joilla pystytään todentamaan toleranssien toteutuminen
Vastaanotettujen tuotteiden hyllytys	Vastaanotetut tuotteet hyllytetään vastaanottotiimin toimesta

Taulukko 1. Vastaanottotoiminnot. (Yritys X.)

4.3.1 Hyllytys sisälogistiikassa

Sisälogistiikassa erinäisten tuotteiden hyllyttäminen on yksi päivittäisiä perustoimintoja. Hyllytettäessä tuotteita luetaan lukulaitteella ensin lavan tunnus, joka näyttää mitä tuotteita, kuinka paljon ja mitä eränumeroa sillä kuormalavalla on. Sopivan hyllypaikan löytyessä skannataan hyllypaikan viivakooditunnus ja siirretään kuormalava järjestelmässä sille hylly sijainnille. Tämän jälkeen tuote hyllytetään fyysisesti valitulle hylly sijainnille. Riippuen hyllytetäänkö materiaalia, alihankinnasta tulleita puolivalmisteita, lopputuotteita tai puolivalmisteita, on niille määritelty eri vastuuryhmät:

Hyllytys sisälogistiikassa

Lähtämön hyllyttäjät	Vastaavat lopputuotteiden hyllytyksestä
Vastaanotto-tiimi	Hyllyttää muilta osastoilta ja vastaanotetut puolivalmiit ja lopputuotteet
Alihankintayritys	Materiaalien ja raaka-aineiden hyllytys
Tuotannon varastopaikat	Tuotannon trukinkuljettajat

Taulukko 2. Hyllytys sisälogistiikassa. (Yritys X.)

Tutkimuksen kohdeyrityksessä hyllytystoiminnot ovat määritelty edellä mainitulla tavalla. Yrityksen koosta, toimialasta ja toimintamalleista riippuen voidaan toimia myös eri tavoin. Pienissä varastoissa saattaa olla tehokkainta viedä yksittäinen tuote suoraan hyllyyn, kun taas sitä vastoin suuremmassa varastossa yksittäisiä tuotteita harvoin hyllytetään sen ollessa usein tehotonta. (Logistiikan maailma 2023b; Hokkanen 2023.)

4.3.2 Lähtämötoiminta ja lähetystoiminnot

Yrityksen valmistuotevarastosta vastaa yrityksen omat lähtämötyöntekijät sekä sisälogistiikassa toimivat trukinkuljettajat. Lähtämö, sekä valmistuotevarasto sijaitsevat mahdollisimman lähellä toisiaan käytännön syistä ja varastojen virtauksien ja tuotteiden lähettämisen kannalta tämän kaltaisella järjestelyllä on merkittävä rooli tuotteiden lähetysten tehokkuudessa. Lähtämön keräilijöiden työjärjestyksestä vastaa työnjohto, joka vapauttaa rivit keruuseen ja seuraa niiden valmistumista erillisestä sovelluksesta. Keräilijät varaavat työjonosta työn itselleen kerättäväksi ja tulostavat itselleen keräilylistan tai vaihtoehtoisesti käyttävät WMS-sovellusta tuotteiden keräämiseen. Tähän järjestelmään on luotu joitain tiettyjä sääntöjä, jonka mukaan järjestelmä ehdottaa tuotteita kerättäväksi. Esimerkiksi järjestelmä ehdottaa keräämään lastauspaikkaa lähinnä olevasta vajaasta lavasta tai vaihtoehtoisesti lähimpiä täysiä lavoja lähetysten koon perusteella. Keräilijöillä on määritelty selkeä prosessi keräämisen suorittamiseksi.

1. Keräilijän aloittaessa manuaalisen keräilyn kuittaa hän WMS-sovelluksesta tuotteen kerätyksi.
2. WMS-sovellus ehdottaa seuraavan kerättävän tuotteen ja hyllysijainnin, kun edellinen nimike on kuitattu kerätyksi.

3. Keräilyn edetessä tulostuu tuotteiden kollitarrat keräilijän järjestelmään asetettujen tietojen taakse johonkin tiettyyn tulostimeen.
4. Pakkauksesta riippuen keräilijä muovittaa tai sitoo lavan muovi- tai teräsvanteella ja laittaa pakkauksen päälle vaadittavat kollitarrat.
5. Lava siirtyy automaattisesti järjestelmässä lastaussijaintiin, jonka jälkeen se siirretään lastaussijaintiin myös fyysisesti.

Keräilijän saadessa keräystyön valmiiksi, työnjohto seuraa sovelluksella niiden valmistamista. Pakatut tilausrivit kuitataan lähetetyiksi, jolloin tuotannonohjausjärjestelmä kirjaa niistä lähetteet ja muodostaa rahtikirjan lähetykselle. Samalla järjestelmä tekee automaattisesti sähköisen kuljetustilauksen niille kuljetusliikkeille, jotka ovat integroituneita yrityksen tuotannonohjausjärjestelmään. Muiden kuin järjestelmään asetettujen kuljetusliikkeiden kuljetustilaukset tehdään sähköpostitse 1-5 päivää ennen lastauspäivää asiakkaan kanssa sovitun toimitustavan mukaisesti. (Logistiikan maailma 2023b; Pollari.2023; Hokkanen.2023.)

4.3.3 Inventointi

Yrityksiä säätelee sekä kansainvälinen että kansallinen kirjanpitolainsäädäntö. Erityisesti inventointiin, joka liittyy vahvasti vaihto-omaisuuteen ja sen muutoksiin, on myös omaa säätelyä. Vaihto-omaisuuden tase-erittelyllä ja sen laatimisella tarkoitetaan varaston ja sen arvon fyysistä inventointia, varaston arvon ollessa korostetussa roolissa. Varaston arvon muutos vaikuttaa tilinpäätöksessä tuloslaskelmaan yrityksen tulosta suurentavasti tai pienentävästi. Vaihto-omaisuutta inventoidaan hankintahinnoin arvolisäverottomasti tai sitä alhaisempia todennäköisiä hankintahintoja käyttäen. Inventoinnin pääsääntöinen tarkoitus on siis selvittää yrityksen taseen todellinen varaston arvo, jota hyödyntäen varaston arvon muutokset voidaan laskea. Inventointien oikeellisuudesta ja valvonnasta vastaa tilintarkastajat. (Taloushallintoliitto 2023; Yritys X.)

Yrityksen inventointi suoritetaan varaston jatkuvana inventointina, jota jokainen operaattori työpisteestä, positiosta tai toimenkuvasta riippumatta suorittaa normaalien työprosessien ohessa. Jatkuvalla inventoinnilla on monia etuja perinteiseen, jopa ehkä vanhanaikaiseen tilinpäätöstä edeltävänä ajankohtana suoritettavaan kertainventointiin, jolloin yrityksen tuotanto useimmiten pysäytettiin joko kokonaan tai osittain. Kerran vuodessa suoritettava inventointi sitoo valtavan määrän resursseja tekemään laskentaa ja suorittamaan siihen kuuluvaa logistiikkaa ja kirjanpitoa. Tämä on yrityksestä riippuen todella kallista työnantajalle jo pelkästään palkkojen muodossa, mutta kuluja on paljon muitakin, esimerkiksi menetettynä työaikana tai jopa mahdollisesti toimitusten viivästymisenä. Jatkuvan inventoinnin yksi hyvä puoli on se, että varastoissa olevat kappalemäärät pysyvät paremmin ajantasaisina, kun

virheellisiä kappalemääriä korjataan niiden ilmetessä. Mikäli yrityksen järjestelmät mahdollistavat jatkuvan inventoinnin on se ehdottomasti taloudellisin jaärkevin tapa suorittaa vuosi-inventaariota. Tilintarkastajat osallistuvat inventointiin mahdollisuuksien mukaan, joko tilinpäätöspäivänä tai muuna ajankohtana. Fyysiseen inventointiin tilintarkastajilla ei ole käytännössä aina mahdollista osallistua, mutta yrityksen on esitettävä tositteita, joista selviää annettujen tietojen oikeellisuus ja tarkastajien on varmistuttava siitä, että tilinpäätöspäivänä varaston saldot ovat asianmukaisia. Tilintarkastaja voi suorittaa myös pistotarkastuksia haluamaansa tuotteeseen, hyllypaikkaan tai osastoon tilinpäätöspäivänä tai erillisenä sovittuna ajankohtana, jolloin tilintarkastaja on paikalla. (Suomen tilintarkastajat 2020; Yritys X.)

Tutkimuksen aikana yrityksen inventointikäytäntöihin tehtiin muutoksia. Inventointikirjauksista vastaa jatkossa esihenkilöiden nimeämät vastuuhenkilöt tuotannosta sekä tuotannon suunnittelijat ja työnjohtajat. Fyysinen laskenta suoritetaan operaattoreiden ja sisälogistiikan henkilöstön puolesta edelleen kuten aiemmin, mutta kirjaukset suorittaa joku edellä mainituista tahoista. Tähän ratkaisuun päädyttiin sen vuoksi, että viime vuonna kirjauksia oli kohtuuttoman suuret määrät ja paljon niistä oli alaskirjauksia, mutta oli myös paljon virheellisiä kirjauksia. Virheellisissä kirjauksissa oli esimerkiksi ensin inventoitu jokin lava tyhjäksi ja sen jälkeen inventoitu taas samat kappaleet takaisin, mutta eri kappalemäärillä. Nämä toimet luovat turhaa dataa järjestelmään, vaikeuttaa sen käsittelyä, sekä aiheuttavat suurta heilahtelua varaston arvostuksessa. (Hokkanen & Pollari. 2023.)

5 Tutkimustulokset ja analyysi

5.1 Toimintatutkimuksen tulokset

Toimintatutkimusta toteutettiin haastatteluilla, kyselyillä, osallistuvalla havainnoinnilla ja tilastollisia tutkimusmenetelmiä käyttäen. Haastatteluja suoritettiin kaksi kappaletta, 5.4.2023 sisälogistiikassa toimivalle esihenkilölle ja 17.5.2023 tuotannossa varastoinnista ja logistii-kasta vastaavalle järjestelmäasiantuntijalle. Heille esitettiin sama kysymys siitä, minkälaisia sisälogistiikan prosesseja tutkimuksen kohdeyrityksessä on. Tämän kaltaisella laajalla kysymysasettelulla saatiin mahdollisimman kattavat ja laajat vastaukset. Haastattelun malli oli puolistrukturoitu laadullinen haastattelu. Haastattelu dokumentointiin kirjallisesti erilliseen tutkimuksen kansioon, jonne on pääsy vain tutkimuksen tekijällä ja sen tilaajalla. Tutkimus eteni suunnitelman tavalla. Jotkin tulokset olivat osittain ennakoitavissa ja osa tutkimustuloksista oli hyviä löytöjä. Toimintatutkimukselle ominaista kiertosykliä ja tulosten seuranta olisi hyvä jatkaa tulevaisuudessa, jotta voidaan havaita toiminnan kehittyminen yhä oikeaan suuntaan.

5.1.1 Siirtojen volyymit

Varastopaikkojen määrä selvitettiin järjestelmästä löytyvillä ajantasaisilla tiedoilla. Varastopaikkoja yrityksessä on 5459 kappaletta ja näiden lisäksi joitain lattialla olevia sijainteja, joiden varastointikapasiteetti on noin 442 kappaletta. Näiden lisäksi on yksi vuokrattu varastotila, jota käytetään pääsääntöisesti valmiiden tuotteiden varastointiin terminaalin tavoin ja tässä varastossa on lavapaikkoja 1722 kappaletta. Kaikesta tuotannonohjausjärjestelmän tapahtumista kerätään dataa, kuten myös tuotannossa tapahtuvista siirroista. Tutkimuksen kohdeyrityksessä on käytössä dynaamisen ja kiinteiden hyllypaikkojen välimuoto, joka mahdollistaa tuotteiden hyllyttämisen minne tahansa hyllyysijaintiin sen ottamatta kantaa esimerkiksi varaston kiertonopeuteen. Siirtojen määrä ja sen seuranta on merkitsevässä roolissa, kun tarkkaillaan sisälogistiikan operaattorien toimintaa. Siirtojen määrää tarkasteltiin viimeisen 6kk ajanjaksolta tammikuusta kesäkuuhun, jossa ovat siirrot hyllypaikalta työpisteelle, tuotantosolusta toiseen tai valmiiden tuotteiden hyllymisestä. Näitä siirtoja tapahtui 32015 kappaletta, joista sisälogistiikan siirtojen osuus oli 19273 kappaletta. Kaiken kaikkiaan tapahtumia oli 32903 kappaletta ja pelkkien sisäisten siirtojen lisäksi nämä sisälsivät seuraavia toimintoja:

- 85 kappaletta valmiiden tuotteiden siirtoa. Tämä kirjautuu erillisenä tapahtumana kuin normaali siirto, jos työpisteen operaattori valitsee WMS-sovelluksesta ready for pick up -kohdan työn päätyttyä.

- 783 kappaletta operaattorin tilaamia osia työpisteelle WMS sovelluksen kautta.
- 20 kappaletta siirtotilauksia, kun tuotteita on lähetetty alihankintaan.

Siirtoja tapahtuu määritellyllä kuuden kuukauden ajanjaksolla noin 5483 kappaletta kuukaudessa, noin 1370 kappaletta viikossa ja noin 574 päivässä. Saatu data on tältä osin luotettavaa ja laadukasta. Järjestelmä ei kuitenkaan rekisteröi erikseen onko jokin näistä tapahtuneista varastosirroista ollut tarpeeton. Tarpeeton siirto voi olla esimerkiksi inhimillisestä virheestä johtuva ylimääräinen siirto.

Siirtojen volyymistä johtuen olisi tärkeää tietää näissä siirroissa kulunut aika. Tästä ei kuitenkaan ole toistaiseksi mahdollista saada luotettavaa tietoa johtuen olemassa olevista ohjeistuksista tai niiden puutteesta sekä sisälogistiikan operaattorien ohjeistuksesta. Järjestelmä kerää dataa sekuntien tarkkuudella, jolloin kaikki siirrot, jotka ovat järjestelmään luotu toin luovat dataa järjestelmään sisältäen päivämäärän ja kellonajan. Toistaiseksi dataa ei saada kuin työpisteiden operaattorien luomien töiden kautta kerätyistä lavoista, jolloin suuri osa siirroista ei ole mitattavissa. Suoraan työhön käytettyä aikaa ei saada järjestelmästä, vaan dataa joutuu käsittelemään. Käsittelyn jälkeen data on laadullisesti pätevää ja sen käyttö mahdollista tutkimuksessa.

WMS-sovellukseen ja myös tuotannonohjausjärjestelmään luodaan sisälogistiikan operaattoreille töitä eli siirtoja, jonka näkymä on sisälogistiikan operaattoreille kuvion 8 mukainen. Luodut työt ovat järjestyksessä vanhimmasta uusimpaan.

The screenshot shows a software interface for a work queue. At the top, it says 'Työjono in - Work que.in.'. Below this, there is a navigation arrow on the left, a 'Sort by' dropdown menu set to 'Default', and a sorting order button set to 'Ascending'. A search bar with the placeholder text 'Scan or enter here' is located below the sorting options. The main area displays two work queue items, each with a yellow header and a white body containing details.

Item ID	Order number	Start Location	Item number	Prod	Configuration	Final put location	Created date and time
WORK00497992	PROD0207831	C1E15060	10331201	RibbedBar_d12x210_B500B		P009in	12.5.2023 9.30.50
WORK00498005	PROD0205737	C5E21010	10771603	HeadedStud_d16x150_EN ISO...		P013in	12.5.2023 10.34.54

Kuvio 8. Sisälogistiikan operaattorin työjono

Työpisteen operaattorin tilatessa seuraavan työn puolivalmisteet, näyttää sisälogistiikan operaattorin työjono kuvion 8 mukaiselta. Keräilyrivit on määritetty töiksi, joissa on määritettyä seuraavia tietoja. Prod-numero tarkoittaa sen tuotantotilauksen työnumeroa, johon tilattu rivi on kulumassa. Aloitussijainti on hyllypaikka, tai jokin muu vastaava sijainti, jossa tarvittava puolivalmiste sijaitsee. Nimikenumero kertoo mistä puolivalmisteesta on kyse ja sen alla on lyhyt kuvaus tuotteesta. Configuration-rivi sisältää silloin tietoa, kun tarvittava puolivalmiste on jokin räätälöity nimike. Toiseksi alin rivi kertoo sijainnin, johon rivi on tilattu ja sen alapuolella on päivämäärä ja kellonaika. (Yritys X.)

Siirtojen aloitukseen niiden luonnista kuluneesta ajasta itse fyysisiin siirtoihin kuluneesta ajasta oli todella vaihtelevia aikoja. Virheellinen data suodatettiin pois, joka sisälsi esimerkiksi rivejä, joissa ei ollut tuntemattomasta syystä kirjautunut aloitus- tai lopetusaikaa. Virheellisen datan joukossa oli myös rivejä, joiden siirron aloitukseen oli kulunut yli yksi vuorokausi. Tämä useimmissa tapauksissa viittaa siihen, että luotu siirto on ollut jollain tapaa virheellinen ja tuotannon toimihenkilön on täytynyt lopettaa kesken oleva työ manuaalisesti tuotannonohjausjärjestelmän kautta. Keskiarvoisesti siirron aloitukseen sen luonnista kului 1528 sekuntia, eli noin 25,5 minuuttia. Arvojen mediaani oli 456 sekuntia eli 7,6 minuuttia. Tämä on kohtalaisen nopea reagointiaika verraten siihen, ettei jokaisessa vuorossa ole edes yhtä tai useampaa sisälogistiikan operaattoria. Pisin aika siirron aloitukseen sen luonnista järjestelmään oli 420,25 minuuttia ja lyhin oli 0 sekuntia. Näiden rivien kohdalla on toimittu jollain tapaa virheellisesti, jotta on saatu kyseiset ajat kirjautumaan järjestelmään. Siirron aloituksesta sen lopetukseen vaihtelu oli myöskin suurta, mutta data on kuitenkin relevanttia. Keskiarvoisesti siirtoon kului aikaa 61 sekuntia, lyhin aika 4 sekuntia ja pisin aika 29,5 minuuttia. Tämän lukujoukon mediaani oli 37 sekuntia. (Yritys X.)

Sisälogistiikan operaattorien ohjeistukseen tulisi myös panostaa, sillä luotettavaa dataa siirtoihin kuluneesta ajasta saadaan ohjeistamalla WMS-sovelluksen käyttöä oikealla tavalla. Tutkimuksen aikana luotiin ohjeet sisälogistiikan operaattoreille, jotta jatkossa saadaan enemmän luotettavaa dataa. Siirtoihin kuluneen ajan seuranta toimii toistaiseksi vain työpisteiden operaattorien tekemistä tilauksista työpisteelle toimitettavista puolivalmisteista.

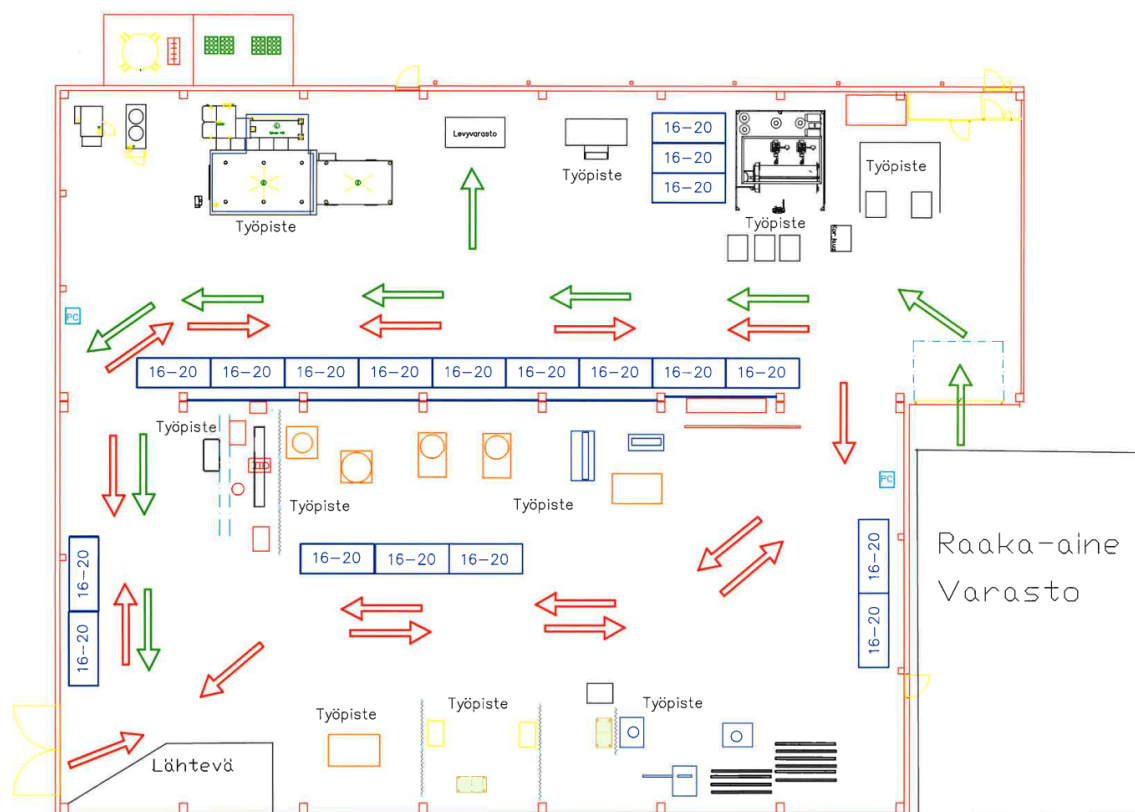
- Osien tilaus työpisteelle hyvissä ajoin. Vähintään 10 minuuttia ennen.
- Sisälogistiikan operaattori tarkkailee työjonoa.
- Työjonon avautuessa aloitetaan ensimmäisenä oleva työ työjonosta.
- Työn ehdottoman hyllysijainnin löydyttyä skannataan siinä sijainnissa oleva lavatunnus.

- Toimitetaan pyydetty lava haluttuun sijaintiin, jolloin siirto päättyy.

Tällä tavoin toimimalla saadaan jatkossa relevantimpaa ja helpommin mitattavaa dataa siitä, kuinka pitkään yhden lavan hyllytykseen tai siirtoon kuluu aikaa. Näin saadaan tarvittava tieto myös tulevaisuuden hyllytystoimintojen kehittämiseen ja tehostamiseen, johon löytyy jo lähtötason tiedot, jotta pystytään vertailemaan sitä, onko haluttua kehitystä saatu tulevaisuudessa tehtävillä toimenpiteillä.

5.1.2 Tehtaan layout materiaalivirtoineen

Tutkimuskohteen layoutissa ilmenee tuotantotiloissa olevat hyllypaikat ja siellä olevat työpisteet. Kiinteitä hyllypaikkoja ei ole järkevää tutkimuksen kohteena olevaan tehtaaseen luoda, sillä tuotannonohjausjärjestelmä tarjoaa mahdollisuuden dynaamisiin hyllypaikkoihin, jolloin tuotteet voidaan operaattorien toimesta hyllyttää mille hyllypaikalle tahansa. (Ballou 1968.)



Kuvio 9. Tehtaan layout materiaalivirtoineen. (Yritys X.)

Kuviossa 9 esitellään kohdetehtaan layout ja siihen on lisätty myös raaka-aineiden ja puolivalmiiden tuotteiden materiaalivirrat. Punaiset nuolet indikoivat puolivalmiiden tuotteiden liikkumista tehtaan tiloissa ja vihreät nuolet taas raaka-aineiden. Kuten nuolien virtaussuunnista ilmenee, raaka-aineiden materiaalivirta on yksisuuntainen, jolloin tämä voidaan

ajatella sovellettuna materiaalin kulmavirtauksena. Tämän kaltaisessa tapauksessa tontin kooksi, jossa tehdas sijaitsee, riittää pienempi pinta-ala kuin suoralla virtauksella. Puolivalmiiden tuotteiden logistiikassa on sen sijaan selkeää kehittämispotentiaalia, sillä siinä ilmenee paljon edestakaista turhaa tavaroiden liikuttelua, joka ei tuota asiakkaalle yhtään lisäarvoa. Ilman suurempia muutoksia layoutissa olisi mahdollista jo tällä hetkellä toteuttaa samankaltainen materiaalivirtaus kuin raaka-aineiden kanssa. (Yritys X; Hokkanen ym. 2004, 234–235.)

5.2 Haastattelujen ja kyselyiden yhteenveto

Tutkimuksen aikana haastateltiin kahta eri logistiikan parissa työskentelevää asiantuntijaa. Yksi työskentelee sisälogistiikan esihenkilönä ja vastaa yrityksen sisälogistiikasta ja tuotteiden ja raaka-aineiden vastaanotosta. Haastattelu suoritettiin Microsoft Teamsilla 5.4.2023 ja vastaukset saatiin myös kirjallisena. Toinen työskentelee myös sisälogistiikassa, mutta järjestelmäasiantuntijan roolissa. Hänen vastuualueina ovat sisälogistiikan toimintojen kehittäminen ja raporttien laatiminen. Haastattelu suoritettiin Teamsilla 17.5.2023 ja myös tähän haastatteluun saatiin vastaukset kirjallisena. Näissä haastatteluissa oli myös vapaa-muotoista keskustelua varsinaisen haastattelun jälkeen. Haastattelussa pyydettiin määrittelemään sisälogistiikan prosessit.

Sisälogistiikan järjestelmäasiantuntijalta pyydettiin myös näkemyksiä tuotannonohjauksen vaikutuksesta sisälogistiikassa, jonka vastauksia käydään lävitse myöhemmin tässä luvussa. Henkilöillä oli erilaiset toimenkuvat, joten vastaukset olivat kattavia. Haastatteluilla saatiin määriteltyä selkeät sisälogistiikan prosessit, joita tutkimuksen kohdeyrityksessä on käytössä. Nämä prosessit ovat vastaanotto, hyllytys, varastointi, varastopaikat ja saldot, keräily ja lähetys. Sisälogistiikan prosesseja käsiteltiin luvussa 3.1.3, joista kohdeyrityksessä käytössä olevat prosessit olivat selkeästi tunnistettavissa. Näistä osasta prosesseista muodostettiin taulukot luvussa 4.3 ja 4.3.1, joihin on selkeästi määritelty yrityksen toimintoja ja mitä se pitää prosessina sisällään juuri kohde yrityksessä. Myös tuotannonohjauksen osuudesta sisälogistiikassa haluttiin saada tietoa, onko sillä vaikutusta ja jos on niin millaisia vaikutuksia ja ovatko ne kuinka merkittäviä. Järjestelmäasiantuntijan roolissa työskentelevältä henkilöltä tähän saatiin vastauksia, jotka ovat linjassa luvussa 4.1 käsitellyn tuotannonohjauksen vaikutuksista sisälogistiikkaan kanssa. Tuotannonohjauksella on merkittävä vaikutus sisälogistiikkaan ja sen tehokkuuteen sekä varmistuen sisälogistiikan sujuvan toiminnan. Tehokkuuteen ja sujuvuuteen vaikuttaa esimerkiksi se, että materiaalit ja puolivalmisteet ovat oikeassa paikassa oikeaan aikaan. Tuotannonohjaus hallitsee myös yrityksen materiaalivirtoja, joita ohjaillaan tuotannonohjausjärjestelmän avulla. Tuotannonohjausjärjestelmä suorittaa jatkuvaa tarve laskentaa ja sillä määritetään johdetun kysynnän

nimikkeiden valmistustarpeet. Johdettu kysyntä tarkoittaa tässä tapauksessa myytävän tuotteen kysynnästä johtuvasta tarpeesta. (Pollari 2023.)

Sisälogistiikan esihenkilön kanssa käytiin erillinen keskustelu 20.6.2023, jossa selvitettiin millaiset yrityksen sisälogistiikan prosessien ohjeistukset ovat. Keskustelussa käytiin lävitse eri prosesseille määritettyjä ohjeistuksia, joista osassa havaittiin puutteita, jotka jättivät mahdollisuuden toimia virheellisesti. Esimerkiksi vastaanotettaville tuotteille ei ollut määritetty millaisella otannalla tuotteita tarkastetaan minkäkin kokoisessa vastaanotettavassa erässä. Puutteita löytyi myös vastaanottotiimin ohjeistuksesta vastaanotettujen tuotteiden hyllytyksessä. Hyllytys oli osana vastaanottotoimintaa, mutta minne tuote tulisi hyllyttää, jotta se olisi mahdollisimman lähellä sijaintia missä kyseistä tuotetta käytetään ei ollut millään tavalla määritetty. Tästä aiheutuu jälleen sisälogistiikan toimintoihin merkittävää hukkaa, sillä sisälogistiikan työntekijät voivat joutua hakemaan tarvittavat puolivalmisteet todella kaukaa sen käyttökohteeseen nähden. Suurimmaksi osaksi prosesseille löytyi ajantasaiset ohjeistukset, jotka uusille henkilöille käydään lävitse perehdyttämisyksiköillä. Sisälogistiikan prosessien ohjeistuksien päivittäminen olisikin tärkeää ottaa esimerkiksi kerran vuodessa tarkastettavaksi ja tarvittaessa päivitettäväksi, jotta ohjeistukset pysyvät ajantasaisina ja niissä oleva tieto on luotettavaa. Myös ohjeistusten ajantasaisuus takaisi sen, että ohjeistuksien mukaan toimimalla voitaisiin olla varmoja, että toimitaan yrityksen sääntöjen ja arvojen mukaisesti. (Pollari 2023; Hokkanen 2023.)

Kyselyssä käytettiin puolistrukturoitua kyselypohjaa, jonka tarkoitus oli olla helposti ymmärrettävissä ja helposti vastattavissa. Lomake painottui lähimmän oikean vaihtoehdon valitsemiseen ja sisälsi myös avoimen kysymyksen, johon toivottiin saatavan esille asioita, joihin tulisi myös kiinnittää nyt tai tulevaisuudessa kehittäessä sisälogistiikkaa. Kysymyslomakkeita jaettiin viidelle eri henkilölle, jotka suorittavat sisälogistiikkaa tutkimuksen kohdealueella ja vastaukset saatiin kaikilta viideltä henkilöltä. Haastattelukysymykset ovat työn liitteenä 1.

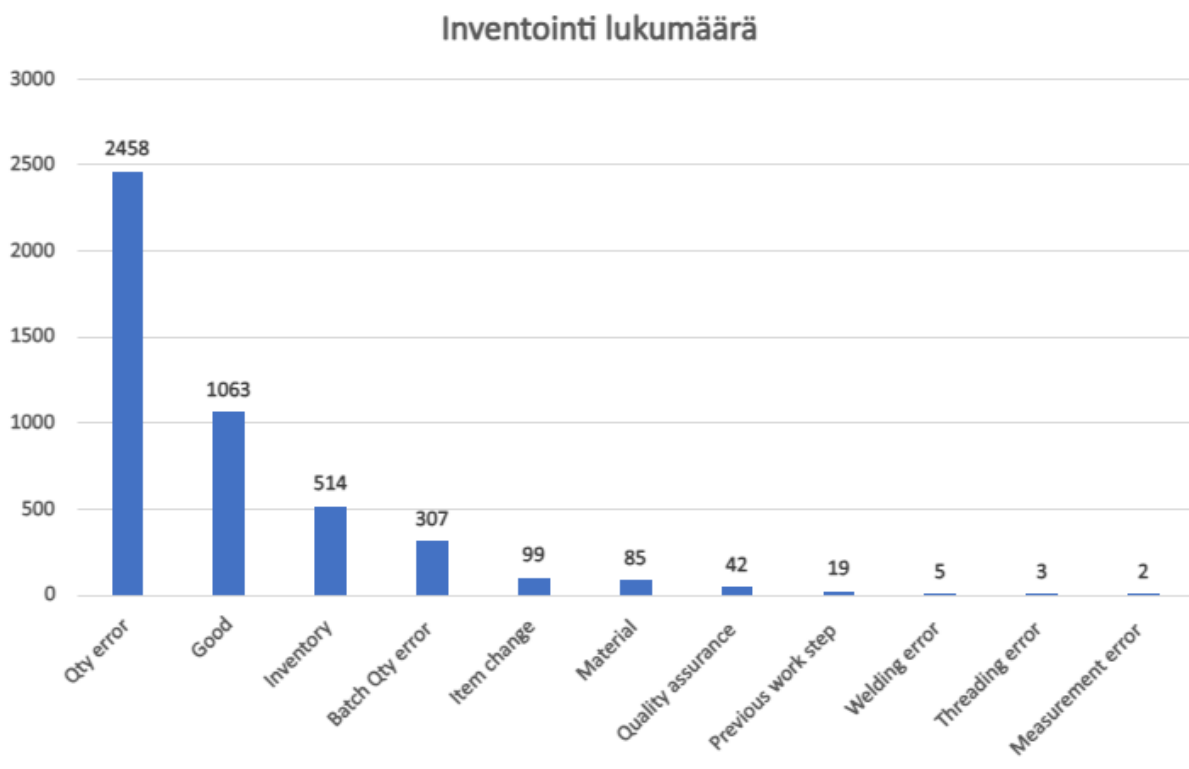
Kysely sisälsi kolme monivalintakysymystä, joihin haluttiin vastauksia, sillä nämä asiat vaikuttavat sisälogistiikan tehokkuuteen. Tieto, jota toivottiin saatavan esiin, oli sisälogistiikassa kuluva aika hukassa olevien tuotteiden tai niiden tunnusten etsintään sekä kuinka usein tämä toistuu. Keskiarvioisesti sisälogistiikassa työskentelevä henkilö joutuu etsimään noin kerran viikossa hukassa olevaa lavaa ja aikaa tähän kuluu noin puoli tuntia. Sisälogistiikassa työskenteleviä henkilöitä on noin 12 riippuen tuotannon kuormasta. Viikossa kuluu siis noin kuusi tuntia osien etsimiseen, joiden hukkuminen olisi täysin vältettävissä. Hävinneitä tuotteita ei aina edes löydetä aikarajan tullessa vastaan, joka aiheuttaa sen, että toimitusvarmuus kärsii. Tällöin valmistetaan uudet tuotteet pikaisesti mahdollisuuksien

mukaan. Syitä minkä vuoksi lava on usein hukassa, löytyy useita ja jotkin näistä syistä ovat enemmän sattumanvaraisia kuin toiset. Kaksi syytä ylsi selkeästi useimmin kohdiksi, joiden koettiin aiheuttavan häviämisiongelmia. Ensimmäinen näistä syistä on lavan tunnuksen puuttuminen kokonaan tai se on sijoitettuna väärään paikkaan. Väärään paikkaan sijoitusta lavatunnuksesta annettiin muutama esimerkki. Lavatunnus on sijoitettuna lavan sivulle tai lavassa on useampi lavatunnus, jolloin jokin niistä unohtuu siirtää tai sitä ei huomata laisinkaan. Usein kuitenkin tämänkaltaisen lava, vaikka onkin toimittu ohjeistuksien vastaisesti, saadaan korjattua ennen kuin ongelmat alkavat ja lava häviää fyysisesti muualle. Koska ohjeistuksessa on hyvin selkeästi määritelty lavatunnuksen tarkka sijoittelu, vain yksi tunnus per lava ja se sijoitetaan kuormalavan pätyyn, jonka kiinni pysyminen varmistetaan vielä nitojalla. Toinen useimmin toistuva lavan häviämisen syy oli inhimillisestä virheestä johtuva siirron unohtaminen järjestelmässä. Usein virhe tapahtuu myös silloin, jos lavatunnusta ei saada siirrettyä järjestelmässä esimerkiksi sen vuoksi, että jokin toinen siirtotyö on jäänyt avoimeksi ja se varaa tämän tunnuksen. Yhdellä lavatunnuksella ei voi olla kahta työtä samanaikaisesti aktiivisena. (Yritys X.)

5.3 Varastosaldokorjausten analyysit

Varastosaldot ja sen arvostus nostettiin yhdeksi tutkimuksen osaksi, koska se on yksi merkittävimpiä asioita operatiivisissa toiminnoissa. Lähtökohtaisesti varastossa olevien tuotteiden kappalemäärät ja arvostukset tulisivat olla 100 % oikein, mutta tämä ei juuri koskaan toteudu reaali maailmassa. Saldovirheet tuotannossa johtuvatkin usein huolimattomuudesta tai järjestelmässä on jokin rakenteellinen tai toistuva ongelma. Tämän kaltainen ongelma on, esimerkiksi, jos varastoon on otettu vastaan alihankkijan ilmoittama kilomäärä, mutta todellisuudessa raaka-ainetta onkin suurempi määrä kuin on ilmoitettu. Tämä tarkoittaa sitä, että raaka-aineesta saadaankin tehtyä enemmän siitä valmistettavaa puolivalmistetta, kuin on järjestelmän puolesta mahdollista. Tällöin operaattorien pitäisi olla tarkkana ja huolehtia, että puolivalmistetta tulee kirjattua järjestelmään oikea määrä, jotta jäljelle jäävän raaka-aineen määräkin olisi oikea. Tosin laite, jolla operaattori työskentelee, saattaa olla pakkaamista myöden täysin automaattinen, jolloin operaattorin on tuotantotilauksen valmistuttua hyvin työlästä tarkastaa, onko kappaleiden määrä oikein. Tutkimuksen aikana kävi selvästi ilmi, että juuri kiloista kappaleiksi -muunnos on hyvin haasteellinen toteuttaa, sillä suuren volyymin omaavista tuotteista jäi järjestelmään erinäisiä jäämiä, joita ei todellisuudessa ollut. Myös toisin päin korjattavaakin oli, jolloin fyysisesti oli enemmän raaka-ainetta kuin järjestelmään oli kirjattu. Varastosaldot vaikuttavat muutenkin kuin pelkästään tilinpäätöstä tehdessä. Virheelliset kappalemäärät aiheuttavat myöhästymisiä, tuotannon hallitsematonta pysähtymistä tai pahimmassa tapauksessa kauppojen peruuntumisia. Varastosaldoja

ylläpidetään jatkuvalla inventoinnilla, jolloin jokaisella operaattorilla oli oikeus ja velvollisuus korjata virheelliset kappalemäärät. Viimeisen 6 kk:n ajalta tammikuusta kesäkuuhun inventointeja oli tehty 4597 kappaletta ja niiden jakauma syykoodien perusteella oli seuraavanlainen. (Yritys X.)



Kuvio 10. Inventointisyykoodit pylväsdiagrammina.

Syykoodeihin on olemassa tarkat selitykset ja mitä syykoodia käytetään missäkin tilanteessa. Ongelmallisissa tai epäselvissä tilanteissa työnjohto tai tuotannosuunnittelu selvittää ongelman ja korjaa virheellisen saldon.

Inventointisyykoodit

Syykoodi	Selite
Inventory	Vuosittainen varaston inventointi
Item change	Nimikkeen vaihto esim. materiaali myynnit
Previous work step	Edellisessä työvaiheessa kuitattu liikaa / liian vähän. Pyritään korjaamaan aina negatiivisella kirjauksella / kuittaamalla lisää
Qty error	Käytetään kun inventoinnille ei löydetä syytä. Oletus, että nimikettä inventoitu aiemmin sisään / ulos
Batch Qty error	Batchin määrä ei ole jaollinen kulutuksen kanssa. (Nimikkeen sisällä olevien batchien määrien keskinäiset kpl erot korjataan työnjohdon kautta transferordereilla!)
Quality assurance	Laatu testeihin menevät kappaleet. Ohjeistuksen mukaan nämä kappaleet kuitataan suteen eli inventointia ei tarvita
Threading error	Käytetään romuttaessa tavaraa kun, susi kuittaus ei enää mahdollinen
Welding error	Käytetään romuttaessa tavaraa kun, susi kuittaus ei enää mahdollinen
Measurement error	Käytetään romuttaessa tavaraa kun, susi kuittaus ei enää mahdollinen
Material error	Käytetään romuttaessa tavaraa, kun susi kuittaus ei enää mahdollinen

Kuvio 11. Inventoinnin syykoodit selityksineen. (Yritys X.)

Mitään yhtä tiettyä syytä ei tutkimuksessa löydetty miksi juuri inventoinnin syykoodi Qty error eli inventoinnille ei löydy syytä on selkeästi suurimpana. Haastateltaessa yrityksen järjestelmäasiantuntijaa spekulointiin yhtenä vaikuttavana tekijänä olevan muun muassa järjestelmän tarjotessa oletuksena inventointisyykoodiksi Qty error suorittaessa inventointia. Yksittäiset kappalemääräkorjaukset ovat varmasti myös yhtenä selkeimpänä syynä tehdä inventointeja juuri kyseisellä syykoodilla, jonka virheen alkuperästä ei olla varmoja. Tämä inventointisyykoodi on ongelmallinen siitä syystä, että sinne inventoidaan paljon sellaisia inventointeja, joille löytyisi oikea inventointisyykoodi. Tämä taas vaikeuttaa inventointien seuranta. Inventointisyykoodi Good on toiseksi suurimpana inventointi syykoodina, jota on käytetty usein kuitatessa ylimääräisiä kappaleita järjestelmään, mutta tämä ei ole virallinen ohjeistus ja tästä pyritään eroon, kuten syykoodien listauksesta voi huomata. Good-inventointikoodi on jääne järjestelmän alkuajoilta, eikä sitä ole toistaiseksi saatu poistettua. Inventointeihin liittyvä palaveri pidettiin tutkimuksen aikana, jonka järjesti sisälogistiikassa

toimiva esihenkilö, inventointien ollessa yksi merkittävä osa hänen vastuualueestaan. Samassa palaverissa esiteltiin myös vastaavat datat ja tiedot, jotka tässä luvussa käsiteltiin.

Kuten jo luvussa 4.3.3 mainittiin, päädyttiin jo tutkimuksen aikana rajoittamaan inventointioikeuksia ja antamaan oikeudet inventoida vain tietyille henkilöille, kuten sisälogistiikan operaattoreille, tiiminvetäjille ja tuotannon toimihenkilöille. Tähän päätökseen tultiin siitä syystä, että inventointeja tuli todella paljon ja hyvin paljon myös erittäin kyseenalaisia, virheellisiä ja vastoin ohjeistuksia tehtyjä inventointeja. Nämä näkyvät suoraan yrityksen tilinpäätöksissä ja täten vaikuttavat yrityksen liikevaihtoon. Syitä miksi kappalevirheitä muodostuu, onnistuttiin löytämään erillisessä palaverissa useampia:

1. Valmistetaan tuotteita enemmän kuin työpyyntö on,
2. Kahden automaattikoneen toimiessa peräkkäin syntyy kappalevirheitä tai kappaleista on jotkin virheellisiä siten, etteivät täytä yrityksen laatuvaatimuksia ja
3. Muunnokset kiloista kappaleiksi aiheuttavat useimmiten virheellisiä varastoarvoja.

Myös erinäisiä pienempiä syitä tai tapahtumia löydettiin, jotka omalta osaltaan aiheuttavat vääristymiä varastonarvostuksissa. Tämän kaltainen tilanne on esimerkiksi tehdaspalvelulle huoltotöihin valmistetut osat, joilla ei ole tuotannonohjausjärjestelmässä työtä, joka kuluttaisi valmistetun kappaleen, vaan nämä poikkeuksetta inventoidaan pois järjestelmästä tai jopa jätetään inventoimatta. Tälle tavalle toimia on syytä kehittää jokin yksi oikea tapa toimia. Tähän kirjanpidollisesti ja järjestelmän kannalta paras vaihtoehto olisi luoda huolto-työlle järjestelmään myyntitapahtuma, joka sitten kuluttaisi valmistuneet osat järjestelmästä. Yhdessä järjestelmäasiantuntijan kanssa tarkastellaan mahdollisuutta lisätä tehdaspalvelulle valmistetuille osille oma sijainti, josta osat sitten näennäisesti myydään, tarkastellaan yhdessä järjestelmäasiantuntijan kanssa. Sijaintiin siirtäminen tapahtuu silloin, kun tehdaspalvelun operaattori tulee osat noutamaan. Tällöin myös kyseisen alueen työnjohtajalle ei jää vastuulle käsitellä tuotettuja kappaleita. Myyntitapahtuman luomisella on myös muita etuja kuin varastonarvostus ja kappaleiden kuluminen. Myyntitapahtumat mahdollistavat myös tarkempaa seurantaan tehdaspalvelulle valmistetuille osille rahallisesti ja kappalemäärällisesti. (Logistiikan maailma 2023b; Yritys X. 2023.)

5.3.1 ABC- ja Pareto-analyysit

Kohdeyrityksen viimeisen vuoden myyntitapahtumia tutkiessa huomattiin hyvinkin nopeasti, että 20/80-sääntö toteutuu hyvin myös tässä analyysissä kuten oli ennustettavissakin. Yrityksissä seurataan usein muutakin kuin pelkkää liikevaihtoa, yksi tämän kaltainen seurattava mittari on esimerkiksi myydyt kilomäärät per vuosi tai mikä tahansa valittu

tarkastelujakso. Kohdeyrityksessä kuitenkin käsitellään suuria määriä kiloja lyhyessäkin ajassa, koska se valmistaa erilaisia teräsrakenteita. Myytyjä tuotteita oli kaiken kaikkiaan 1482 kappaletta, joista 20 % on noin 296 kappaletta. Tämä 20 % riveistä muodosti jopa 84 % vuosittaisesta tutkimusalueeseen rajatusta liikevaihdosta. Sama tilanne saatiin tutkiessa myytyjä kiloja vuositason, jossa toteuma oli 80,8 %. Voidaan siis todeta, että 20 % eniten liikkuvista tuotteista muodostavat isoimman osan liikevaihdosta. Mukailleen kuviota 4, 50 % myyntiriveistä muodostivat jopa 97,8 % liikevaihdosta. Tutkiessa samalla myytyjen tuotteiden kilomäärää, noudattivat nekin Pareton periaatetta ja ABC-analyysiä samalla kaavalla. 20 % myydyistä riveistä muodostivat vuosittaisesta myydyistä kilomäärästä 80,8 % ja vastaavasti 50 % myyntiriveistä muodostivat 92,8 % vuosittain myydyistä kilomäärästä. (Yritys X.)

C	15	14 9	13 10
B	16 18 3	4 5 12	17 6
A	1 2 19	7 8 20	11
	X	Y	Z

Kuvio 12. ABC-XYZ -analyysi puolen vuoden nimikkeen kulutuksista.

ABC-XYZ-analyysin voi tehdä juuri sellaisista tiedoista, mitä itse haluaa vertailla. Kuvion 12 esimerkissä on vertailtu kappaleiden tämänhetkistä varastoa, sekä viimeisen puolen vuoden kulutusta. Kuten jo aiemmissakin vertailuissa ja analyysissä on tässäkin käytetty vertailupohjana viimeistä kuutta kuukautta. Ruudukon on tarkoitus havainnollistaa nimikkeiden lajittelua enemmän kuin pelkän listauksen nimikkeistä ja niiden numeerisista määreistä. AX-ruudussa on tuotteet, joilla on korkea varaston arvo ja se on linjassaan verraten sitä viimeisen puolen vuoden kulutukseen. AZ-ruudussa on nimikkeet, joiden varastonarvo on korkea suhteessa viimeisen puolen vuoden kulutukseen. Ruudussa CX taas nimikkeet, joita on varastossa vähän, mutta viimeisen puoleen vuoden kulutus on ollut suhteellisen tasaista. Ruudussa CZ on nimikkeet, joita ei pitäisi varastoida ollenkaan, niiden ollessa lähes poikkeuksetta räätälöityjä tuotteita, joissa käytännössä kulutusta ei ole ja näitä ei pitäisi varastoida lainkaan. (Yritys X.)

Kuvion 12 perusteella aloitettiin seuraavanlaisia toimenpiteitä, jotta haluttujen tuotteiden varastoarvoja saataisiin maltillisemmalle tasolle eli enemmän kohti ruutua AX. Räättälöidyissä tuotteissa tarkastetaan aina ennen kuin aloitetaan tekemään uusia, onko vanhoista tilauksista jäänyt ylimääräisiä, kyseiseen tilaukseen sopivia puolivalmiita tuotteita varastoon. Jos on jäänyt, kulutetaan nämä ensisijaisesti pois ja valmistetaan tarpeen mukaan tilaukselta puuttuva määrä räättälöityjä osia. Näin toimimalla saadaan luotua vapaita hyllypaikkoja ja kulutettua puolivalmisteet järkevästi pois. Toisena toimenpiteenä tuotteet, joita ei haluta varastoitavan saataisiin parhaan mukaan kulutettua järkevästi pois valmistamalla näistä jotain enemmän kuluva tuotetta. Kyse ei ole pelkästään näissä hyllyissä olevista puolivalmis- teista, joita ei haluta varastoida vaan myös siitä, että niiden turha varastointi aiheuttaa jo itsessään kustannuksia. Myös varastoitavien puolivalmiiden tuotteiden eräkokoja tarkaste- taan vastaamaan muuttunutta kysyntää. (Yritys X.)

C	15	14	9 6	10
B	16 3	4 12	5 13	8
A	18 20	19 2	7	11
	X	Y	Z	

Kuvio 13. Uusi ABC-XYZ-analyysi puolen vuoden nimikkeen kulutuksista.

Vertaillen kuviota 12 ja kuviota 13 keskenään voi kuvioista päätellä sen, että kulutukset tai varastointimäärät ovat muuttuneet. Kuvio 13 on tehty noin kuusi kuukautta kuvion 12 jälkeen. Tässä tapauksessa suurin osa muutoksista on tapahtunut laskeneen kysynnän vuoksi viimeisen kuuden kuukauden ajanjaksolla. Edellä mainituista toimenpiteistä huolimatta on tapahtunut suuria muutoksia tuotteiden kysynnässä, ettei toimenpiteistä ole ollut riittävää hyötyä. Tämän takia monet nimikkeet ovat siirtyneet lähemmäksi ruutuja BY ja CZ. Tämä kertoo sitä, että varastoissa on monia nimikkeitä liian paljon verraten sitä viimeisen puolen vuoden kulutukseen. Korjaavina toimenpiteinä varastotasojä tulisi laskea edelleen lähemmäksi tämän hetken kulutusta ja tarkkailla tilannetta tasaisin väliajoin. Kysyntään ei juuri voida vaikuttaa vallitsevasta markkinatilanteesta johtuen. (Yritys X.)

5.3.2 Asiakastyytyväisyys

Asiakastyytyväisyyttä mitataan monissa yrityksissä ja useimmiten se kohdistuu loppuasiakkaan tyytyväisyyden mittaamiseen. Asiakastyytyväisyydellä on tutkitusti vaikutusta asiakassuhteiden jatkuvuuteen ja yrityksen kannattavuuteen. Mittauksella selvitetään, kuinka yrityksessä on onnistuttu tyydyttämään asiakkaan tarpeet. Asiakastyytyväisyyttä voidaan myös mitata sisäisesti, tällä tarkoitetaan sitä, kuinka esimerkiksi toinen tiimi tai henkilö voi auttaa toista saavuttamaan tavoitteensa. Asiakastyytyväisyyttä ei yrityksessä olla koskaan mitattu, sillä sen suorittaminen vaatisi paljon työtä. Aloitejärjestelmään luoduilla aloitteilla on annettu palautetta sisälogistiikan kehittämiseen ja se on toistaiseksi ainoa palautekanava. Työpisteille kuljetettavista osista vastaa sisälogistiikan operaattori, joka siirtää tilatut tuotteet pumppukärryllä, pinoamistrukilla tai vastapainotrukilla työpisteelle. Yrityksessä operaattorien suorittaessa siirrot kommunikaatio toimii välittömästi ja virheelliset tuotteet saadaan pikaisesti reklamoitua sekä uudet ja kurantit puolivalmisteet saadaan tilalle.

Vaikka jokin puolivalmiste loppuisikin kesken jostakin yksiköstä voidaan se toimittaa varastosta tai toiselta osastolta. Yksiköiden väliset siirrot sujuvat ongelmitta reagointiajan ollessa lyhyt. Sisäisten asiakkuuksien mittauksia olisi suotavaa toteuttaa, jotta sitä voitaisiin kehittää ja toimintaa parantaa. Aloitejärjestelmään näille olisi järkevää luoda oma aloite tyyppinsä tai jokin muu palautekanava suoraan logistiikkaan ja sisälogistiikkaan. Tulevaisuudessa ainakin päätehtaalla osan sisälogistiikasta voisivat hoitaa vihivaunut, jotka toteuttaisivat yksinkertaiset ja selkeät siirrot esimerkiksi työpisteeltä varastoon jollekin vapaalle hyllypaikalle. Ainakaan vielä ei yrityksessä ole käytössä minkäänlaisia vihivaunuja tai edes suunnitteilla sellaisia, jotka suorittaisivat päivittäisiä toimintoja. Tämä olisikin mahdollinen seuraava kehityssaskel sisälogistiikassa. (Yritys X; Digi- ja väestötietovirasto 2022.)

6 Yhteenveto ja pohdinta

Tutkimuksen tarkoituksena oli löytää hukan aiheuttajia sisälogistiikassa ja pyrkiä löytämään mahdollisia keinoja sen parantamiseen. Tutkimuskohde oli mielenkiintoinen ja lisäsi paljon ymmärrystä yrityksen eri toiminnoista sekä syvensi osaamista ja ymmärrystä varastoinnin ja sisälogistiikan prosesseista. Haastatteluilla ja kyselyllä saatiin sisälogistiikassa työskenteleviä henkilöitä osallistumaan mukaan ideointiin ja heidän näkökulmansa ja ongelmat saatiin nostettua esiin tutkimukseen. Osa tutkimuskohteen aihealueista oli jo mitattuna järjestelmässä ja osa vaati enemmän datan työstämistä ja analysointia sekä haastattelujen ja kyselyiden järjestämistä, joilla saatiin ajankohtaista tietoa yrityksen sisälogistiikan toiminnoista ja niissä ilmenevistä ongelmakohdista. Ongelmien juurisyiden löydyttyä aloitettiin usein välittömät toimenpiteet tilanteen korjaamiseksi. Jo tutkimuksen aikana kohdeyrityksessä aloitettiin keräämään dataa siitä, kuinka kauan sisälogistiikan siirrot kestävät. Tämä on tärkeää tulevaisuuden kehittämishankkeiden kannalta, sillä siirtojen tehokkuuden kehittämiseen tarvitaan dataa.

Tutkimuksen monessa eri vaiheessa törmättiin puutteellisiin ohjeistuksiin ja pahimmassa tapauksessa ne puuttuivat kokonaan. Ohjeistukset ovat merkittävä osa suurien ja pienien yritysten toimintaa. Ohjeistuksilla taataan, että kaikki toimivat oikein sekä yrityksen arvojen mukaisesti ja samalla tavalla keskenään. Toinen tärkeä syy ohjeistuksien ajantasaisuuteen on vakituisten operaattorien sijaistamiset ja niin kutsutun hiljaisen tiedon saaminen jokaisen operaattorien tietoisuuteen. Raskas teollisuus on murrostilassa ja suuri ikäpolvi on eläköitymässä, joten jatkajia heidän työnsä on suhteellisen vähän. Tällainen tilanne aiheuttaa sen, että paljon tietotaitoa poistuu yrityksistä työntekijän jäädessä eläkkeelle ja pahimmassa tapauksessa prosessit ja toimintamallit joudutaan opettelemaan tai kehittämään uudestaan. Olisi tärkeää saada siirrettyä kaikki tieto suoraan yrityksen ohjeistuksiin, jotta olemassa oleva tieto pysyisi yrityksen sisällä ja kaikki osaisivat toimia oikealla tavalla jokaisessa yrityksen prosessissa. Ohjeistukset tulisi vähintään tarkastaa kerran vuodessa, sillä yrityksissä tapahtuu koko ajan kehitystä, joka vaikuttaa jokaisessa prosessissa ja prosessien eri vaiheissa. Myös maailmalla vallitsevat globaalit tapahtumat kuten esimerkiksi Covid-19 ja erilaiset konfliktit pakottavat yrityksiä muuttamaan ja muuttamaan toimintatapojaan kaiken aikaa.

Sisälogistiikan tuottavuutta saadaan tehostettua jo tutkimuksessa luvussa 5 käsitellyillä toimenpiteillä sekä lisäämällä hävinneiden lavojen etsimiseen käytetty aika, jos ei mitattavien asioiden listalle niin ainakin seurattavien asioiden listalle. Tämän mittaaminen on helposti toteutettavissa, sillä siihen ei tarvita kuin yksi epäsuora työ Shop Floor -sovellukseen, joka aktivoidaan silloin kun hukattua lavaa aletaan etsimään. Kaikkia sisälogistiikan

operaattoreita ei haastateltu, sillä he eivät työskentele tutkimukseen rajatulla alueella kuin poikkeustilanteissa, joten tähän kulunut aika saattaa olla todellisuudessa hieman suurempi, kun katsotaan yrityksen kokonaiskuvaa.

Syitä hukkuneille lavoille käytiin myös jo aiemmin lävitse ja sieltä saatiin poimittua kaksi kohtaa. Korjaavina toimenpiteinä näille hukan aiheuttajille on ohjeistuksien täsmentäminen vastaanotossa työskenteleville henkilöille, tuotannossa toimiville sisälogistiikan operaattoreille ja tuotannon työntekijöille lavatunnuksen oikeanlaisesta kiinnittämisestä ja niiden oikeasta sijainnista lavassa. Juurisyynä hävinneisiin lavoihin tai niiden väärään sijaintiin oli virheellinen lavatunnuksen kiinnittäminen. Toinenkin selkeä puute Shop Floor -sovellukseen liittyen oli aiemmin luvussa 4.1.2. ilmennyt ohjeiden puuttuminen trukkikutsun käyttöön oikealla tavalla. Asian tultua ilmi ohjeistusta aloitettiin laatimaan välittömästi. Vaikka sovelluksen käyttöön ei ollut ohjeistusta, henkilöt, jotka sitä käyttävät, ilmoittivat heti yhdestä merkittävästä kehityskohdasta ja todettiin, että sovelluksesta puuttuu kokonaan jonkinlainen hälytys- tai ilmoitusominaisuus silloin kun sisälogistiikan operaattorille ilmaantuu työjonoon rivejä toimitettavaksi. Kehitysehdotuksena toteutettaisiin Power BI -raportti, josta nähdään suoraan sisälogistiikan vasteajat tilauksiin ja kuinka kauan niiden toimitus haluttuun sijaintiin on kestänyt. Sisälogistiikasta ei ole koskaan järjestetty kyselyä asiakastytyväisyyden selvittämiseksi ja mahdollisten kehityskohteiden selvittämiseksi, sillä kaikki ilmevät ongelmat eivät näy välttämättä toimihenkilöillä asti. Siksi ehdottaisinkin järjestämään kyselyn tilanteen selvittämiseksi jopa säännöllisesti. Näin toimimalla saadaan sisälogistiikan asiakkaat osallistumaan sen kehittämiseen ja luotua enemmän tiimihenkeä.

Sisälogistiikan operaattorien työjonossa löydettiin joitakin ongelmallisia kohtia. Minkäänlaista priorisointioptiota tässä työjonossa ei ole käytössä, vaan operaattorit toimittavat aikajärjestyksessä tuotteet. Ongelmaksi muodostuu se, jos jotkin tuotteet ovatkin akuutimpia tuotannon etenemisen kannalta kuin toiset, ei näitä pysty mitenkään työjonossa nostamaan työjonon kärkeen. Saatu data sisälogistiikan siirtojen aloitukseen ja niihin käytetystä ajasta saatiin hyvin analysoitavaan muotoon ja data oli hyvälaatuista, koska datasta pystyttiin selkeästi tulkitsemaan kaikki tarvittava tieto. Valitettavasti tämän työjonon käytön ohjeiden vieminen tuotantoon jätettiin odottamaan tutkimuksen valmistumista, joten tästä ei ole vertailukelpoista dataa tähän tutkimukseen. Tulevaisuudessa tutkimuksen valmistuttua ja ohjeiden käyttöönoton jälkeen data olisi todennäköisesti täsmällisempää ja kaikki operaattorit toimisivat samalla tavalla suorittaessaan siirtoja.

Vihivaunut ovat tämän päivän isommissa yrityksissä lähes arkipäivää, sekä näillä on paljon etuja operaattorien kuljettamiin pinoamisvaunuihin. Vihivaunut eivät vaadi monien miljoonien investointeja, vaan suurimpana ongelmana yritykset kokevat niiden käytön

aloittamisen. Tämä tarkoittaisi koko tehtaan ja tuotannon pysäyttämistä joksikin aikaa, jotta vihivaunuille saadaan luotua otollisempi tehtaan järjestys, sekä luotua näille omat merkityt kulkureitit. Käyttöönotto vaatisi tietysti myös yhden operaattorin suunnittelemaan vihivau-
nujen toimintaa, mutta tämä olisi tehokasta nykyaikaista varastointitoimintaa. (Ahmadi-Ja-
vid & Ardestani-Jaafari 2017.)

Tulevaisuudessa tulisi kiinnittää enemmän huomiota ja tutkia tarkemmin 5.1.1 kohdassa mainittua kehityskohdetta hyllytystoimintojen kehittämiseksi. Siirtoihin kuluva aika sisälogis-
tiikassa on yksi keskeisimpiä asioita, jota sisälogistiikan tehokkuuden mittaamisessa voi-
daan mitata ja tutkia sen ollessa yksi yleisimpiä sisälogistiikan toimintoja. Tämän tutkimuk-
sen aikana dataa ei ollut saatavilla kyseisistä toimenpiteistä, joten siirtoihin kulunutta aikaa
tai niiden tehokkuutta ei voi kuin arvailla. Lähettämön toiminnoissa yksi tehokkuusmittari on
kunkin operaattorin henkilökohtaisesti keräämät rivit per työpäivä. Tähän mittariin vaikuttaa
myös kappaleiden painot, mikäli tuotteet ovat suuria kooltaan ja painavia, ei tällöin oleteta
kerättävän yhtä montaa riviä kuin pieniä alle kilogramman painoisia pieniä tuotteita, joita
yksi operaattori saattaa kerätä kymmeniä rivejä työpäivässä. Nämä kerätyt rivit ja niissä
mitattu tehokkuus on yhtenä palkkiopalkkauksen perusteena, joten jo pelkästään tästä
syystä sen mittaamista on tärkeää jatkaa.

Yrityksessä on ollut jo aiemmin käytössä ABC-analyysi, jota on hyödynnetty vain valmiissa
tuotteissa. ABC-analyysi ei kerro paljon tietoa nimikkeiden käyttäytymisestä ja niiden va-
rastoinnin kannattavuudesta, vaan olisi tulevaisuudessa ennemminkin käytettävä yhdistel-
mäanalyysiä ABC-XYZ ja valita siihen asiat, joita halutaan tarkastella pelkän vuosikulutuk-
sen lisäksi. Luvussa 3.3.3 on esitelty joitain esimerkkejä, joihin tätä analyysiä voitaisiin hyö-
dyntää. Tutkimuksessa ei ollut mahdollista ottaa kaikkia haluttuja tietoja mukaan tutkimuk-
seen, sillä niiden saaminen käyttöön tähän tutkimukseen olisi ollut todella aikaa vievää.
Lopuksi kuitenkin saatiin luotua järkevät vertailukelpoiset tietopohjat, joista saatiin hyödyll-
istä tietoa tämän hetken varastoissa olevista puolivalmisteista. Niistä kävi ilmi, että varas-
toissa on paljonkin sellaisia tuotteita, joilla on vain vähän, jos ollenkaan kulutusta ja myös
sellaisia, joilla ei ole ollut kulutusta lainkaan viimeisen puolen vuoden aikana. Kuvioiden 12
ja 13 vertailu toteutettiin puolen vuoden ajanjaksolla, mutta parempi tarkasteluväli olisi jat-
kossa esimerkiksi kerran vuodessa tai kun markkinatilanteet merkittävästi muuttuvat. Vuo-
den tarkkailuväli ei aikataulusyistä ollut tässä tutkimuksessa mahdollista, mutta tämän mit-
taisella ajanjaksollakin nähtiin jo merkittäviä muutoksia analyysin tuloksissa. Vertailussa ku-
vioiden välillä näki selkeästi muuttuneen markkinatilanteen maanlaajuisesti, jossa kysyntä
on merkittävästi laskenut. Tämä tarkoittaa myös sitä, että varastotasojä olisi tarkkailtava
entistä kriittisemmin ja useammin jotta varastotasot saadaan järkevämmälle tasolle

suhteutettuna sillä hetkellä vallitsevaan markkinatilanteeseen. Toteutetut toimenpiteet ja niiden jatkaminen näyttäisi tämän analyysin perusteella olevan oikeita.

Inventointeihin liittyvät käytänteet muuttuivat jo kesken tutkimuksen, mutta tutkiessa yrityksen inventointitapahtumia viimeisen vuoden ajalta, tultiin tutkimuksessakin siihen johtopäätökseen, että tämä oli tällä hetkellä paras ratkaisu. Tällä tavoin toimimalla inventointitapahtumat saadaan vähemmälle ja joukkoon ei eksy niin paljon virheellisiä inventointeja tai inventointeja väärällä inventoinnin syykoodilla ja yrityksessä päästään etsimään juurisyytä saldovirheisiin. Tosin tämän kaltaista ihannemaailmaa ei ole olemassakaan, jossa kaikki tuotteiden saldot olisivat aina oikein. Saldovirheet järjestelmään muodostuvat suurimmaksi osaksi, kun raaka-aineiden kilot muunnetaan kappaleiksi järjestelmään. Toisena ongelma-kohtana toistuvasti nousi esiin seuraavanlainen virheellinen toimintamalli. Tuotantotilauksen pyytäessä esimerkiksi 240 kappaletta jotakin tuotetta, valmistetaan tuotetta varmuuden vuoksi 250 kappaletta. Tätä tehdään siitä syystä, että osat varmasti riittävät seuraavassa vaiheessa, jos joukossa on esimerkiksi epäkurantteja tuotteita tai edellisessä vaiheessa on tapahtunut laskuvirhe. Tämän kaltainen toimintamalli on kaikkea leania ja varastoinnin periaatteita vastaan. Tehdään turhaa työtä ja käytetään raaka-ainetta johonkin tarpeettomaan, pahimmassa tapauksessa sillä kustannuksella, että jotakin tarpeeseen menevää puolivalmistetta ei saada enää valmistettua kyseisestä raaka-aineesta. Edellä mainittu toiminta on hukkaa sekä tuotannossa että logistiikassa, joten tämän kaltaiseen käyttäytymiseen tuotannossa tulisi puuttua.

Jatkotutkimusesityksenä sisälogistiikkaa tulisi tutkia tarkemmin myös raaka-aineiden ja valmiiden tuotteiden osalta, sillä näissä on varmasti samoja ja erilaisia ongelmia verrattuna puolivalmisteesiin, johon tämä tutkimus kohdistui. Sisälogistiikan siirtoihin kuluneesta ajasta olisi tulevaisuudessa hyödyllistä luoda valmis raportti, jolla sisälogistiikan tehokkuutta voitaisiin seurata kuten lähettämötoiminnoissa kerättyjä rivejä. Varastonhallintaa yleisesti olisi hyvä tutkia tarkemmin, kuten luvussa 5.3.1 kävi ilmi. Varastot ovat monen puolivalmiin tuotteen kohdalla kohtuuttoman suuria tai pieniä suhteutettuna kulutukseen. Tutkimuksen aikana tehdyt muutokset inventointikäytäntöihin on tärkeä ottaa jatkuvaan seurantaan, jotta saadaan selville ovatko tehdyt toimenpiteet olleet oikeita ja onko kehityssuunta halutunlainen. Yritystasolla nopeampi reagointi muuttuviin markkinatilanteisiin olisi ehdottoman tärkeää, tämä kuitenkin vaikuttaa suoraan varastonhallintaan. Yrityksen tuotannonohjausjärjestelmä tarjoaa hyvät puitteet tehokkaaseen varastonhallintaan sen sisältämän suuren datamäärän vuoksi.

Lähteet

- Aberdeen strategy & research. 2023. Industry 4.0 and Industrial IoT in Manufacturing: A Sneak Peek. Viitattu 24.4.2023. Saatavissa <https://www.aberdeen.com/blogposts/industry-4-0-industrial-iot-manufacturing-sneak-peek/>
- Ahmadi-Javid, A. & Ardestani-Jaafari, A. 2017. The unequal area facility layout problem with shortest single-loop AGV path: how material handling method matters. Vol. 59. s. 2352–2374.
- Ballou, R. 1968. Dynamic Warehouse Location Analysis. Journal of Marketing Research. Vol 5. s. 271–276.
- Beltrami, M., Orzes, G., Sarkis, J. & Sartor, M. 2021. Industry 4.0 and sustainability: Towards conceptualization and theory. Journal of Cleaner Production. Vol. 312.
- Bernard, M. 2018. What is Industry 4.0? Here's A Super Easy Explanation For Anyone. Forbes. Viitattu 23.3.2023. Saatavissa <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/09/02/what-is-industry-4-0-heres-a-super-easy-explanation-for-anyone/?sh=165397af9788>
- Beemsterboer, B., Land, M. & Teunter, R. 2016. Hybrid MTO-MTS production planning: An explorative study. European Journal of Operational Research. Vol. 248, s. 453–461.
- Desmond, J. & Wilson, F. Democracy and worker representation in the management of change: Lessons from Kurt Lewin and the Harwood studies. Sage Journals. Vol. 72.
- Devarajan, D. & Jayamohan, M. 2016. Stock control in a Chemical Firm: Combined FSN and XYZ Analysis. Viitattu 5.4.2023. Saatavissa <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.05.111>
- Digi- ja väestötietovirasto 2022. Asiakastyytyväisyys ja laatu. Viitattu 20.6.2023 Saatavissa <https://urly.fi/3b6q>
- Gunasekaran, A. & Ngai, E. 2005. Build-to-order supply chain management: a literature review and framework for development. Journal of Operations Management 23, s. 423–451.
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. Tampere: Infacs.
- Hokkanen, M. 2023. Logistiikan esihenkilö. Yritys X. Haastattelu 4.5.2023
- Hokkanen, S., Karhunen, j. & Luukkainen, M. 2004. Logistisen ajattelun perusteet. Jyväskylä: Kopijyvä Oy

- Hyppönen, R., Aminoff, A. & Kettunen, O. 2004. Varastotoiminnan seuranta ja mittaaminen. Viitattu 25.3.2023. Saatavissa <https://publications.vtt.fi/julkaisut/muut/2004/TUO64-044044.pdf>
- Johnsson, P. 2008. Logistics and Supply Chain Management. Yhdistynyt kuningaskunta: McRaw-Hill Education.
- Kallinen, T. & Kinnunen, T. Toimintatutkimus. Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Jaana Vuori. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 26.3.2023. Saatavissa <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/>
- Kembro, J. & Norrman, A. 2019. Exploring trends, implications and challenges for logistics information systems in omni-channels: Swedish retailers' perception. Viitattu 22.3.2023. Saatavissa rajoitetusti <https://www-emerald-com.ezproxy.saimia.fi/insight/content/doi/10.1108/IJRD-07-2017-0141/full/html#sec006>
- Khojasteh, Y. 2015. Production Control Systems: A Guide to Enhance Performance of Pull Systems. Japani: Springer Japan
- Logistiikan maailma. 2023a. Tieto- raha- ja materiaalivirrat. Viitattu 25.3.2023. Saatavissa <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/tieto-raha-ja-materiaalivirrat/>
- Logistiikan maailma. 2023b. Sisälogistiikka. Viitattu 21.3.2023. Saatavissa <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/sisalogistiikka/>
- Logistiikan maailma. 2023c. Materiaalin virtaus ja tuotteiden sijoittelu varastossa. Viitattu 27.4.2023. Saatavissa <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastotilojen-suunnittelu/materiaalin-virtaus-ja-sijoittelu/>
- Marcel, R. 2021. Operative Production Controlling as Entrance into Controlling 4.0. Viitattu 28.3.2023. Saatavissa rajoitetusti <https://ezproxy.saimia.fi/login?&url=https://www.proquest.com/scholarly-journals/operative-production-controlling-as-entrance-into/docview/2778065133/se-2>
- Matende, S. & Oqao, P. 2013. Enterprise Resource Planning (ERP) System Implementation: A Case for User Participation. Vol. 9. s. 518–526
- Microsoft. 2023a. Viitattu 12.5.2023. Saatavissa <https://www.microsoft.com/fi-fi/microsoft-365/business-insights-ideas/resources/how-to-make-sense-of-data-analysis-and-spreadsheets>

Microsoft. 2023b. Viitattu 3.4.2023. Saatavissa <https://www.microsoft.com/fi-fi/microsoft-365/microsoft-office>

Microsoft. 2023c. Viitattu 31.3.2023. Saatavissa <https://bit.ly/3NfviC6>

Microsoft 2023d. Viitattu 3.4.2023. Saatavissa <https://powerbi.microsoft.com/en-au/>

Microsoft. 2023e. Viitattu 31.3.2023. Saatavissa <https://learn.microsoft.com/en-us/dynamics365/supply-chain/warehousing/warehouse-management-overview>

Peltokorpi, A. 2008, Improving Performance Of Operating Units: A Process Planning Control Approach. Viitattu 19.5.2023. Saatavissa https://www.researchgate.net/figure/Simplified-manufacturing-planning-and-control-system-Vollman-et-al-1997_fig2_267385922

Piirainen, A. 2011. Lean ja suorituskyvyn mittaaminen tasapainotetulla tulokortilla

Pollari, A. 2023. Logistiikan esihenkilö. Yritys X. Haastattelu 16.5.2023

Raschke, S. 2022. Limb Protheses: Industry 1.0 to 4.0: Perspectives on Technological Advances in Prosthetic Care. Frontiers. Vol 3. Viitattu 22.3.2023. Saatavissa <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fresc.2022.854404/full>

Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta: digitalisoitumisen haasteet. E-kirja. Turku: ELlib library.

Scholz-Reiter, B., Heger, J., Meinecke, C. & Bergmann, J. 2012. Integration of demand forecasts in ABC-XYZ analysis: practical investigation at an industrial company. Viitattu 4.4.2023. Saatavissa rajoitetusti <https://www-emerald-com.ezproxy.saimia.fi/insight/content/doi/10.1108/17410401211212689/full/html>

Shah, B. 2021. What should be lean buffer threshold for the forward-reserve warehouse?. Viitattu 6.4.2023. Saatavissa rajoitetusti <https://www-emerald-com.ezproxy.saimia.fi/insight/content/doi/10.1108/IJPPM-02-2021-0075/full/html>

SKULabs. 2023. Warehouse picking layout utilizing ABC sorting. SKULabs-blogi. Viitattu 3.4.2023. Saatavissa <https://blog.skulabs.com/warehouse-management/5-warehouse-organization-tips/attachment/abc-picking-layout/>

Stępień, K. 2015. Measurement and Quality Control of Processes and Products in Manufacturing and Enterprise. Viitattu 11.6.2023. Saatavissa rajoitetusti <https://ebookcentral.proquest.com/lib/lab-ebooks/detail.action?docID=1980769>

Stojanović, M. & Regodić, D. 2017. The Significance of the Integrated Multicriteria ABC-XYZ Method for the Inventory Management Process. Viitattu 20.5.2023. Saatavissa http://acta.uni-obuda.hu//Stojanovic_Regodic_76.pdf

Suomen tilintarkastajat. 2020. Vaihto-omaisuuden inventaariin osallistuminen muuna kuin tilinpäätöspäivänä. Viitattu 7.5.2023. Saatavissa https://tilintarkastajat.fi/wp-content/uploads/2020/11/stn-suositus-5_2020-inventaari.pdf

Suomen YK-Liitto. 2023. Kestävä kehitys. Viitattu 12.6.2023. Saatavissa <https://www.yk-liitto.fi/kestava-kehitys>

Taloushallintoliitto. 2023. Tilinpäätös. Viitattu 7.5.2023. Saatavissa: <https://taloushallintoliitto.fi/tietopankki/kirjanpidon-abc/tilinpaatos/>

Toikko, T. & Rantanen, T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta: näkökulmia kehittämisprosessiin, osallistumiseen ja tiedontuotantoon. Tampere: Tampere University Press.

Yin, Y., Stecke, K. & Li, D. 2018. The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. Viitattu 24.3.2023. Saatavissa rajoitetusti <https://web-s-ebsohost.com.ezproxy.saimia.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=ce104df4-6e39-434a-a742-5d30cade7584%40redis>

Yritys X. 2023. Saatavilla sisäisesti.

Zijm, W. 1999. Towards intelligent manufacturing planning and control systems. Viitattu 19.5.2023. Saatavissa https://www.researchgate.net/figure/A-manufacturing-planning-and-control-architecture_fig5_225820322

Liite 1. Haastattelupohja sisälogistiikan operaattoreille

Sisälogistiikan operaattorien kysely

Rastita lähinnä oikeaa oleva vaihtoehto tai kuvaile jokin muu kohtaan lähinnä toteumaa oleva vaihtoehto. Nämä ovat siis arvioita, koska fakta tietoaan meillä ei ole näistä olemassa missään.

- **Kuinka usein joudut etsimään osia mistä tahansa syystä johtuen?**
 - 1 x vrk
 - 1 x 2 vrk
 - 1 x vko
 - 1x 2 vko
 - 1x kk
 - Jokin muu määrä, mikä? _____
- **Kuinka kauan aikaa kuluu keskimääräisesti hukassa olevien osien etsintään arviolta?**
 - 5min
 - 10min
 - 15min
 - 30min
 - >30min
 - Jokin muu arvio, mikä? _____
- **Onko jokin korostunut syy miksi osat ovat hukkuneet?**
 - License platen väärä sijainti lavassa
 - License plate puuttuu
 - Kuljetuksen jälkeen unohtunut siirto
 - Lavaa ei ole aiemmin saatu siirrettyä järjestelmässä ja sen jälkeen unohtunut
 - Inventointivirhe
 - vastaanottovirhe
 - Jokin muu syy, mikä? _____

Vapaa sana sisälogistiikan ongelma- tai kehityskohdista:

Kysely käsitellään täysin anonyymisti, joten nimeä ei tarvitse paperiin laittaa.

Kun kyselylomake on täytetty palauta se henkilölle X X 31.5. mennessä.

-Yhteistyö terveisin

Mika. A

