

Materiaalivirran hallinta toimittajalta tuotantoon

Elias Päivinen

Opinnäytetyö
Joulukuu 2019
Tekniikan ala
Insinööri (AMK), logistiikka

Tekijä(t) Päivinen, Elias	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Joulukuu 2019
	Sivumäärä 79	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Materiaalivirran hallinta toimittajalta tuotantoon		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), logistiikka		
Työn ohjaaja(t) Ville Karjalainen		
Toimeksiantaja(t) Moventas Gears Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Moventas Gears Oy, joka valmistaa ja huoltaa tuuliturbiinivaihteistoja. Yrityksen logistiikkaosastolla oli havaittu tarve logistiikan prosessien kehittämiseen tuuliturbiinivaihteistojen kokoluokkien ja komponenttimäärien kasvaessa. Yrityksen tehtaan tilat eivät nykyisillä toimintatavoilla ole riittävät käsittelemään tulevaisuuden materiaalmääriä. Lisäksi oli havaittu, että tuotantoon tulleen uuden tuotteen materiaalien keräily vaatii liikaa resursseja nykyisillä toimintatavoilla.</p> <p>Työssä kuvattiin nykyinen vaihdekomponenttien toimitusketju tavarantoimittajan ja toimeksiantajan tuotannon välillä. Tutkitun toimitusketjun pääpaino oli tehtaan sisällä tapahtuvassa materiaalinkäsittelyssä. Työn toinen osa oli tuotantoon kerättävien materiaalien keräilyprosessin kuvaaminen.</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena oli tunnistaa ja analysoida nykyisen toimitusketjun sekä keräilyprosessin ongelmakohtia ja löytää kehitysehdotuksia niihin. Tutkimus suoritettiin tapaus-tutkimuksena kvalitatiivisia tutkimusmenetelmiä hyödyntäen. Aineistoa kerättiin osallistuvan havainnoinnin sekä haastattelujen avulla. Tutkimukseen haettiin tukea kirjallisuuslähteistä sekä aiemmin tehdyistä tutkimuksista.</p> <p>Tutkimuksessa tuli ilmi, että saapuvien materiaalien loogisemmalla sijoittelulla saadaan tehostettua keräilyprosessia. Lisäksi tutkimuksessa havaittiin, että parantamalla yhteistyötä niin yrityksen sisäisten osastojen kuin tavarantoimittajien kanssa voidaan saavuttaa tehokkaammin toimiva toimitusketju. Kehittämissuhteiksi esitetään, että tuotteet sijoitetaan varaston eri osiin niiden lopullisen käyttökohteen mukaan sekä kartoitetaan tavarantoimittajien mahdollisuutta tuoda lisäarvoa toimeksiantajan logistiikan prosesseihin.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Logistiikka, tilaus-toimitusketju, sisälogistiikan prosessit, prosessikuvaus, materiaalinohjaus, prosessin kehittäminen		
Muut tiedot (Salassa pidettävät liitteet)		

Author(s) Päivinen, Elias	Type of publication Bachelor's thesis	Date December 2019 Language of publication: Finnish
	Number of pages 79	Permission for web publication: x
Title of publication Handling the material flow from a material supplier to production		
Degree programme Degree programme in Logistics		
Supervisor(s) Karjalainen, Ville		
Assigned by Moventas Gears Oy		
Abstract <p>The thesis was made for Moventas Gears Ltd, which manufactures and services wind turbine gearboxes. The company's logistics department had detected a need of to develop of their logistic processes because of growth in the size of wind turbine gearboxes and the rising number of components needed. The premises of the company will not be adequate to handle growing material quantities in the future with the current operating model. In addition, it was detected that material picking for a new product whose production started recently, was taking too much resources with the current way of working.</p> <p>The thesis described the current supply chain of the gearbox components between the material supplier and the company's production. The focus in the supply chain investigated was in material handling in the company's premises. The second part of the work was describing the process of material picking for the production line.</p> <p>The aim of the study was to identify and analyse the problems in the current supply chain and the material picking process and to give development proposals. The study was done as a case study using qualitative research methods. Research material was collected through interviews and using participatory observation. Previous research and literature were used as a support.</p> <p>The study revealed that a more logical layout for warehousing the incoming goods would improve the material picking process. In addition, it was noticed that improving co-operation inside the company and with the material suppliers enables gaining a more efficient supply chain. The suggested development acts are warehousing the incoming goods in different warehouse areas depending on the end use of the components and surveying the possibility to gain added value for logistics processes from the material suppliers.</p>		
Keywords/tags (subjects) Logistics, supply chain, intralogistics processes, process description, material handling, process development		
Miscellaneous (Confidential information)		

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Tutkimusasetelma	6
2.1	Tutkimuksen tavoitteet	6
2.2	Tutkimuksen rajaukset	7
2.3	Tutkimusmenetelmät	8
2.4	Tutkimusaineisto	13
3	Moventas Gears Oy	14
4	Liiketoiminnan prosessit	15
4.1	Prosessien kehittäminen	15
4.2	Prosessikuvaus.....	16
4.2.1	Prosessikuvauksen vaiheet.....	16
4.2.2	Prosessin kuvaaminen ja kuvaustasot.....	17
4.3	Tilaus-toimitusketjun hallinta.....	22
4.4	Sisälogistiikan prosessit.....	23
4.4.1	Vastaanotto	24
4.4.2	Hyllytys ja varastointi	27
4.4.3	Keräily	29
4.4.4	Pakkaus	33
4.4.5	Lähtettäminen.....	34
5	Moventaksen logistiikka	35
5.1	Henkilöstö ja työtehtävät	35
5.2	Ulkoinen varastointi	36
5.3	Hyllytyspalvelu.....	37
5.4	Automaattitruckijärjestelmä	38
6	Aineiston keruu ja analysointi.....	39
6.1	Aineiston keruu	39
6.2	Aineiston analyysi.....	40

	2
7 Tehtaan layout ja varastointiratkaisut.....	45
8 Tulokset	57
8.1 Toimitusketjun prosessikuvaus	57
8.1.1 Toimituksen pakkaus toimittajalla	59
8.1.2 Kuljetus	60
8.1.3 Materiaalin vastaanotto	61
8.1.4 Materiaalin siirto varastoon	62
8.1.5 Laadunvalvonta	64
8.1.6 Materiaalin keräily tuotantoon	65
8.2 Keräilyprosessin tehostaminen	68
9 Johtopäätökset.....	72
9.1 Minkälainen toimitusketju tavarantoimittajan ja tehtaan tuotannon välillä on nykytilassa ja mitä haasteita se sisältää?	72
9.2 Minkälaisin keinoin materiaalien keräilyä tuotantoon voisi tehostaa?	74
9.3 Kehitysehdotukset.....	75
10 Pohdinta.....	77
Lähteet	79

Kuviot

Kuvio 1. Prosessin kuvaamisen vaiheet	17
Kuvio 2. Prosessien kuvaustasot.....	18
Kuvio 3. Esimerkki prosessikartasta.....	19
Kuvio 4. Esimerkki toimintamallikaaviosta	20
Kuvio 5. Esimerkki prosessin kulkukaaviosta.....	21
Kuvio 6. Esimerkki työnkulkukaaviosta.....	22
Kuvio 7. Lavansiirtovaunu ja haarukkavaunu	25
Kuvio 8. Vastapainotrukki	25

	3
Kuvio 9. Materiaalin vastaanotto prosessi	26
Kuvio 10. Tukipyörätrukki sekä työntömasotrukki	28
Kuvio 11. Varaston prosessien kustannusjakauma	29
Kuvio 12. Erilaisia keräilystrategioita, tapoja ja välineitä	31
Kuvio 13. Viivakoodinlukija	33
Kuvio 14. Ranteeseen kiinnitettävä viivakoodinlukija	33
Kuvio 15. Vihivaunujärjestelmän materiaalinsiirrot	38
Kuvio 16. Tehtaan layout	46
Kuvio 17. 2-hallin layout	50
Kuvio 18. 3-hallin layout	51
Kuvio 19. 4-hallin layout	52
Kuvio 20. 5- ja 6-hallien layout	55
Kuvio 21. 7-hallin layout	56
Kuvio 22. Materiaalivirran prosessikaavio	59
Kuvio 23. Tehtaan uusi varastoautomaatti	63
Kuvio 24. Materiaalivirran prosessikaavio toimittajan ja tehtaan tuotannon välillä	73

Taulukot

Taulukko 1. Logistiikkaosaston tiimit.....	35
Taulukko 2. Haatatteluissa esille nousseet asiat	41
Taulukko 3. Matka-ajat tuotantolinjalle sekä kuormalavojen ja tuotteiden käsittelyajat.....	42
Taulukko 4. Toiminannohjausjärjestelmästä saatu data yhden eurolavahyllyn käytöstä.....	44
Taulukko 5. Uuden sarjatuotteen rakenne logistiikan näkökulmasta.....	44
Taulukko 6. Ikolon tehtaan kuormalavahyllyt	47
Taulukko 7. Ikolon tehtaan muut varastointitilat	48
Taulukko 8. 2-hallin varastointitilat	50
Taulukko 9. 4-hallin varastointitilat	54
Taulukko 10. 7-hallin varastointitilat	57

Taulukko 11. Haastatteluissa esille tulleet suurimmat haasteet.....	68
Taulukko 12. Keräilyn matka- ja käsittelyajat.....	69
Taulukko 13. Nykymallin ja tutkimustulosten osoittaman mallin vertailu.....	71
Taulukko 14. 4-hallin eurolavahyllyn käyttö.....	72
Taulukko 15. Toimitusketjun haasteet	74
Taulukko 16. Keräilyvertailu	75

1 Johdanto

Toimitusketjun hallinta on merkittävässä roolissa tavoiteltaessa säästöjä ja toiminnan jatkuvaa kehitystä. Yritysten logistiikkakustannukset olivat Suomessa keskimäärin 14,1 % liikevaihdosta vuonna 2017. Turun kauppakorkeakoulun ja liikenne- ja viestintäministeriön logistiikkaselvityksessä näihin logistiikan kustannuksiin on luettu varastoon sitoutuneen pääoman kustannukset, kuljetuskustannukset, varastointikustannukset, logistiikan hallintokustannukset sekä muut logistiikan kustannukset. Kustannukset ovat kasvaneet tasaisesti viimeisen kymmenen vuoden ajan. Tehokkailla ja toimivilla logistisilla prosesseilla on mahdollisuus saavuttaa näkyviä hyötyjä yritysten liiketoiminnassa. (Solakivi, Ojala, Laari, Lorentz, Kiiski, Töyli, Malmsten, Bask, Rintala, Paimander & Rintala 2018.)

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin tuuliturbiinivaihteistoja valmistavan Moventas Gears Oy:n materiaalivirtaprosessia. Tutkimuksen pääpainona oli materiaalivirtaus tavaran toimittajan sekä yrityksen oman tuotannon välillä. Tutkimus tehtiin yrityksen uutta, vuonna 2020 sarjatuotantoon tulevaa tuotetta silmällä pitäen. Kyseessä oleva uusi tuote on kokoluokaltaan suurempi kuin nykyiset tuotemallit. Tuotteen komponenttien suuri koko sekä paino lisäävät entistä enemmän haasteita materiaalivirran hallintaan sekä materiaalin käsittelyyn.

Toimeksiantajan tuotantomäärien kasvun vuoksi tämän kaltaiselle tutkimukselle oli suuri tarve. Käytännössä pitkän ajan kysynnän ja asiakastilausten toteutuvien määrien ennustaminen on mahdotonta. Pitkä komponenttien toimitusaika pakottaa toimeksiantajan nykytilanteessa ostamaan osan niistä ennusteiden pohjalta varastoon. Yrityksen tilaresurssit ovat suurien materiaalimäärien varastointiin puutteelliset, mikä johtaa tehottomaan materiaalinkäsittelyyn ja varastointiin. Edellä mainittu taas johtaa tehottomaan materiaalin keräämiseen tuotantoa varten.

Materiaalivirta toimittajan ja tehtaan välillä on kriittinen monella tapaa. Tilausten heikkolaatuinen pakkaus voi aiheuttaa vahinkoa tuotteille toimituksen aikana tai materiaalien siirrot ennen tuotantoon päätymistä voivat johtaa tuotteiden rikkoontumi-

seen tai katoamiseen. Tehtaalle saapuneet materiaalit kirjataan toiminnanohjausjärjestelmään (ERP = Enterprise Resource Planning), josta näkyvät muun muassa varastopaikat, joihin tuotteet on sijoitettu. Inhimillisten virheiden vuoksi on aina mahdollista, että jokin tuote on määritetty väärään varastopaikkaan, mikä johtaa työajanmenetykseen, kun tuotteita joudutaan turhaan etsimään. Pahimmissa tapauksissa kaikki edellä mainitut tilanteet saattavat johtaa tuotannon pysähtymiseen, jolloin yrityksen toimitusvarmuus kärsii. Tuotannon pysähtyminen aiheuttaa lähes poikkeuksetta suuria kuluja, joiden syinä ovat niin tuotannon työntekijöiden tuottamattomuus kuin mahdollisesti myöhästyneistä toimituksista aiheutuvat sanktiot. Toimiva toimitusketju on siis tärkeä tekijä yrityksen menestymisessä.

Materiaalin keräily tuotantoon on olennainen osa toimitusketjua. Tehokkaalla ja optimoidulla keräilymallilla voidaan saavuttaa suuria hyötyjä niin henkilöstöressurssien säästöinä kuin tuotannon sujuvuutena. Tuotanto voi turhaan hidastua tai jopa pysähtyä, mikäli tarvittavia materiaaleja ei ole käytettävissä ajallaan.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kuvata toimitusketjuprosessia sekä kartoittaa toimenpiteitä, joilla keräilyprosessia saadaan tehokkaammaksi.

2 Tutkimusasetelma

2.1 Tutkimuksen tavoitteet

Työn tavoitteena oli luoda prosessikuvaus materiaalivirrälle ja analysoida ketjun eri vaiheiden toimintaa ja vaatimuksia. Nykyisen toimitusketjun analysoinnilla pyrittiin löytämään pullonkauloja, joiden avaamisella toimeksiantajan logistisia haasteita pystyttäisiin lieventämään tai ratkaisemaan. Toimitusketju rajattiin tavaran toimittajan ja toimeksiantajan tuotannon välille. Lisäksi työssä tuli löytää keinoja, joilla materiaalin siirto- ja keräilyprosessia saadaan tehokkaammaksi tehtaan tuotantoon nykyisten resurs-

sien puitteissa. Materiaalinsyötön tehokkuuden kannalta kriittisin vaihe on komponenttien vastaanoton jälkeinen siirto. Näillä siirroilla määritetään tuotantoon kerättävän materiaalin selkeä ja optimaalinen keräily.

Toimitusketjuprosessin analysoinnin sekä tehokkaan tuotantoon keräilyn määrittelyn avulla tuli luoda kehitysehdotuksia, joiden avulla materiaalivirran hallinta on toimivampaa.

Tutkimuskysymykset olivat seuraavat:

- Minkälainen toimitusketju tavarantoimittajan ja tehtaan tuotannon välillä on nykytilassa ja mitä haasteita se sisältää?
- Minkälaisin keinoin materiaalien keräilyä tuotantoon voisi tehostaa?

Materiaalivirran kulkemisen ymmärtämiseksi prosessikuvauksen luominen on oivallinen keino. Toimitusketjun eri vaiheiden läpikäyminen yksityiskohtaisesti auttaa havainnollistamaan nykyisen toimintamallin mahdollisia ongelmakohtia. Analysoimalla nykytilannetta ja siitä havaittuja heikkouksia voidaan löytää kehitettävää myös ilman resurssien lisäystä.

2.2 Tutkimuksen rajaukset

Päätasolla tutkimuksessa tarkastellaan uuden, vielä kehitysvaiheessa olevan tuotteen näkökulmasta. Tuoterajaus ei kuitenkaan poissulje tutkimuksen tulosten soveltamista yrityksen muihin tuotteisiin tai huoltoliiketoiminnan materiaalivirtojen käsittelyyn.

Tutkimuksessa toimitusketjun tarkastelu rajattiin valmiin komponentin lähtöön toimittajalta päättyen toimeksiantajan tuotantolaitoksen kokoonpanolinjalle. Tämä toimitusketjun osa on yrityksen sisäisen logistiikan kannalta olennaisin, joten toimitusketjun laajempaan tarkasteluun ei ollut tarvetta.

Komponenttitasolla tutkimuksesta rajattiin pois toimeksiantajan oma valmistukseen käytettävät raaka-aineet ja yrityksen ostamat alihankintaan koneistettavaksi menevät puolivalmisteet. Toimeksiantajan oma valmistus kattaa vaihdelaatikon hampaalliset sisäosat, eli planeetta- ja kehäpyörät sekä erinäiset akselit. Alihankintaan koneistettavaksi ostettavia puolivalmisteita ovat erilaiset valuaihiot. Pääsääntöisesti vaihdelaatikon planeetankantajien, koteloiden, momenttitukien sekä etuosien valuaihiot ostetaan suoraan alihankkijan toimipisteelle, josta nämä komponentit toimitetaan valmiina Moventaksen tehtaalle. Laakerinkansien valuaihiot toimitetaan suurimmilta osin myös suoraan alihankkijoille, mutta toisinaan valut toimitetaan ensin toimeksiantajan tehtaalle, josta materiaalit kuljetetaan koneistettavaksi alihankintaan.

2.3 Tutkimusmenetelmät

Tämän työn tutkimusmenetelmä on kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus. Luonteeltaan kvalitatiivinen tutkimus sisältää kokonaisvaltaista tiedonkeruuta, ja aineistoa kerätään todellisista tilanteista. Tyypillisesti kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkija luottaa enemmän omiin havaintoihinsa ja keskusteluihin tutkimukseen liittyvien henkilöiden kanssa, kuin perinteisiin mitattaviin tietoihin (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 160.) Tässä tutkimuksessa on kuitenkin käytetty myös mitattavaa dataa tukemaan tutkimustuloksia.

Laadullisessa tutkimuksessa tavoitteena on ymmärtää tutkimuskohdetta. Tutkimuksen ensimmäinen vaihe onkin usein tutkittavan kentän kartoitus. Aineiston riittävyyteen ja kylläisyyteen viittaavaa saturaation käsitettä käytetään kvalitatiivisen aineiston keruussa. Saturaatiolla tarkoitetaan tilannetta, jossa aineistoa kerätään, esimerkiksi haastatteluilla, niin kauan, kunnes samat asiat alkavat kertautumaan. Tähän tilaan päädyttyä aineisto on saavuttanut teoreettisesti merkittävän tason. Tähän ajattelumalliin liittyy kuitenkin ongelmia. Tutkijan asiantuntevuuden mukaan uusien näkökulmien havaitseminen aineistoa kerätessä on rajattua sekä tutkijan on mahdollista olla varma, että uutta tietoa ei enää löydetä lisää. (Hirsjärvi ym. 2007, 176-177.)

Kvalitatiiviseen tutkimukseen liitetään usein piirre ainutlaatuisuudesta, kahta täysin samanlaista tapausta tai tutkimuskohdetta ei ole. Tämän vuoksi aineistosta ei tehdä yleistettäviä johtopäätöksiä. Ajatusmallina on kuitenkin, että samaan ilmiöön liittyvissä yksittäisissä tapauksissa toistuu myös yleisiä seikkoja. Yksittäistä tapausta tutkimalla riittävän tarkasti havaitaan asioita, jotka ovat merkittäviä ja usein toistuvia ilmiön yleisemmällä tasolla. (Hirsjärvi ym. 2007, 177.)

Tutkimuskysymyksiä lähdettiin ratkaisemaan tapaustutkimusstrategialla (case study). Tapaustutkimukselle on tyypillistä, että tutkittava asia on yksittäinen tapaus, tilanne tai joukko tapauksia. Tutkittavasta tapauksesta pyritään saamaan yksityiskohtaista tietoa. Usein tapaustutkimuksessa kohteena ovat erilaiset prosessit ja niiden yhteys ympäristöönsä. Aineiston keruuseen käytetään monia erilaisia menetelmiä. (Hirsjärvi ym. 2007, 131.)

Havainnointi

Havainnoinnin avulla saadaan tietoa, käyttäytyvätkö ihmiset niin kuin he sanovat, sekä pyritään selvittämään, mitä todella tapahtuu. Havainnointia on pidetty tieteiden välttämättömänä perusmenetelmänä. (Hirsjärvi ym. 2007, 201-202.)

Havainnoinnin suurin etu on suoran tiedon saaminen yksilöiden, ryhmien tai organisaatioiden toiminnasta ja käyttäytymisestä. Havainnoinnin avulla päästään todellisiin, luonnollisiin ympäristöihin, jolloin vältetään keinotekoisuus, joka on monesti eri menetelmien rasitteena. Havainnointi on erinomainen menetelmä tilanteissa, jotka ovat nopeasti muuttuvia ja vaikeasti ennakoitavia. Havainnoinnin haittana on havainnoijan mahdollinen tilanteen häirintä, mikä pahimmassa tapauksessa voi muuttaa tilanteen kulkua. Esimerkiksi luokkahuonetutkimuksissa on havaittu, että opettajien ja oppilaiden käyttäytyminen muuttuu, kun tutkija astuu luokkaan. Tätä haittaa voidaan lieventää siten, että havainnoija käy havaintopaikalla useampia kertoja, niin että havainnoinnin kohteet tottuvat häneen, ja havaintojen keruu aloitetaan vasta totuttumisen jälkeen. Havainnoijan mahdollinen emotionaalinen sitoutuminen tutkittavaan ryhmään tai tilanteeseen voi myös aiheuttaa tutkimuksen objektiivisuuden kär-

simistä. Joidenkin havainnoinnin tilanteissa haasteena on myös välittömän tiedon tallentamisen vaikeus, jolloin tutkijan on luotettava muistiinsa ja kirjattava havainnot myöhemmin. Kaiken kaikkiaan havainnointi on kuitenkin menetelmä, jonka avulla voidaan kerätä monipuolista ja kiinnostavaa aineistoa. (Hirsjärvi ym. 2007, 202-203.)

Havainnoinnin menetelmiä on lukuisia. Usein havainnointia kuvataan kahdella jatkumolla. Ensimmäinen jatkumo kuvaa sitä, miten säädeltyä havainnointi on. Ääripäinä tässä jatkumossa ovat hyvin systemaattinen ja tarkasti jäsenneily havainnointi, tai toisena ääripäinä, täysin vapaa ja luonnolliseen toimintaan mukautunut. Toinen jatkumo kuvaa tutkijan roolia tilanteessa. Tutkija voi olla joko kohderyhmän jäsen tai täysin ulkopuolinen. Näiden jatkumoiden pohjalta syntyvät havainnoinnin lajit ja nimitykset. Yleisimmät havainnointilajit ovat systemaattinen havainnointi, jossa havainnointi on tarkasti jäsenneilyä ja havainnoija on ulkopuolinen toimija sekä osallistuva havainnointi, jossa havainnot tehdään vapaasti tilannetta mukaillen ja havainnoija on osa ryhmää. Systemaattista havainnointilajia käytetään usein kvantitatiivisesti painottuvassa tutkimuksessa. Osallistuva havainnointi sopii paremmin kvalitatiiviseen tutkimukseen. Monissa tutkimuksissa kuitenkin käytetään havainnointilajien välimuotoja, sillä usein myös tutkimukset sisältävät sekä määrällisiä, että laadullisia menetelmiä. (Hirsjärvi ym. 2007, 203-204.)

Systemaattinen havainnointi tehdään tavallisesti tarkasti rajatuissa tiloissa, kuten laboratorioissa ja tutkimushuoneissa tai luonnollisissa tilanteissa, kuten luokkahuoneissa tai työpaikoilla. Luokitteluskeemojen laatiminen ja asiantunteva käyttö on olennainen piirre systemaattisessa havainnoinnissa. Havainnoijan on saatava tähän koulutus. Usean havainnoijan ongelmana on, miten heidät koulutetaan niin, että he luokittelevat valittuja kohteita samalla tavalla. Myös kyllin hienojakoisten mutta selkeästi toisensa pois sulkevien luokitusysteemien kehittäminen on haastavaa. Havainnot pyritään tekemään ja tallentamaan systemaattisesti ja tarkasti. Tunnettuja apukeinoja tähän on tarkastuslistat, joissa on lueteltu ainoastaan toiminnat ja havainnoijan tehtävänä on merkitä, esiintyykö listassa nimetty piirre jonkin ajanjakson kuluessa vai ei tai kuinka monta kertaa jokin piirre esiintyy. Systemaattisessa havainnoinnissa käytetään myös arviointiskaaloja (esim. erinomainen, hyvä, tyydyttävä,

välttävä), joiden avulla saadaan tarkkailtavasta piirteestä laadullisia kuvauksia. (Hirsjärvi ym. 2007, 204-205.)

Osallistuvassa havainnoinnissa on useita alalajeja, jotka määrittävät kuinka kokonaisvaltaisesti tai täydellisesti havainnoija pyrkii osallistumaan tutkittavien toimintaan. Tyypillisesti tutkija osallistuu tutkittavien ehdoilla heidän toimintaansa. Tutkimukset ovat usein kenttätutkimuksia ja tutkija pyrkii pääsemään tutkittavan ryhmän jäseneksi. Tämä ei kuitenkaan tarkoita fyysistä puolta, vaan havainnoija pyrkii jakamaan omia kokemuksiaan tutkittavan ryhmän jäsenten kanssa. Osallistumisen aste voi vaihdella. Se voi olla täydellistä osallistumista, jossa tutkija pyrkii pääsemään täydellisesti ryhmän jäseneksi. Täydellinen osallistuminen aiheuttaa usein ongelmia, jotka ovat luonteeltaan eettisiä: miten kertoa tutkittaville tutkimuksesta ja sen tarkoituksesta esimerkiksi sellaisille havainnointikohteille, jotka eivät luultavasti helposti suositsi tutkimukseen. Havainnoijalle aiheutuu ristiriita siitä, että hänen pitäisi toimia mahdollisimman luonnollisesti ja aidosti, mutta on kuitenkin keräämässä tietoa tieteellistä tarkoitusta varten. Täydellisen osallistumisen vaihtoehtona on tutkimus, jossa tutkittavalle osapuolelle selvennetään heti alussa, että tutkija on ryhmässä havaintojen tekijänä. Tämän jälkeen on tärkeää pyrkiä luomaan hyvät suhteet tutkittaviin. Käytännössä havainnoija osallistuu tutkittavan ryhmän tekemiseen, mutta lisäksi esittää heille kysymyksiä. (Hirsjärvi ym. 2007, 205-206.)

Tämän tutkimuksen onnistumisen vuoksi havainnointi on tärkein tutkimustyyppi, havainnoinnin avulla saadaan tietoa mitä tutkittavissa prosesseissa todella tapahtuu. Tutkimuksessa on sekä systemaattista, että osallistuvaa havainnointia. Toiminnanohjausjärjestelmästä saatavan datan analysointi on systemaattista, esimerkiksi kuinka usein eri varastonosiin viedään tavaraa. Tutkijan rooli yrityksen toimitusketjun yhtenä toimijana ja täten osallistujana tutkittavan ryhmän työhön johtaa myös osallistuvaan havainnointiin.

Haastattelut

Haastattelu on ainutlaatuinen tiedonkeruumenetelmä, siinä ollaan tutkittavan kanssa suorassa vuorovaikutuksessa. Tästä seikasta on sekä etuja että haittoja. Yksi suuri etu

muihin aineistonkeruumenetelmiin nähden on se, että haastatteluilla voidaan säädellä aineiston keruuta joustavasti tilanteen vaatimalla tavalla ja haastateltavia myönteisillä. Haastattelun etuna on myös vastaajiksi suunniteltujen henkilöiden mukaan saaminen tutkimukseen. Haastateltavat ovat usein myös helposti tavoiteltavissa myöhemminkin, mikäli ilmenee aineiston täydennystarpeita tai mahdollista seuranta-tutkimuksen tarvetta. Haastattelu on kuitenkin kuin kolikko, jolla on kaksi puolta. Haastattelun ongelmakohtina nähdään monien virhelähteiden sisältyminen, mitkä aiheutuvat niin haastattelijasta kuin haastateltavasta ja haastattelutilanteesta kokonaisuutena. Haastateltava voi kokea haastattelun monella tavalla itseään uhkaavaksi. Tämä heikentää haastattelun luotettavuutta, sillä haastateltavalla on taipumus antaa sosiaalisesti hyväksytyjä vastauksia. (Hirsjärvi ym. 2007, 193-195.)

Haastatteluja voidaan jaotella useisiin ryhmiin vaihtelevin nimikkein. Yleensä haastattelulajeja erotellaan haastattelutilanteen muodollisuuden mukaan. Yhtenä ääripäänä on täysin strukturoitu haastattelu, jossa ennalta laaditut kysymykset esitetään tiettyssä järjestyksessä. Toisena ääripäänä on täydellisen vapaa keskustelu, jossa haastattelijalla on mielessään vain tietty aihealue ja keskustelu käydään vapaasti aihepiirin sisällä. (Hirsjärvi ym. 2007, 196-197.)

Strukturoidussa haastattelussa (lomakehaastattelu) haastattelu tapahtuu lomaketta apuna käyttäen. Kysymysten ja väitteiden muoto ja esittämisjärjestys on täysin määrätty. Lomakehaastattelun etuna on sen helppo toteutus, kun kysymykset ovat valmiina ja järjestetty. (Hirsjärvi ym. 2007, 197.)

Teemahaastattelu on strukturoidun ja avoimen haastattelun välimuoto. Tyypillisesti teemahaastattelussa aihealueet ovat tiedossa, mutta kysymysten tarkka muoto ja järjestys puuttuu. (Hirsjärvi ym. 2007, 197.)

Avoin haastattelu on eri haastattelumuodoista lähimpänä keskustelua. Avoimessa haastattelussa selvitetään haastateltavan ajatuksia, mielipiteitä, tunteita ja käsityksiä sitä mukaan kuin ne tulevat keskustelun aikana vastaan. Aihe voi muuttua keskustelun kuluessa. Avoin haastattelu on usein aikaa vievää ja saattaa edellyttää useita

haastattelukertoja. Haastattelijan vastuulla on tilanteen ohjailu, sillä haastattelulla ei ole kiinteää runkoa. (Hirsjärvi ym. 2007, 198.)

Tässä tutkimuksessa haastattelumuoto oli hyvinkin avoin, aiheen kuitenkin pysyessä toimitusketjussa ja etenkin keräilyprosessissa. Kysymyksille ei ollut tarkkaa muotoa eikä järjestystä. Tämän vuoksi tutkimuksen haastattelumuoto on selkeästi teema-haastattelu.

2.4 Tutkimusaineisto

Tutkimuskysymysten ratkaisemiseksi tarvittiin erilaisia menetelmiä. Havainnointi nykytilasta oli oleellista, jotta löydettiin ongelmakohdat ja voitiin edesauttaa havaittujen ongelmien ratkaisemista. Yksinkertaisella kellottamisella saatiin käyttökelpoista aineistoa muiden havaintojen tueksi. Toimitusketjuun liittyvien henkilöiden haastattelujen avulla ongelmakohtien löytyminen oli helpompaa.

Tutkimuksessa käsitellyn toimitusketjun osan kuvaaminen vaati yleisen tietämyksen nykyisistä toimintatavoista, jotta toimintaa voitiin kehittää tehokkaammaksi. Käsitys materiaalivirran liikkeistä vaati havainnointia ja yrityksessä kyseiseen asiaan liittyvien henkilöiden kanssa tehtävää yhteistyötä.

Toimeksiantajan tehtaalla ei ole varsinaista suurta varastoaluetta, vaan lavahyllyjä on sijoiteltu pääsääntöisesti paikkoihin, joissa on ollut tilaa hyllyille. Materiaalivirta tehtaassa sisällä ei ole täysin suoraviivaista hyllysijoittelun vuoksi. Tämä aiheuttaa materiaalivirtaan ylimääräisiä mutkia. Nykyinen toimintamalli, jossa saapuva tavara ohjataan sinne missä on tilaa, ei tue tehokasta materiaalin keräämistä. Keräilyaikojen kellottamisella ja varastohyllyjen käytön uudelleen määrittämisellä voidaan saavuttaa hyötyjä keräilyn tehostamiseen.

Vastauksia tutkimuskysymyksiin haettiin havainnoimalla toimitusketjun nykytilaa, mitä eri toimitusketjun vaiheissa tapahtuu, minkälaisia haasteita nykyinen toimintamalli asettaa. Tehtaan materiaalivirran analysoiminen moniulotteisesti auttoi ongel-

mien ratkaisussa. Yrityksen materiaalinkäsittelyn vaiheiden tutkimisella löydettiin ongelmakohtia, joiden vuoksi toimitusketju ei toimi parhaalla mahdollisella tavalla. Materiaalinsiirrot vastaanoton ja tuotantoon keräilylän välissä ovat yksi kriittisimmistä vaiheista. Näitä materiaalinsiirtoja oli selkein analysoida toiminnanohjausjärjestelmästä saatavalla datalla, josta saatiin selville eri komponenttien kulkeutuminen eri varastopaikoille tehtaan sisällä. Tehtaan sisällä on useita logistiikan käytössä olevia varastointipaikkoja, näiden kartoitus on oleellista. Varastopaikkakartoituksen sekä toiminnanohjausjärjestelmästä saadun datan tueksi keräilyaikojen kellotuksella oli suuri rooli. Kellottamisella saatiin raakaa dataa siitä, kuinka kauan eri varastonosista ja varastopaikoista kestää noutaa komponentteja. Lisäksi haastattelemalla logistiikan työntekijöitä saatiin tärkeitä näkökulmia prosessien haasteista. Saatua aineistoa käytettiin optimaaliseen materiaalinsijoitteluun varastossa, minkä avulla keräilyprosessi tehostuu.

3 Moventas Gears Oy

Moventas Gears Oy on valmistanut tuuliturbiinivaihteistoja vuodesta 1980 lähtien. Yrityksellä on ollut useita nimiä ja eri omistajia vuosien varrella. Nykyisin yrityksen omistaa teollisuussijoitusyhtiö Clyde Blowers Capital. Moventaksella on kaksi pääliiketoimialuetta, tuulivoimalavaihteiden valmistus (Capital) ja huoltotoiminta (Service). Uusien vaihteiden valmistus tapahtuu kokonaisuudessaan Suomessa. Moventas työllistää noin 500 henkilöä, joista 400 työskentelee Suomessa. (Moventas Gears Oy:n yritysraportti 2019.)

Suomessa Moventaksella on kolme tehdasta. Vaihteiden kokoonpano, koeajo sekä loppuvarustelu tapahtuu Jyväskylässä, Etelä-Keljossa Ikolan tehtaalla, missä myös yrityksen pääkonttori sijaitsee. Ikolan tehtaalla sijaitsee myös planeettapyörien omavalmistus. Ikolan tehtaan lisäksi Jyväskylässä on toiminnassa Rautpohjan tehdas, jossa valmistetaan kehäpyöriä ja akseleita. Rautpohjassa on lisäksi yrityksen tutkimus- ja kehitysosaston käytössä oleva koeajokenttä. Suomen kolmas tehdas sijaitsee Karkkilaissa, jossa valmistetaan vaihdelaatikoiden kotelot.

Huoltoliiketoimi kattaa niin omien, kuin muiden tuuliturbiinivaihteistojen valmistajien huollot. Huoltotoiminta jakautuu tehtaalle tehtäviin huoltoihin, tuulivoimapuistoissa tehtäviin kenttähuoltoihin sekä varaosamyyntiin. Moventaksen tuotekategoriiaan kuuluu myös vaihteistoihin lisävarusteena asennettavat kunnonvalvontayksiköt (Condition Management System, CMaS). Moventaksella on huoltoyksiköitä Suomen lisäksi seitsemässä maassa.

4 Liiketoiminnan prosessit

4.1 Prosessien kehittäminen

Onnistuneen liiketoiminnan edellytys on perustoimintojen ja niiden eri vaiheiden suorittaminen luotettavasti. Perättäin tapahtuvia tai suoritettavia toimenpiteitä kutsutaan prosesseiksi. Ominaista prosesseille on tapahtumien toistuminen samantyyppisillä ja jonkin tuloksen saavuttaminen. (Sakki 2014, 5.)

Liiketoiminnan prosessit jaetaan kahteen osaan, ydin- ja tukiprosesseihin. Ydinprosessit ovat yritykselle keskeisiä toimintoja ja ne liittyvät tuotteen tai palvelun tuottamiseen ja toimittamiseen asiakkaalle. Ydinprosesseilla luodaan lisäarvoa asiakkaalle. Ydinprosesseiksi kutsutaan muun muassa tuotekehitystä, tuotantoa, tilaus-toimitusprosessia sekä myyntiä ja markkinointia. Yrityksen ydinprosessien toimivuuden varmistamiseksi tarvitaan tukiprosesseja, jotka luovat edellytyksen ydinprosesseille. Yleisiä tukiprosesseja ovat henkilöstö-, tieto- ja taloushallinto sekä viestintä. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)

Prosessien kehittämisen pohjana ovat yrityksen toimintaa ohjaavat visiot, strategiat ja toimintaperiaatteet. Prosessien kehittäminen liittyykin aina yrityksen kehittämiseen. Muutoksen on johdettava jatkuvaan kehittämiseen ja vaikutuksen mittaamiseen kertatyön sijaan. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)

Toiminnan tehostaminen, toiminnan laadun parantaminen, kustannussäästöjen saaminen sekä ongelmatilanteiden hallinta ovat yleisiä tavoitteita prosessien kehittämiseksi. Tämä voi tarkoittaa asioiden uudenlaista keskittämistä, päällekkäisten työvaiheiden poistamista tai uusien työvaiheiden lisäämistä tehostamaan kokonaisuutta. Prosessien kehittämiseksi halutaan usein parantaa prosessin käytettävyyttä ja luotettavuutta sekä lisätä mitattavuutta. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)

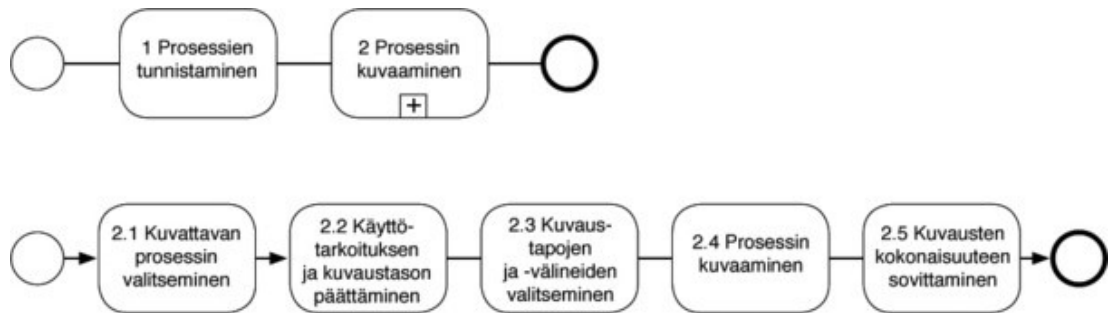
Usein prosessin kehittäminen saa impulssin ongelmasta, johon etsitään ratkaisua. Kehittämisen laajuus vaihtelee laajoista kehittämishankkeista jatkuviin muutoksiin. Laaja kehittämishanke voi tarkoittaa esimerkiksi täysin uusien menetelmien ottamista käyttöön, usein kuitenkin muutoksissa on kyse prosessin jonkin tietyn osa-alueen kehittämisestä. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)

4.2 Prosessikuvaus

4.2.1 Prosessikuvauksen vaiheet

Prosessikuvaukset ovat yhteinen työväline niin johdolle, kehittäjille, palveluista vastaaville kuin tieto- ja asiakirjahallinnolle. Prosessikuvauksia käytetään johtamisen, ohjauksen, päätöksenteon ja suunnittelun välineenä. Esimerkiksi esimiehet käyttävät prosessikuvauksia työn kuormituksen mittaamisessa, vastuiden ja työnjaon selkiyttämisessä, päällekkäisyyksien, ongelmatilanteiden ja resurssitarpeiden selvittämisessä. Prosessikuvaukset helpottavat myös uuden työntekijän perehdyttämistä ja työnohjausta. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)

Prosessin kuvaaminen on osa prosessin kehittämistä. Prosessikuvausten on tuotava toimintaan hyötyä ja niiden on oltava tarkoituksenmukaisia. Prosessikuvauksen ensimmäiset vaiheet ovat prosessin tunnistaminen ja kuvattavan prosessin valitseminen (Ks. kuvio 1). Tämän jälkeen päätetään prosessin käyttötarkoitus ja kuvaustaso sekä laaditaan perustiedot. Seuraava vaihe on prosessikaavion luominen ja prosessin toimintojen kuvaaminen. Lopulta prosessikuvaus sovitetaan organisaation laajempaan prosessikarttaan ja kokonaisuuteen. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)



Kuvio 1. Prosessin kuvaamisen vaiheet (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012)

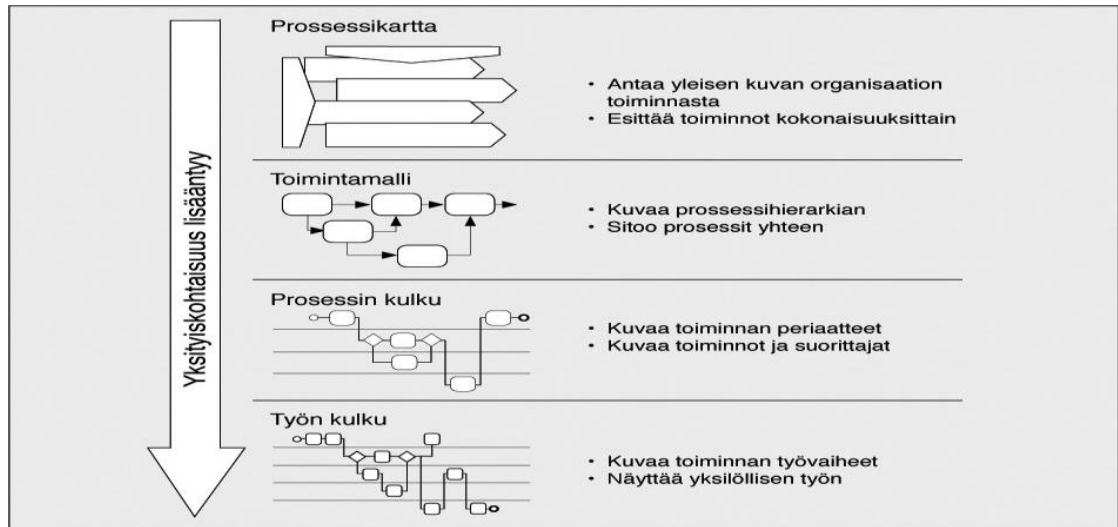
4.2.2 Prosessin kuvaaminen ja kuvaustasot

Prosessikuvaukset koostuvat yleensä kolmesta dokumentista: perustietolomakkeesta (prosessin perustiedot), toiminnot-taulukosta (sanallinen kuvaus) ja prosessikaavista (graafinen kuvaus). Prosessidokumentit täydentävät toisiaan, jolloin prosessista saadaan kattava kuva. Tärkeintä on tarpeellisten asioiden ilmeneminen selkeästi ja johdonmukaisesti. Usein organisaatiolla on valmiit pohjat edellä mainituille prosessikuvauksen osille. Tämän avulla yksittäisen prosessin liittäminen laajaan prosessikarttaan on selkeämpää ja yhdenmukaisempaa. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)

Prosessin perustiedoista tulee selvittää prosessin kannalta kriittiset asiat. Perustietolomakkeen tarkoitus on selvittää, mitä tarkoitusta varten prosessi mallinnetaan, sekä kirjata prosessiin liittyvät keskeiset tiedot. Prosessin sanallinen kuvaus, eli toiminnot-taulukko täytetään samalla, kun laaditaan prosessin graafinen kuvaus. Sanallisessa kuvauksessa esitetään yksityiskohtaisesti prosessin vaiheet, toiminnot, tehtävät, toimijat sekä lähtö- ja tulostilat. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)

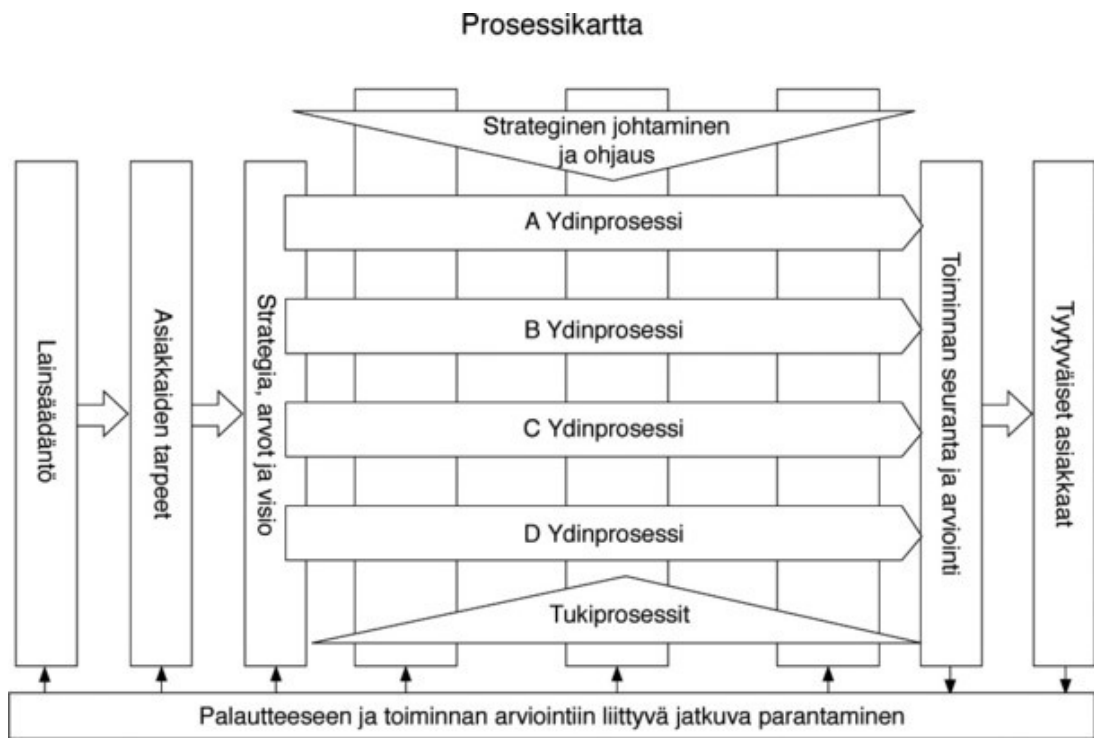
Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta (JUHTA) suosittelee jakamaan prosessit neljään eri tasoon, prosessikarttaan, toimintamalliin, prosessin kulkuun sekä työn kulkuun. Usein tasojen erot ovat pieniä ja kaikissa tapauksissa ei ole tarkoituksen mukaista kuvata prosesseja jokaisella tasolla. Tasot voivat myös mennä päällekkäin organisaation koon, tehtävien monipuolisuuden ja kuvausten käyttötarkoituksen vuoksi. Kuviossa 2 havainnollistetaan edellä mainittuja neljää kuvaustasoa. Mitä

alemmas tasoilla siirrytään, sitä tarkempia ja yksityiskohtaisia kuvaukset ovat. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)



Kuvio 2. Prosessien kuvaustasot (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012)

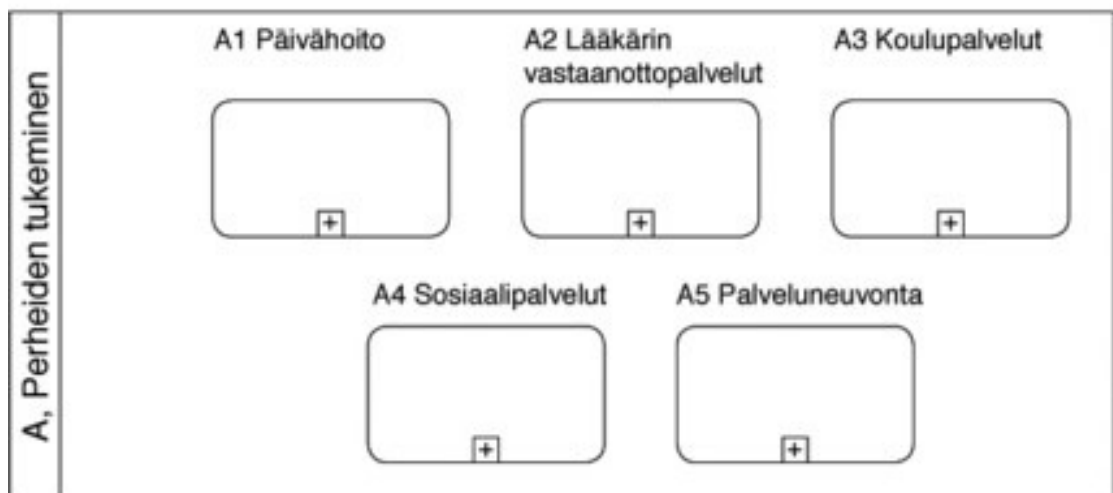
Organisaation toiminta kuvataan prosessikuvausten ylimmällä tasolla, prosessikartassa (ks. kuvio 3). Prosessikartassa esitetään organisaation toiminnan kokonaiskuva. Usein prosessikartassa esitetään ydin- ja tukiprosessit, pelkistetty organisaatio sekä toimintaympäristö. Prosessien välisiä riippuvuuksia ei kuvata prosessikartassa. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)



Kuvio 3. Esimerkki prosessikartasta (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012)

Seuraavaa, hieman tarkempaa, prosessikuvaustasoa kutsutaan toimintamallikaa-
vioksi (ks. kuvio 4). Toimintamallissa kuvataan prosessien jakautuminen osaproses-
seiksi. Tasolla kuvataan myös prosessien väliset riippuvuudet sekä rajapinnat muu-
hun ympäristöön. Prosessien tarkoitus ja niiden tuottamat lopputulokset ilmenevät
toimintamallista. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)

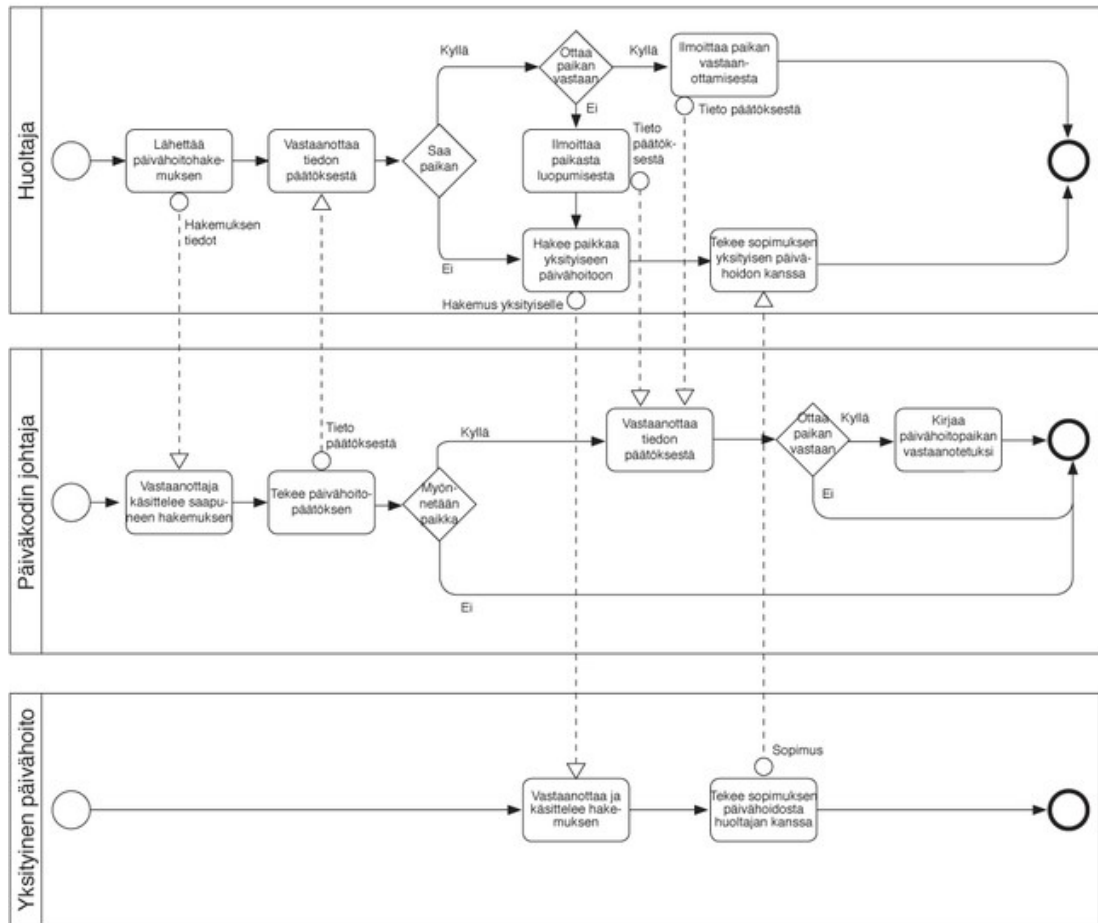
Toimintakaavio



Kuvio 4. Esimerkki toimintamallikaaviosta (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012)

Prosessin kulkukaaviossa (ks. kuvio 5) kuvataan prosessien ja osaprosessien jakautuminen toiminnoiksi, työtehtäviksi ja toimenpiteiksi. Lisäksi kuvauksesta tulee ilmi toiminnoista vastaavat tahot. Tasolla kuvataan vastaavat asiat, mutta yksityiskohtaisemmin kuin toimintamallitasolla. Osaprosessit, toiminnot ja tehtävät nimetään ja niiden tiedot sekä tarkoitus tuodaan esille. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)

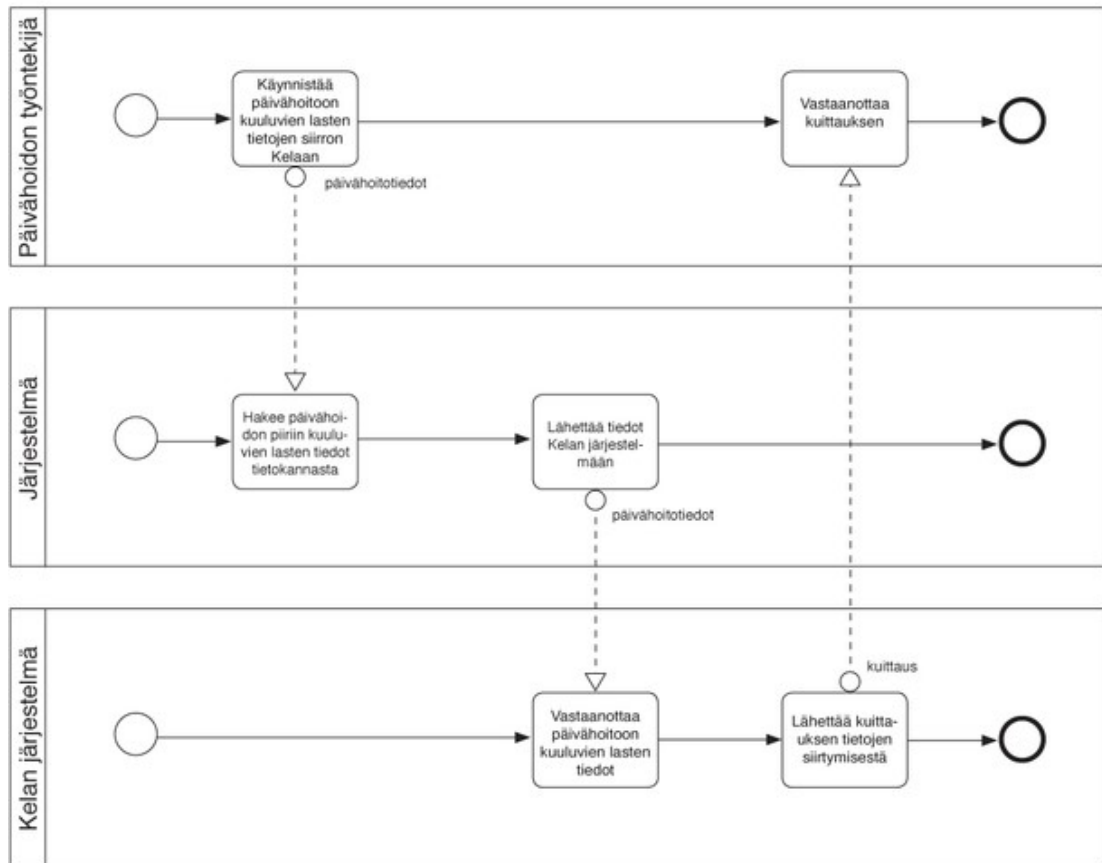
Prosessikaavio: A1.1 Päivähoidon hakeminen



Kuvio 5. Esimerkki prosessin kulkukaaviosta (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012)

Työnkulkutasolla kuvaus menee jälleen askeleen tarkemmalle tasolle. Edelliseen tasoon nähden suurin eroavaisuus on prosessien sisäisten ja ulkoisten riippuvuuksien kuvaaminen tietotyyppeinä. Tasolla tulee ilmi tiedonkulku eri toimintojen välillä. Tasolla merkitään toiminnot, tehtävät ja toimenpiteet hierarkkisesti. Työnkulkutasoa käytetään usein silloin, kun halutaan kehittää prosessia tai muodostaa prosessin mukaiset työohjeet. Tällöin tehtävien väliset yhteydet, sisältö sekä suunta ovat oleellisia. Kaaviossa kuvataan vaihe vaiheelta, mitä toimenpiteitä eri vaiheisiin sisältyy. (ks. kuvio 6.) (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)

Työnkulkukaavio: Ilmoitus Kelaan päivähoitopaikasta



Kuvio 6. Esimerkki työnkulkukaaviosta (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012)

4.3 Tilaus-toimitusketjun hallinta

Globalisaatio on johtanut muutoksiin yritysten toimintatavoissa. Tuotteiden tuotantoa on hajautettu, osia valmistetaan eri maissa ja ne kootaan toisaalla. Lisäksi internetin ja sähköisen kaupan vakiintuminen ovat lisänneet vaihtoehtoja yritysten toiminnalle. Globalisaation vuoksi erilaisten tuotteiden määrät ovat kasvaneet, mutta samalla toimitusvarmuuteen ja saatavuuteen liittyviä haasteita on lisääntynyt. Mikään yritys ei voi hallita useita tuote- tai palvelukategorioita. Tästä syystä yritykset keskittyvät entistä enemmän ydinosaamiseensa ja liiketoimintaan tarvitaan yhteistyötä muiden yritysten kanssa. Yritysten on kuitenkin hallittava omat materiaali- sekä tietovirtansa erinomaisesti. (Sakki 2014, 3-4.)

Edellä kuvattujen seikkojen vuoksi ja ennen kaikkea hankittavien tuotteiden ja palveluiden syntyminen useiden eri liiketoimien yhteisvaikutuksen seurauksena, on muodostunut ja yleistynyt termi *supply chain management (SCM)*, jonka suomenkielinen vastine on tilaus- toimitusketjun hallinta tai lyhemmin toimitusketjun hallinta. (Sakki 2014, 4.)

Tilaus-toimitusketju on kokonaisuus, joka sisältää yrityksiä, niiden työntekijöitä ja muita resursseja sekä osapuolten välisiä fyysisiä sekä virtuaalisia virtoja. Fyysisillä virroilla tarkoitetaan tuotteiden tai palveluiden siirtymistä toimittajalta asiakkaalle. Tieto- sekä rahavirrat ovat toimitusketjuun kuuluvia virtuaalisia virtauksia. Toimitusketjussa tavarat kulkevat raaka-ainelähteiltä kuluttajille. Toimitusketjun käynnistäminen vaatii kuitenkin kysyntää. Kysyntä ja siihen liittyvä tiedon virta kulkee pääsääntöisesti materiaalivirtaan nähden vastakkaiseen suuntaan. Tieto- ja rahavirrat ovatkin yhtä merkityksellisiä virtoja toimitusketjussa kuin materiaalivirrat. (Sakki 2014, 4-5.)

Toimitusketjusta käytetään myös termiä arvoketju. Arvoketju määritellään eri tahojen muodostamaksi ketjuksi, jossa tuotettavat palvelut tai tuotteet jalostuvat vaiheittain raaka-aineesta valmiiksi hyödykkeeksi. Yritysten sisällä on oma arvoketjunsä, jonka muodostaa muun muassa tuotekehitys, tuotanto, markkinointi, hankinta ja jakelu. Yrityksen sisäinen arvoketju on osa laajempaa verkostoa. Jokaisen arvoketjun vaiheen tarkoitus on lisätä tuotteen arvoa, samalla kuitenkin ketjun osat aiheuttavat osapuolille myös kustannuksia. (Sakki 2014, 5.)

4.4 Sisälogistiikan prosessit

Sisälogistiikka määritetään logistiikan osakokonaisuudeksi, jonka toiminnot tapahtuvat organisaation hallinnoimalla tontilla, esimerkiksi tehdasalueella tai materiaalivara-
rastolla. Sisälogistiikan määritelmä alkaa saapuvan tavaran purusta ja päättyy lähtevän tavaran lastaamiseen. (Halbeisen & Segerlund 2015, 7.)

Sisälogistiikan prosessit eroavat laajasti eri organisaatioissa. Sisälogistiikka jaetaan usein kahteen osaan, tulo- ja lähtölogistiikkaan. Tulo- ja lähtölogistiikka jaetaan niinkään eri ydinprosesseihin. Tulologistiikkaan sisällytetään tavaran vastaanotto sekä

hyllytys ja varastointi, lähtölogistiikkaan luetaan materiaalien keräily varastosta, pakkaaminen sekä lähettäminen. Edellä mainitut prosessit ovat tapauskohtaisia, voidaan todeta, että jokaisella organisaatiolla on toisistaan poikkeavat käytänteet sisälogistiikan prosessien suorittamiselle. (Walker 2018.)

4.4.1 Vastaanotto

Materiaalin vastaanotto on elintärkeä toiminto yrityksen toiminnan kannalta. Oikean tavaran saapumisen, oikeamääräisenä, oikeakuntoisena ja vielä oikea-aikaisesti varmistaminen on yksi toiminnan tukipilareista. Vastaanottoprosessi voidaan jakaa useampaan osaprosessiin. Yleisimpiä vastaanoton osaprosesseja ovat saapuneen kuorman purku, tarkastus ja kirjaaminen järjestelmään. (Richards 2011.)

Saapuessaan ajoneuvo ohjataan tilanteesta, ajoneuvon tyypistä ja purkupaikasta riippuen joko lastauslaituriin tai kuorman purkuun soveltuvaan paikkaan piha-alueella. Peräovien kautta purettavat ajoneuvot puretaan pääsääntöisesti lastauslaiturilla, mikäli sellainen löytyy purkukohteesta, kun taas ajoneuvon sivuovista purettavat kuormat on käytännössä käsiteltävä piha-alueella. Lastauslaiturin kautta purettaessa käytetään sähkökäyttöistä lavansiirtovaunua tai perinteistä haarukkavaunua (Ks. kuvio 7). Toisinaan lastauslaituripurussa käytetään myös vastapainotrukkia (Ks. kuvio 8), mutta tällöin on otettava huomioon vastapainotrukin paino, joka voi aiheuttaa vaurioita lastauslaiturin tai ajoneuvon lattiaan. Vastapainotrukki on käytännöllisempi tilavammalla alueella, ja onkin usein käytetty vaihtoehto sivuovellisten ajoneuvojen purkuun piha-alueella. (Richards 2011.)



Kuvio 7. Lavansiirtovaunu ja haarukkavaunu (Toyotan trukkimallisto. n.d)



Kuvio 8. Vastapainotrukki (Toyotan trukkimallisto. n.d)

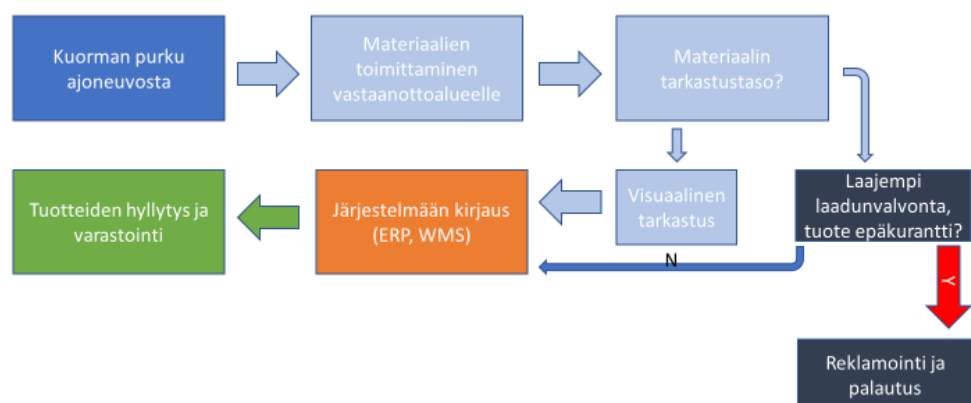
Kuorman purun jälkeen suoritetaan vastaanottotarkastus saapuneille materiaaleille. Kuten kaikki muutkin sisälogistiikan prosessit, vastaanottotarkastuksen laajuus vaihtelee suuresti yrityksittäin ja vielä yrityksen sisäisestikin riippuen saapuvasta materiaalista. Ideaalitulanteessa saapuvaa materiaalia ei tarvitsisi tarkastaa ollenkaan, vaan se voitaisiin siirtää suoraan eteenpäin prosessissa. Tämä kuitenkin vaatisi 100 % luo-

ton niin toimittajien lähetyksiin kuin myös rahtiliikkeiden toimitusvarmuuteen. Pääsääntöisesti vastaanottotarkastus tehdäänkin edes jollakin tasolla. Uusien toimittajien kohdalla tarkastus on syytä tehdä mahdollisimman tarkasti. Suppein tarkastustaso on saapuneiden lavojen lukumäärän täsmääminen rahtikirjaan. Laajimmillaan tarkastus voi olla jokaisen saapuneen lavan sisällön laskeminen kappalemääräisesti läheteeseen verraten ja joissain tapauksissa, etenkin teollisuudessa ja lämpötilaseuratuissa tuotteissa, vaaditaan komponenttien tarkempi mittaaminen ja tarkastaminen. Tähän käytetään usein erillistä laadunvalvonta-aluetta tai -tilaa ja toimen suoritavat laatuosaston työntekijät. (Richards 2011.)

Vastaanottotarkastuksen jälkeen saapuneet tuotteet kirjataan toiminnanohjausjärjestelmään (ERP = Enterprise Resource Planning) tai varastohallintajärjestelmään (WMS = Warehouse Management System). Tehokkain ja nopein tapa on hyödyntää kirjaamiseen teknologiaa, kuten esimerkiksi viivakoodinlukijoita taikka RFID-järjestelmää. Yleensä järjestelmään kirjataan saapuneet tuotteet ja näiden määrät. Joissain tapauksissa vaaditaan myös yksityiskohtaisempaa tietoa, esimerkiksi erä- tai sarjanumero. (Richards 2011.)

Kuviossa 9 kuvataan materiaalin vastaanoton prosessi.

Materiaalin vastaanoton prosessikaavio



Kuvio 9. Materiaalin vastaanottoprosessi

4.4.2 Hyllytys ja varastointi

Varastoitaessa materiaaleja on tehtävä päätös tuotteiden ohjauksesta eri hyllyihin ja varastopaikkoihin. Riippuen tuotteista ja toimialasta, voi eri materiaaleilla olla useita erilaisia vaatimuksia varastoinnin suhteen. Kärjistettynä esimerkkinä elintarvikevarastoissa voidaan varastoida saman katon alla hyvin säilyvää, niin kutsuttua, kuivata-varaa kuten esimerkiksi jauhoja sekä helpommin pilaantuvia tuoretuotteita (hedelmät, vihannekset, maitotuotteet) ja jopa pakasteita. Tämä aiheuttaa ymmärrettävästi tarkkoja vaatimuksia varastoinnista.

Varastopaikkojen valinta vaikuttaa tuotteiden jatkokäsittelyn tehokkuuteen. Tuotteet joiden menekki on suurta, on syytä varastoida nopeimmin saatavilla oleville varastopaikoille. Varastoitaville tuotteille tehdään usein ABC-analyysi, jossa tuotteet jaetaan kolmeen luokkaan niiden menekin mukaan. Varastopaikkojen valinnassa käytetään joko jokaiselle tuotteelle määrättyjä kiinteitä varastopaikkoja tai satunnaisvarastointia. Satunnaisesti varastoitaessa tuote sijoitetaan keräilyn kannalta tehokkaimpaan vapaaseen hyllypaikkaan. Kiinteissä varastopaikoissa hyötynä on keräilijöiden tottuminen tietyn tuotteen paikkaan, mikä johtaa tehokkaampaan keräilyyn. Kiinteässä sijoittelussa haittapuolena on tilanne, jossa jotain tuotetta ei ole varastossa. Tällöin kyseisen tuotteen varastopaikka pysyy tyhjänä ja varastohallinnan tehokkuus saattaa kärsiä. (Richards 2011.)

Useimmat nykyaikaiset varastohallintajärjestelmät kohdistavat hyllytettävät tuotteet automaattisesti varastopaikoille vastaanoton järjestelmään kirjauksen jälkeen. Hyllyttäjä saa varastohallintajärjestelmästä tiedon ennakkoon valitusta varastopaikasta, tällöin hyllyttäminen on huomattavasti tehokkaampaa verrattaessa hyllyttäjän manuaaliseen varastopaikan valitsemiseen. Jotta varastohallintajärjestelmän tuotesijoittelu toimii tehokkaasti, vaatii se paljon erilaista järjestelmään ohjelmoitua taustadataa. (Richards 2011.)

Järjestelmään ohjelmoitu data sisältää yleensä seuraavia tietoja:

- koko, paino ja korkeus hyllytettävästä lavasta tai laatikosta

- tuoteluokittelu ABC-analyysin pohjalta, suurimman menekin tuotteet lähemmäs lähetysaluetta
- tuoteryhmät
- avoimet myyntitilaukset
- tuotteen vaatima hyllytyyppi, esimerkiksi eurolavahylly tai pientavarahylly
- hyllyn painokapasiteetti.

Kaikilla yrityksillä ei ole kuitenkaan käytössään varastohallintajärjestelmää tuotteiden tehokkaan sijoittelun toteuttamiseksi. Tuotteiden optimaalisen sijoittelun vuoksi on tärkeää, että varastohallintajärjestelmän puuttuessa analysoidaan materiaalin ohjausta ja lasketaan tuotteille optimaaliset varastopaikat esimerkiksi ABC-analyysin avulla. (Richards 2011.)

Tyypillisimmät trukkityyppit kuormalavahyllytykseen ovat erilaiset tukipyörätrukkit sekä työntömastotrukit (ks. kuvio 10). Trukkivalintaan vaikuttaa oleellisesti varaston korkeus sekä nostettavien lavojen paino.

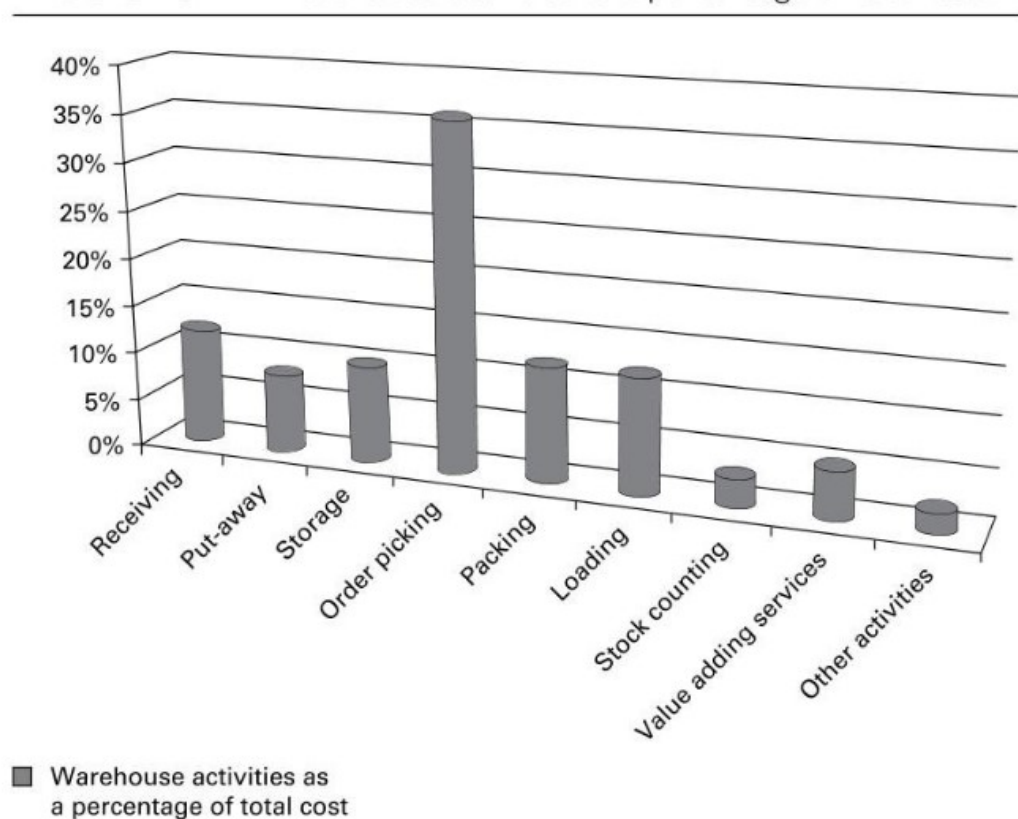


Kuvio 10. Tukipyörätrukki sekä työntömastotrukki (Toyotan trukkimallisto. n.d)

4.4.3 Keräily

Tilausten keräily on suurin kustannuksia aiheuttava sisälogistiikan prosessi (ks. kuvio 11). Keräilyyn tarvitaan eniten henkilöresursseja, sen suunnittelu on haastavaa, virheherkkyys on suurta sekä virheillä on suora ja merkittävä vaikutus asiakaspalvelun tasoon. Keräilyn tehostamisella voidaan saavuttaa huomattavia säästöjä. Keräilyprosessi on tasapainoilua tehokkuuden, tarkkuuden ja kustannusten välillä. Tavoitteena on lyhyet vasteajat korkean tason tarkkuudella ja tehokkuudella mahdollisimman pienillä kuluilla. Näiden seikkojen tärkeysjärjestykseen asettaminen ohjaa valintaa keräilyn toimintatavoille sekä resursseille. (Richards 2011.)

Tässä luvussa käsitellään perinteistä ihmisvoimin suoritettavaa keräilyä, mutta nykyisin erilaisten automaattisten ratkaisujen tarjonta on kasvanut huomattavasti. Automaattioratkaisujen vaatimat suuret aloitusinvestoinnit ovat kuitenkin rajoittava tekijä automaation käytössä. Kun käsiteltävät materiaalityyppit ovat pieniä, automaation takaisinmaksuajat muodostuvat pitkiksi.



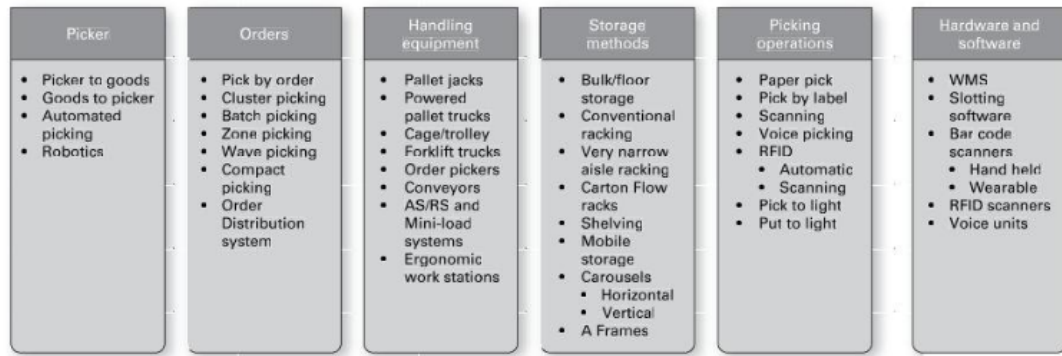
Kuvio 11. Varaston prosessien kustannusjakauma (Richards 2011)

Edellisessä luvussa käsitellyn materiaalinohjauksen varastoon tärkeys korostuu keräilyssä. Suurin yksittäinen keräilyä kuormittava tekijä on keräiltävien tuotteiden välimatkat toisiinsa nähden. Keräilypaikkojen välisiin matkoihin voi kulua jopa 60 % käytetystä keräilyajasta. (Richards 2011.)

Keräilyyn on lukemattomia erilaisia lähestymistapoja, miten ja milloin tilaukset tulevat keräiltäviksi, miten tuotteet kerätään ja minkälaisia työvälineitä käytetään. Kuviossa 12 on listattu erilaisia keräilyyn liittyviä malleja ja välineitä. Keräilystrategiat voidaan jakaa kolmeen päävaihtoehtoon, tuotteiden hakeminen (picker to goods), tuotteet keräilijälle (goods to picker) ja automatisoitu keräily. (Richards 2011.)

Suurin osa varastoista toimii edelleen ilman automaatiota. Tämän vuoksi tuotteiden noutaminen keräilypaikoilta on yleisin keräilystrategia. Keräily suoritetaan joko yksittäinen (pick by order) tai useampi tilaus (cluster picking) kerrallaan. Yksittäistilausten keräilyn etuna on virheherkkyyden väheneminen, useaa tilausta kerralla kerätessä voivat tilausten tuotteet mennä sekaisin. Toisaalta taas usean tilauksen kerääminen yhtäaikaisesti vähentää runsaasti työntekijöiden kulkemaa matkaa työpäivän aikana. Keräilyyn käytettävät työkoneet ja tilausten koot vaikuttavat paljolti valintaan yhden tai useamman tilauksen keruusta. Joissakin tapauksissa toimintamallina on niin kutsuttu aluekeräily, jossa yksi keräilijä kerää tietyn varastonosan tuotteet ja toinen keräilijä kerää samaisen tilauksen eri varastonosassa olevat tuotteet. Aluekeräily on toimiva malli, kun kerättäviä tuotteita on paljon, tilauksia on paljon ja tilaukset ovat samankaltaisia toisiinsa nähden. (Richards 2011.)

Tuotteet keräilijälle -strategiassa keräilijöillä on kiinteä keräilypiste, johon tuotteet toimitetaan. Yleensä tässä strategiassa tuotteiden virtaus keräilypisteelle on toteutettu erilaisin kuljettimin tai automaation avulla. Kuten aiemmin mainittiin, jopa 60 prosenttia keräilijän käyttämästä ajasta kuluu välimatkojen kulkemiseen, tämä strategia eliminoi kyseisen kustannuksia aiheuttavan tekijän. Strategia vaatii kuitenkin huomattavia investointeja verrattuna perinteiseen tapaan. (Richards 2011.)

FIGURE 5.1 Picking strategies and equipment

Kuvio 12. Erilaisia keräilystrategioita, tapoja ja välineitä (Richards 2011)

Keräilytapojen kehittyminen on tehostanut keräilyä huomattavasti. Perinteiset menetelmät ovat kuitenkin edelleen laajasti käytössä. Yleisimmin käytettyjä menetelmiä ovat keräilylistat, tarrakeräily, äänikeräily sekä viivakoodikeräily. (Richards 2011.)

Keräilylista on vaadittavalta teknologialtaan yksinkertaisin keräilymenetelmä. Yksinkertaistettuna keräilijä kerää paperilistalle tulostetun tilauksen. Tyypillisesti keräilylistalta ilmenee tilausnumero, tuotekoodit ja kuvaukset sekä kerättävät määrät. Kerättävien tuotteiden järjestys määrittää keräilyreitit, jonka kulku pyritään optimoimaan mahdollisimman tehokkaasti läpi varaston päätyen mahdollisimman lähelle lähetystai pakkausalueita. (Richards 2011.)

Tarrakeräily on hyvin samankaltainen keräilylistan kanssa. Tarrakeräilymenetelmässä kerättävä tilaus tulostetaan tuotekohtaisille tarroille. Sitä mukaa kun tuotteita kerätään, niihin liimataan tarra. Tarralistan järjestys muodostetaan samoja periaatteita käyttäen kuin paperilistaa käytettäessä. Tarrakeräily vähentää virhealttiutta verrattaessa paperilistaan, jos tarroja jää jäljelle lopuksi, jokin tuote on jäänyt keräämättä tai tarroittamatta. (Richards 2011.)

Puheen käyttö keräilyteknologiana on saavuttanut suosiota. Äänikeräilymenetelmässä keräilijä on varustettu kuulokkeilla ja mikrofoniolla sekä pienellä, esimerkiksi vyöhön

tai ranteeseen kiinnitettävällä päätteellä. Keräilijä saa kuulokkeisiinsa puheeksi muutettuja komentoja varastohallintajärjestelmästä. Keräilijä myös käyttää itse puhetta kommunikointiin järjestelmän kanssa. Äänikeräilyllä on monia etuja verrattuna edellä mainittuihin perinteisempiin menetelmiin. Varmistuskomentojen käyttö vähentää virheitä sekä lisää tarkkuutta, käsien ja silmien vapaana pysyminen lisää tehokkuutta ja työturvallisuutta, uusien työntekijöiden perehdyttäminen on helpompaa ja nopeampaa, reaaliaikaisella yhteydellä järjestelmään tehostetaan keräilypaikkojen täydennystä sekä saadaan tietoa mahdollisista tuotepuutteista. Äänikeräilyssä kuitataan tehdyt tilaukset järjestelmään, mikä voi olla aikaa vievä toimenpide perinteisin menetelmin suoritettuna. (Richards 2011.)

Viivakoodikeräilyssä keräilijällä on mukanaan viivakoodinlukija, joka on yhteydessä varastohallintajärjestelmään. Viivakoodinlukijat (ks. kuvio 13) ovat yleensä pienikokoisia, akkukäyttöisiä tietokoneita, joissa on liipaisimella varustettu skanneri viivakoodien lukuun sekä näyttö, johon keräilijä saa tarvittavat tiedot kerättävistä tuotteista. Kerättäviin tuotteisiin on merkitty kyseisen tuotteen viivakoodi, yleensä tuotetarralla tai suoraan kerättävään laatikkoon printattuna. Keräilijä skannaa tuotteen viivakoodin, jolloin kerättävä tuote kuittaantuu järjestelmään kerätyksi. Verrattaessa äänikeräilyyn, on perinteisen viivakoodinlukijan käytössä selkeitä heikkouksia. Keräilijä joutuu laskemaan viivakoodinlukijan pois kädestään, jotta molempien käsien käyttö on mahdollista. Tämä voi aiheuttaa lukijan putoamisen ja mahdollisen rikkoutumisen sekä altistaa helpommin virheiden tekemiselle, koska näytössä näkyvät tiedot eivät ole välittömästi tarkistettavissa. Viivakoodinlukijoita on kuitenkin kehitetty käytännöllisemmiksi. Nykyisin löytyy monenlaisia ”puettavia” lukijoita, joiden avulla keräilijällä on molemmat kädet vapaana käytettäväksi tuotteiden käsittelyyn. (Richards 2011.) Esimerkiksi kuviossa 14 kuvatussa viivakoodinlukijamallissa tietokone näyttöineen on kiinnitettyä keräilijän ranteeseen ja liipaisin sekä skanneri ovat kiinnitetty keräilijän sormeen.



Kuvio 13. Viivakoodinlukija (Zebra viivakoodinlukijoiden esittely n.d)



Kuvio 14. Ranteeseen kiinnitettävä viivakoodinlukija (Richards 2011)

4.4.4 Pakkaus

Lähetettävät tilaukset vaativat usein jonkin asteen pakkaamisen. Oikeanlaisen pakkaamisen avulla vähennetään riskiä tuotteen rikkoontumisesta kuljetuksen aikana.

Riippuen lähetyksestä, pakkaaminen voidaan suorittaa yksittäis-, ryhmä- tai kuljetuspakkauksiin (Varastoprosessi ja varastotoiminnot n.d). Olennaiset huomioonotettavat asiat pakkaamisessa ovat tuotteiden hauraus ja herkkyys, koko ja määrä sekä arvo. Joidenkin tuotteiden myrkyllisyys, lämpötilaherkkyys, hygieenisuus ja lainsäädännölliset vaatimukset ovat otettava myös huomioon pakkaamisessa. Jotta pakkaus saadaan perille oikeaan osoitteeseen, on se merkittävä. Yleinen tapa on kiinnittää pakkaukseen pakkalista, josta ilmenee muun muassa pakkauksen sisältö, toimitusosoite sekä pakkauksen mitat ja paino. (Walker 2018.)

Yksittäiset tuotteet ja laatikot yleensä yksiköidään toimitusketjun aikana esimerkiksi kuormalavoille, jotka on sidottava niin että kuorma kestää kuljetuksen sekä matkan aikana tapahtuvat siirrot. Sidonta tehdään kutiste- tai kiristyskalvoilla tai muovi- tai teräspannoilla. (Varastoprosessi ja varastotoiminnot n.d.)

4.4.5 Lähettäminen

Optimaalisessa lähetysprosessissa tuotteet ovat lähtövalmiina juuri ennen kuorman lastausta. Liian aikaisin valmiina olevat lähetykset voivat aiheuttaa tilankäytöllisiä haasteita lähetysalueella, kun taas myöhässä olevat lähetykset johtavat lastaamisen viivästymiseen, ajoneuvojen ja kuljettajien turhaan odotuttamiseen ja mahdollisesti myöhästyneisiin toimituksiin. (Walker 2018.)

Lähteville toimituksille on kannattavaa olla oma alueensa, jotta ne ovat helposti löydettävissä lähetysvaiheessa. Usein lähetysalue vielä jaetaan erillisiin osiin esimerkiksi lattiamerkkauksia hyödyntäen. Tällöin eri ajoneuvoihin lastattavat toimitukset ovat helpommin hallittavissa lähetysalueella. Oikein koordinoituna kerätyt tilaukset toimitetaan lähetysalueelle lähtöjärjestyksessä. Tämä on tärkeää etenkin, kun lastattavalla ajoneuvolla on useampi toimitusosoite yhdessä kuormassa. Lastaus suoritetaan niin että viimeisimpänä toimitettava lähetys lastataan ensin. (Walker 2018.) Ajoneuvojen lastaamiseen käytetään samantyyppisiä trukkeja kuin vastaanotossakin.

Toimitusten yhteydessä käytetään rahtikirjaa, josta ilmenee kuljetussopimuksen ehdot sekä todiste, että rahdinkuljettaja on ottanut tavarahan vastaan (Varastoprosessi ja

varastotoiminnot n.d). Rahtikirjasta ei yleensä ilmene tarkkoja lähetettäviä tuotetietoja vain sisällön selväkielinen nimi ja tullin koodiston mukainen tavarakoodi. Muita rahtikirjassa mainittuja tietoja ovat lähtöpäivä, toimitus- ja lähetysosoite, vastaanottajan nimi, pakkausyksiköiden lukumäärä, tilavuus ja paino sekä tiedot mahdollisesta erikoiskuljetuksesta esimerkiksi vaarallisten aineiden kuljetuksesta. (Maantiekuljetusten kuljetusasiakirjat n.d.) Nykyisin käytetään yhä enenevässä määrin paperisten sijaan sähköisiä rahtikirjoja.

5 Moventaksen logistiikka

5.1 Henkilöstö ja työtehtävät

Moventaksen logistiikkaosastolla työskentelee täysipäiväisesti kaiken kaikkiaan 20 henkilöä, joista 4 työntekijää työskentelee Rautpohjan tehtaalla ja loput Ikolassa. Toimihenkilöitä on kolme, esimies, kehitysinsinööri sekä kuljetuskoordinaattori. Työntekijät ovat jaettu viiteen tiimiin toimenkuviansa ja vastuualueidensa mukaan (ks. taulukko 1). Tässä luvussa käsitellään työtehtävät pintapuolisesti, edempänä tutkimuksessa paneudutaan yksityiskohtiin.

Taulukko 1. Logistiikkaosaston tiimit

Työtehtävä	Työntekijät
Materiaalin vastaanotto	4
Tuotantoon keräily	4
Laakeri- ja loppuvarustelukeräily	1
Varaosakeräily ja lähettäminen	4
Rautpohjan logistiikka	4

Materiaalin vastaanotossa työskentelee neljä henkilöä. Vastaanottajien työtehtäviin kuuluu saapuvien kuormien purku, visuaalinen tarkastus, saapuneiden tilausten kirjaaminen järjestelmään sekä tuotteiden siirto eteenpäin vastaanotosta. Lisäksi työntekijät syöttävät terästakeita omavalmistuksen vihivaunujärjestelmään (ks. luku 5.4).

Tuotantoon keräily suoritetaan neljän työntekijän voimin. Heidän vastuunaan on toimittaa tarvittavat materiaalit tuotantolinjoille oikea aikaisesti ja määräisesti. Keräilijät myös keräävät tyhjätkuormalavat ja käytetyt pakkausmateriaalit pois tuotannon tiloista.

Laakeri- ja loppuvarustelukeräilyssä on vakituisesti yksi henkilö, mutta tarvittaessa toimeen lisätään resursseja. Laakerit siirretään laakerikeräilijän toimesta toimittajien pakkauksista muovilavoille, jotka vievät tuotantoon menevien laakerien puskurivarastohyllyyn. Vaihteiden loppuvarustelussa asennettavat komponentit, esimerkiksi suodattimet, lämpötila-anturit sekä kytkentäkotelot, kerätään vaihdekohtaisesti omille kuormalavoille.

Lähtämön tiimi vastaa valmiiden vaihteiden pakkauksesta ja lastauksesta. Lisäksi lähtämön vastuualueeseen kuuluu varaosatoimitusten keräily, pakkaus ja lähetys. Lähtämössä työskentelee neljä henkilöä, joista yksi vastaa ensisijaisesti vaihteiden pakkaamisesta ja lastamisesta. Muiden kolmen työntekijän suurin osa työajasta kuuluu varaosalähetysten parissa, mutta he osallistuvat tarpeen vaatiessa myös vaihteiden lähetysprosessiin.

Jyväskylän toisessa tehtaassa on tällä hetkellä vain kehäpyörien sekä erilaisten akselien valmistusta. Valmistusta tehdään pääsääntöisesti oman yrityksen tuotantoon, mutta jonkin verran myös muille yrityksille kapasiteetin salliessa. Rautpohjan tehtaalla työskentelee neljä logistiikkatyöntekijää, jotka suorittavat tarvittavat logistiset toimenpiteet kokonaisvaltaisesti. Logistiikkatyöntekijät suorittavat saapuvien materiaalien purun, järjestelmään kirjaamisen, tuotantoon syötön, valmiiden tuotteiden pakkaamisen sekä lähetysten.

5.2 Ulkoinen varastointi

Moventaksella on käytössä Jyväskylän Säynätsalossa toimivan Logistikas Oy:n varastointipalvelu. Ulkoisen varaston käyttö on välttämätöntä, sillä kaikkea materiaalia ei pystytä varastoimaan suoraan tehtaalla. Pääasiassa ulkoisessa varastossa säilötään huoltotoimen hitaasti liikkuvia sekä varmuusvarastoitavia nimikkeitä. Logistikaksella

varastoidaan myös jonkin verran Capital toiminnan laakereita. Tämä johtuu ensisijaisesti laakerinimikkeiden pitkästä toimitusajasta johtuvasta varmuusvarastoinnista. Pääsääntöisesti materiaalit saapuvat ensin Ikolan tehtaalle, josta ne tilanteen mukaan siirretään ulkoiseen varastoon.

Lähiaikoina on otettu käyttöön muutamien laakerinimikkeiden toimitus suoraan toimittajalta Logistikaksen toimipisteelle. Toimitusten kuljetus suoraan ulkoiseen varastoon säästää logistiikan resursseja merkittävästi, kun materiaaleja ei tarvitse ensin käsitellä omassa tehtaassa. Toistaiseksi prosessi toteutetaan siten, että toimituksen saapuessa ulkoiseen varastoon tuotteille tehdään lähetyslistan sekä fyysisesti saapuneen materiaalin yhteneväisyyden tarkistus. Tämän jälkeen lähetyslista lähetetään sähköpostitse Moventakselle, jossa tehdään saapuneille materiaaleille vastaanotto toiminnanohjausjärjestelmään. Suoraan ulkoiseen varastoon toimitettavien Capital-liiketoiminnan nimikkeiden lisäämistä on syytä harkita, niin kauan kuin varastointipalvelun käyttäminen on välttämätöntä. Huoltoliiketoimen käyttöön menevien nimikkeiden ohjaaminen suoraan toimittajalta ulkoiseen varastoon on vaikeasti toteutettavissa nimikkeiden ja toimittajien satunnaisuuden vuoksi.

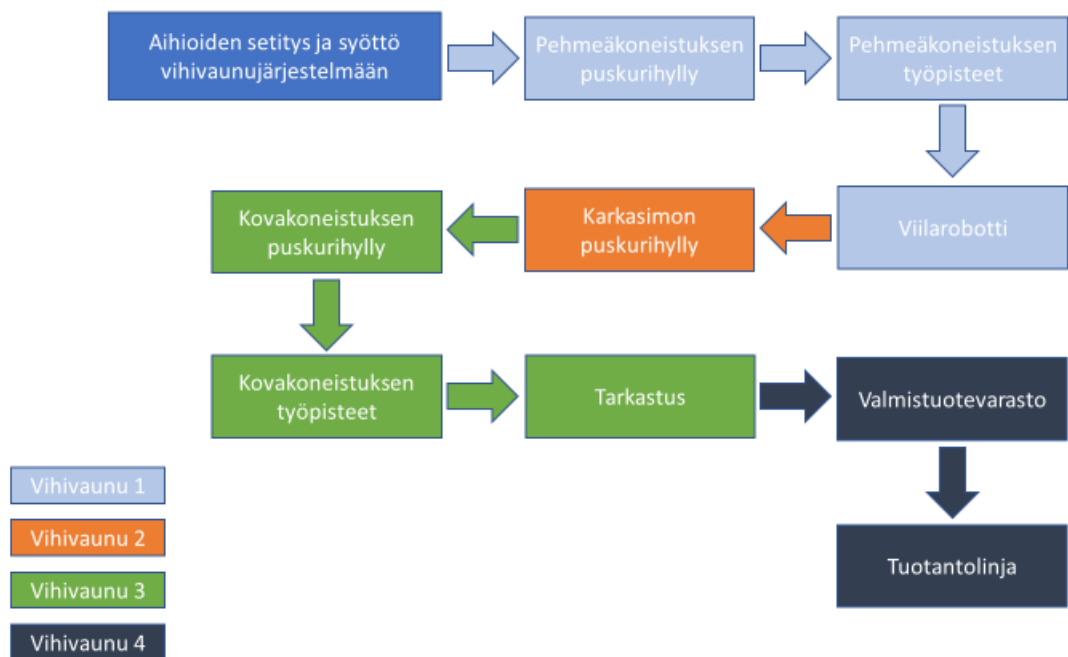
5.3 Hyllytyspalvelu

Moventaksella on käytössä niin sanottu hyllytyspalvelu kahden eri toimijan toimesta suoraan vaihteistoihin meneville komponenteille. Toinen toimittaja täydentää standardikiinnitystarvikkeita ja toinen erinäisiä putkistojen liittimiä. Hyllytyspalvelu voidaan lukea logistiikan ulkoistamiseksi. Ulkoiset toimijat toimittavat materiaalit valmiiksi ennalta määritettyihin hyllyihin. Tilaus-toimitusketju toimii toimeksiantajan puolesta automaattisesti ja käytössä on niin sanottu kaksilaatikko-järjestelmä. Eli kun yksi laatikko tiettyä nimikettä tyhjenee, se siirretään tiettyyn paikkaan, joka johtaa tilauksen muodostumiseen. Toisen toimijan laatikoissa on RFID-tarrat ja laatikon tyhjennettyä se toimitetaan RFID-lukijan sisältävään koontilaatikkoon, jolloin nimikkeestä muodostuu automaattisesti tilaus toimittajan järjestelmään. Toisen toimijan osalta täydennys tapahtuu manuaalisesti, toimittaja käy kahdesti viikossa täydentämässä hyllyjä tarvittavien nimikkeiden osalta.

Hyllytyspalvelu säästää runsaasti toimeksiantajan omaa logistiikkaosastoa. Palveluun kuuluu useita nimikkeitä, joiden kerääminen erikseen varastosta olisi erittäin työllistävää. Ulkoisen toimijan tuottaman palvelun takia yrityksen oma logistiikkaosasto pystyy keskittymään kriittisempien ja logistisesti haastavampien komponenttien materiaalivirtoihin.

5.4 Automaattitruckijärjestelmä

Ikolan tehtaalla on käytössä automaattitruckijärjestelmä, joka palvelee hammaspyörävalmistusta. Näitä niin kutsuttuja vihivaunuja on neljä kappaletta ja jokaisella on omat alueensa ja tehtävänsä. Käytännössä vihivaunut suorittavat kaikki omavalmistuksen materiaalin siirrot työpisteiden välillä (ks. kuvio 15).



Kuvio 15. Vihivaunujärjestelmän materiaalin siirrot

6 Aineiston keruu ja analysointi

6.1 Aineiston keruu

Tutkimusaineistoa kerättiin havainnointimenetelmin sekä haastattelujen avulla. Havainnointi oli sekä systemaattista, että osallistuvaa. Haastattelut suoritettiin teema-haastattelumuotoa hyödyntäen. Valmista kysymyspatteristoa kysymysjärjestyksineen ei ollut, vaan haastattelut olivat enemmänkin vapaamuotoista keskustelua tutkittavasta aiheesta.

Toimitusketjun prosessien aineisto perustuu osittain tutkijan omaan tietämykseen. Ennen nykyistä positiota yrityksessä tutkija oli työskennellyt käytännössä jokaisessa logistiikkaosaston tiimissä. Tämän vuoksi nykyisten prosessien tutkimiseen ei tarvinnut käyttää juurikaan resursseja tässä tutkimuksessa.

Nykyiset varastointitilat kartoitettiin kiertämällä tehtaan eri osat ja laskemalla logistiikan käytettävissä olevat varastopaikat ja alueet. Varastopaikkojen määrät ja laadut kirjattiin ylös ja taulukoitiin. (Ks. luku 7). Varastonkartoituksesta oli tuotteiden uudelleen sijoittelun kannalta suuri hyöty.

Toiminnanohjausjärjestelmästä saatiin raakaa tietoa eri varastopaikkojen käytöstä, esimerkiksi kuinka usein jostakin hyllystä on kerätty tavaraa pois. Toiminnanohjausjärjestelmästä saatiin myös hyödyllistä tietoa nykyisten varastopaikkojen käytöstä, missä mitään tuotteita varastoidaan ja löytyykö paikkojen valintaan jokin logiikka.

Keräilyaikoja kelloitettiin puhtaasti simuloimalla eri tilanteita keräilyajan työtehtävissä. Kelloitusta tehtiin sekä eri pisteiden välisille matka-ajoille että lavan nostamiseen hyllystä alas. Kelloituksia tehtiin kokonaisten lavojen noudoille sekä yksittäisen komponentin keräämiselle yhdeltä lavalta.

Haastattelut suoritettiin vapaamuotoisina teemahaastatteluina. Haastateltavia oli yhteensä kuusi henkilöä logistiikan osastolta, neljä keräilytiimistä, yksi vastaanotosta

sekä logistiikan kehitysinsinööri. Haastattelut suoritettiin osittain ryhmähaastatteluina ja osittain yksilöhaastatteluina. Haastateltaville ei esitetty tiettyjä kysymyksiä, vaan enemmänkin pyrittiin herättämään ajatuksia tutkimusaiheesta ja saada sitä kautta omien tehtäviensä asiantuntijoilta mielipiteitä nykyisen toimintamallin toimivuudesta.

6.2 Aineiston analyysi

Kerättyä aineistoa yhdistelemällä saavutettiin tutkimustulokset, joiden pohjalta luotiin kehitysehdotuksia. Tutkitun toimitusketjun osan prosessikuvauksen toteuttamiseen riitti suurilta osin tutkijan oma tietämys aiheesta. Toki haastattelujen ja erinäisten muiden keskustelujen pohjalta toimitusketjun osien toimintaan saatiin tarkennuksia ja lisämateriaalia etenkin nykyisten ongelmien löytämiselle. Toimitusketjun eri osat käytiin läpi ja pohdittiin nykyisen toimintamallin heikkouksia, minkä avulla saatiin käsitys tärkeimmistä parannettavista seikoista.

Keräilyprosessin tehostamista ajatellen toiminnanohjausjärjestelmästä tehtyjen havaintojen, varastonkartoituksen ja keräilyaikojen kellotuksen yhdistelemisellä saavutettiin tuloksia. Puhtaasti vertailemalla eri varastopaikkojen käytön aiheuttamaa ajankulutusta toisiinsa havaittiin heikkouksia nykyisessä prosessissa.

Haastateltavat nostivat samoja haasteita esille. Haastatteluiden pohjalta eniten haasteita keräilylle aiheuttavat materiaalien sijoittelu eri puolille varastoa sekä tuotteiden saapuminen samalla kuormalavalla riippumatta komponentin käyttökohteesta tai vastaavasti samaan lopputuotteeseen menevien tuotteiden epäselvä sijoittelu ja huono merkintä kuormalavalla. Lisäksi esille nousi tarpeettomien tuotteiden varastointi, tällä hetkellä varastossa on toiminnanohjausjärjestelmään kirjattuna lähes 3000 riviä tuotteita, joille ei ole mitään tarpeita näkyvissä. Taulukossa 2 listataan haastatteluissa esille nousseita asioita sekä niistä aiheutuvia seurauksia. Taulukossa haasteet ovat järjestetty sen mukaan, kuinka usein sama asia toistui haastatteluissa. Eniten mainintoja saaneet haasteet ovat taulukossa ylhäällä.

Taulukko 2. Haastatteluissa esille nousseet asiat

Haastatteluissa esille nousseet asiat	Seuraus
Materiaalien sijoittelu eri puolille varastoa riippumatta käyttökohteesta	Työaikaa kuluu tuotteiden noutamiseen
Tuotteita samalla kuormalavalla riippumatta käyttökohteesta	Varastossa useita lähes tyhjiä kuormalavoja, jotka vievät tilaa
Useaa tuotetta sisältävillä kuormalavoilla tuotekohtaiset merkinnät huonot tai puuttuvat kokonaan	Väärän tuotteen keräämisen riski, oikean tuotteen löytämiseen kuluu turhaan aikaa
Varastossa paljon tarpeetonta tavaraa	Varastot täyttyvät
Tiedonkulku tuotantoon tarvittaville materiaaleille heikko	Työaikaa kuluu tuotantolinjojen materiaalitilanteen tarkastamiseen
Yhden vaihteen komponenttien keräily tuotantolinjalle kerrallaan	Keräilyprosessi hidas verrattaessa isompien massojen puskurointiin kokoonpanolinjalla
Tuotantosuunnitelman yllättävä muuttuminen	Materiaaleja joudutaan hakemaan pois tuotantolinjalta takaisin varastoon
Tuotannon jättämä (tuotepuutteista tai tuotannon tehokkuudesta johtuva)	Varastot täyttyvät
Materiaalit varastoidaan laatikoissa, joissa ne saapuvat	Keräilijä joutuu purkamaan laatikot keräilyvaiheessa, mikä kuluttaa aikaa

Keräilyaikojen kelloituksessa mitattiin matkan kesto eri varastonosasta uudelle kokoonpano linjalle (ks. luku 7, kuvio 16), lavan nostaminen kuormalavahyllystä ja kaapeikäytävävarastosta lavan noutamiseen ja sinne takaisin viemiseen käytetty aika. Lisäksi mitattiin aika, joka kuluu tuotteen keräämiseen lavalta. Myös tuotteen keräämiseen kuluva aika vanhasta varastoautomaatista mitattiin ja sitä verrattiin uuden varastoautomaatin teoreettiseen keräysaikaan.

Taulukossa 3 luetellut matka-ajat ja kuormalavan käsittelyajat (eurolavahylly) ovat mitattu käyttäen keräilytiimillä käytössä olevaa tukipyörätrukkia. Hyllyjen sijainnit tehtaan sisällä ilmenevät edempänä raportissa (ks. luku 7, kuvio 16). Ajat eivät ota huomioon mahdollisia häiriöitä, kuten esimerkiksi muun liikenteen vuoksi pysähtyminen matkalla. Häiriöajat eivät kuitenkaan ole kovinkaan relevantteja, sillä ne toistuvat oli matka mikä tahansa. Toki häiriön todennäköisyys kasvaa matkan pidentyessä. Tuotteiden käsittelyajat taulukossa ovat usean mittauskerran keskiarvoja. Esimerkiksi

tuotteen kerääminen kuormalavalta vaihtelee paljon riippuen kerättävästä tuotteesta. Pienet ja kevyet tuotteet ovat kerättävissä muutamassa sekunnissa, kun taas suuremmat ja painavammat vievät enemmän aikaa. Kuormalavojen käsittelyajat ovat mitattu hyllyjen keskitasolta nostettaessa. Kapeakäytävähyllystä ajat mitattiin vertikaalisen keskitason lisäksi hyllystön horisontaalisen keskikohdan mukaan, eli aika sisältää myös matka-ajan hyllypaikalle. Kapeakäytävän pituuden vuoksi matka-aika vaihtelee. Hyllyn ensimmäisille paikoille kestää 3 sekuntia liikkeelle lähdöstä, kun toiseen päätyyn menee 18 sekuntia. Kellotuksesta jätettiin pois pienet hyllyt sekä hyllyt, joista voi toisinaan olla hankalaa saada noudettua materiaalia niiden sijainnin vuoksi. Esimerkiksi 7-hallissa (ks. luku 7, kuvio 16) oleva kuormalavahyllystö on vaihteiden lastausalueella, jonka vuoksi koko hylly ei ole käytettävissä, jos alueella on lastaus käynnissä.

Taulukko 3. Matka-ajat tuotantolinjalle sekä kuormalavojen ja tuotteiden käsittelyajat

Matka-ajat C-linjalle	Aika (sekunti)
6-hallin eurolavahylly	15
4-hallin syvähylly	45
4-hallin eurolavahylly ja varastoautomaatti	60
3-hallin eurolavahylly	83
2-hallin kapeakäytävähylly	99
2-hallin eurolavahylly	125
Kuormalavojen ja yksittäisten keräysrivien käsittelyajat	Aika (sekunti)
Lavan nostaminen/palauttaminen (eurolavahylly)	43
Lavan noutaminen/palauttaminen (kapeakäytävähylly)	68
Tuotteen kerääminen Paternoster-varastoautomaatista	66
Tuotteen kerääminen Tornado-varastoautomaatista (teoreettinen)	27
Tuotteen kerääminen kuormalavalta	20

Varastointikartoituksessa tuli ilmi, että tehtaassa on yhteensä 19 hyllyä, joissa on kokonaisuudessaan 1717 eurolavapaikkaa (ks. luku 7, taulukko 6). Logistiikan käytettävissä materiaalin varastointiin on hieman yli 1500 eurolavapaikkaa. Logistiikan käytettävissä on myös jonkin verran lattiatilaa isompien komponenttien varastoimiseen. Tehtaassa on kaksi varastoautomaattia pientavaralle, toinen vanha automaatti tullaan poistamaan käytöstä vuoden 2020 aikana ja toinen, uusi automaatti tullaan otamaan käyttöön vuoden 2020 alussa. Lisäksi tehdasalueella on ulkohalli, jossa on 1800 neliometriä tilaa. Tehtaan layout ja varastointiratkaisut käsitellään yksityiskohtaisemmin luvussa 7.

Toiminnanohjausjärjestelmästä selvitettiin varastojen käyttöastetta. Yksityiskohtaiseen tarkasteluun valittiin tehtaan 4-hallissa sijaitseva eurolavahyllystö. Valinta tehtiin hyllystön keskeisen sijainnin vuoksi, niin kokoonpanolinjoilta kuin materiaalin vastaanotosta on lähes yhtä pitkä matka hyllylle. Eurolavahyllystössä on logistiikan käytettävissä 109 lavapaikkaa (ks. taulukko 4). Osa paikoista on varattu loppuvarustelukeräilyn puskurointiin ja loppuvarusteluun syöttämiseksi. Hyllyn syöttöpuolen vastakkaisella puolella on vaihteiden loppuvarustelualue, ja loppuvarustelijat saavat kerätyt komponentit hyllystä helposti, kun ne ovat tietyillä lavapaikoilla. Loppuvarustelun puskuripaikkoja on 16. Varastoitavalle materiaalille jää tällöin 93 lavapaikkaa. Toiminnanohjausjärjestelmän varastosaldojen mukaan tarkastushetkellä 46 lavapaikassa on tavaraa, mutta hylly on kuitenkin fyysisesti käytännössä täysi. Johtopäätöksenä tästä saadaan se, että hyllyn lavapaikoista yli puolet on sellaisten tuotteiden käytössä, joita ei tuotannossa tarvita. Tarkemmin tutkittaessa varastosaldot hyllyssä olevien nimikkeiden osalta selvisi, että tarkastushetkellä yhteensä 274 rivistä 28 olivat sellaisia, joita käytetään sarjatuotannossa. Lopuilla hyllyssä olevilla tuotteilla on joitain yksittäisiä service-toimen työkuormituksia tai vaihtoehtoisesti ei minkäänlaista näkyvää tarvetta tulevaisuudessa.

Taulukko 4. Toiminannohjausjärjestelmästä saatu data yhden eurolavahyllyn käytöstä

4-halli		Lavapaikkoja
Eurolavahylly		109
Materiaalien varastoinille käytössä		93
ERP-datan mukaan käytössä (paikalla on materiaalia varastosaldoilla)		46
Täyttöaste (ERP)		49 %
Varastosaldoilla olevat tuotteet		Rivimäärä
Rivimäärä hyllyssä (ERP)		274
Sarjatuotannon tuotteiden osuus kokonaisrivimäärästä		28
Sarjatuotannon osuus kokonaisrivimäärästä		10 %

Uuden tuotteen rakennetta logistiikan näkökulmasta tarkasteltaessa saadaan tietoa eri varastointiratkaisujen tarpeesta. Komponenttien jako tehtiin 5 osaan, isot lattiavarastoitavat tuotteet, oma valmistuksen tuotteet joiden materiaalinsiirrot toteutetaan automaattitrukeilla, kuormalavahyllyssä varastoitavat tuotteet, varastoautomaattiin sijoitettavat tuotteet sekä hyllypalveluun kuuluvat tuotteet. Varastoautomaattiin sijoittelu tehtiin uuden automaatin kapasiteetin ja käytettävyyden näkökulmasta, toisin sanoen kaikkia taulukossa 5 mainittuja 138 varastoautomaattiin sijoitettavaa nimikettä ei olisi voitu sijoittaa vanhaan automaattiin. Materiaalirivejä tuotteen rakenteella on 332 kappaletta, osa riveistä on kuitenkin työvaihekohtaisen jaottelun vuoksi useamman kerran. Erilaisia tuotteita on 276 kappaletta. Kaiken kaikkiaan yksittäisiä komponentteja vaihteeseen menee lähes 2000 kappaletta.

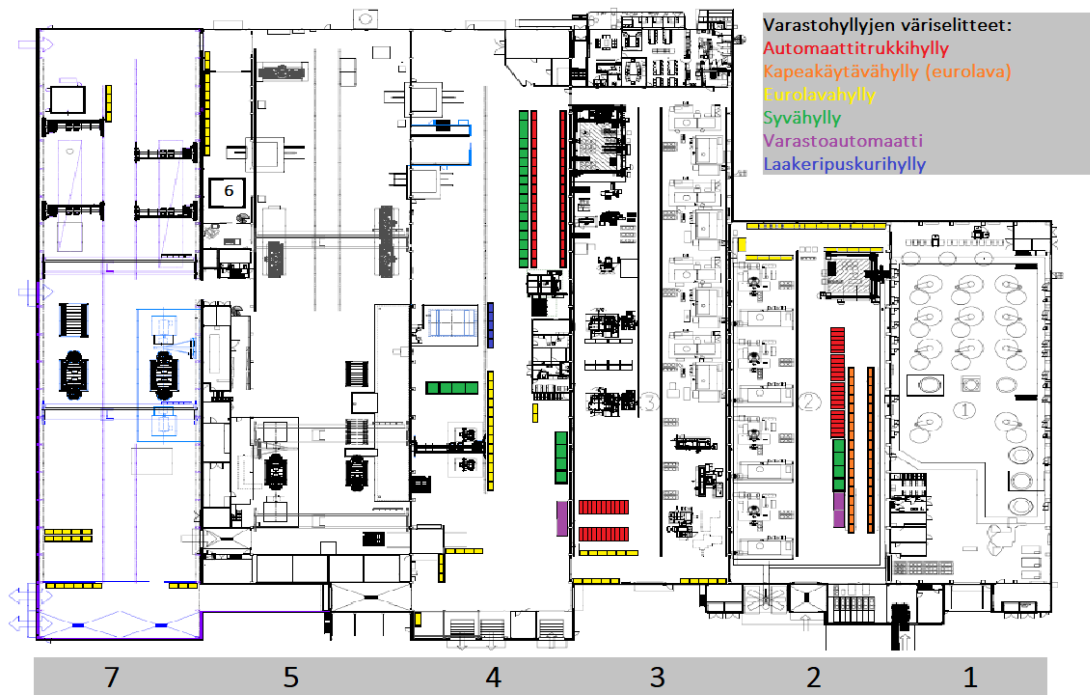
Taulukko 5. Uuden sarjatuotteen rakenne logistiikan näkökulmasta

Tuoterakenne logistiikan näkökulmasta	
Varastointitapa	Nimikkeiden määrä
Lattiavarastointi	8
Oma valmistus (AGV-materiaalinsiirrot)	2
Kuormalavahylly	67
Varastoautomaatti	138
Hyllypalvelu	61

7 Tehtaan layout ja varastointiratkaisut

Ikolan tehdas jakaantuu seitsemään tehtaan osaan. Eri tehdashallit ovat erotettu toisistaan väliseinillä, ja kulku hallien välillä tapahtuu joko nosto-ovista tai henkilökulkuovista. Hallit ovat yksinkertaisesti nimetty numeroilla 1-7. Lukuun ottamatta hallia 6, kaikki hallit ovat lähes samankokoiset. 6-halli on käytännössä pieni seinillä erotettu osa 5-hallia. Jokaisella hallilla on oma roolinsa tehtaan tuotannossa. Materiaalivirtauksen näkökulmasta eri tehtaanosissa tapahtuvat toimet etenevät lähes täysin loogisessa, suorassa virrassa. Teknisistä syistä karkaisimo on tehtaan toisessa päädyssä, jonka vuoksi omavalmistuksen materiaalivirta tekee ylimääräisen kierroksen. Jokaisessa eri hallissa, karkaisimoa ja kokoonpanon 5-hallia lukuun ottamatta, on logistiikkaosaston käytössä varastohyllyjä. Alun perin tehdasta suunniteltaessa ei ollut tarkoitus varastoida tuotteita tehtaassa vaan erillisessä logistiikkakeskuksessa, joka ei kuitenkaan enää ole käytössä. Tämän vuoksi kaikki hyllyt ovat sijoitettu tiloihin, joilla ei ole muuta käyttöä. Tilanne on johtanut myös siihen, että varastohyllyjä on vuosien varrella siirrelty useasti eri paikkoihin tehtaan sisällä.

Kuviossa 16 kuvataan koko tehtaan layout. Seuraavissa kappaleissa käsitellään layoutin osalta ainoastaan tähän työhön liittyviä asioita.



Kuvio 16. Tehtaan layout

Kuormalavahyllyjä on käytössä kahdenlaisia. Perinteisiä eurolavahyllyjä sekä syvempiä (syvyys 1,8 m) hyllyjä. Komponenttien suurien kokojen vuoksi syvähyllyt ovat välttämättömiä tehtaalla. Syvähyllyjä voidaan toki kuitenkin käyttää myös eurolavoilla olevien tuotteiden varastointiin. Taulukossa 6 on listattu eri halleissa olevien varastopaikkojen lukumäärät. Kaiken kaikkiaan eurolavapaikkoja on 1717 kappaletta, joista 1533 on suoraan logistiikan käytettävissä materiaalien varastointiin. Loput paikat ovat varattuna laatuosaston mittausjonoille sekä tuotannon työkaluille ja muille varusteille.

Taulukko 6. Ikolan tehtaan kuormalavahyllyt

Sijainti	Hyllytyyppi	Eurolavapaikkoja
2-halli		
	Eurolavahylly (kapeakäytävä)	388
	Eurolavahylly	258
	Syvähylly	48
3-halli		
	Eurolavahylly	144
4-halli		
	Eurolavahylly (loppuvarustelukeräily 1)	20
	Eurolavahylly (loppuvarustelukeräily 2)	24
	Eurolavahylly (maalaamo)	40
	Eurolavahylly	109
	Eurolavahylly (laatu)	30
	Laakeripuskurihylly	74
	Syvähylly (service)	80
	Syvähylly (capital)	64
	Eurolavahylly (service)	30
	Syvähylly 1 (laatu)	32
	Syvähylly 2 (laatu)	32
6-halli		
	Eurolavahylly	160
7-halli		
	Eurolavahylly (prototyyppikokoonpano)	50
	Eurolavahylly	90
	Eurolavahylly (loppuvarustelun puskuri)	44
Yhteensä		1717

Kuormalavahyllyjen lisäksi logistiikan käytössä on jonkin verran lattiatilaa isoimpien, hyllyihin sopimattomien komponenttien varastointiin. Taulukossa 7 on listattuna kuormalavahyllyistä poikkeavat logistiikan käytössä olevat varastointiratkaisut.

Taulukko 7. Ikolan tehtaan muut varastointitilat

Sijainti	Varastointityyppi	Tila
2-halli		
	Automaattivarasto (tullaan poistamaan käytöstä v. 2020)	32 tasoa (46 m ²)
	Lattiavarasto	75 m ²
4-halli		
	Pientavarahylly (loppuvarustelukeräily)	4m ²
	Lattiavarasto (kokoonpanopuskuri 1)	150 m ²
	Lattiavarasto (kokoonpanopuskuri 2)	108 m ²
	Automaattivarasto (käyttöönotto v. 2020)	55 tasoa (108 m ²)
Ulkohalli		
	Lattiavarasto	1800 m ²

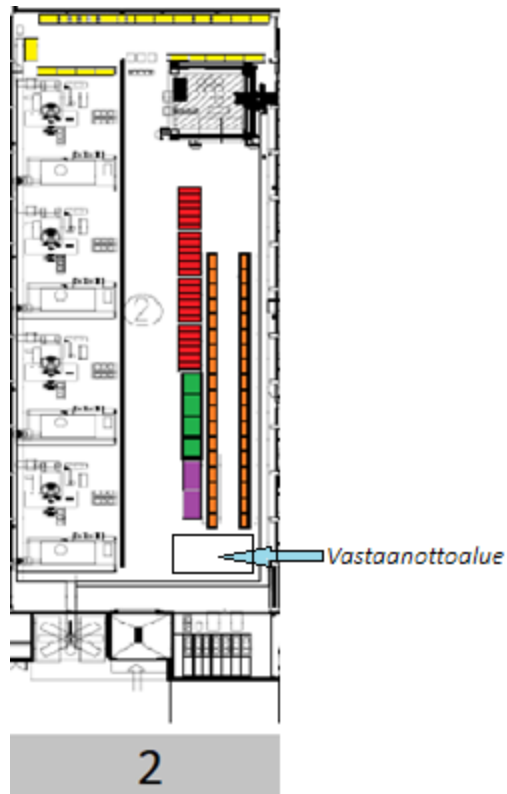
1-halli

Logistiikan osalta vähiten toimintaa on 1-hallissa, eli tehtaan karkaisimossa. Omavalmistuksen planeettapyörät saapuvat koneistuksesta ja lähtevät karkaisimosta viivaunujärjestelmän avulla. Osa Rautpohjan tehtaalla valmistettavista akseleista karkaistaan Ikolassa. Näiden akselien materiaalivirtaus toteutetaan logistiikan työntekijöiden toimesta. Käytännössä tämä tarkoittaa muutaman lavan purkamista autosta karkaisimoon ja vastaavasti karkaisun jälkeen takaisin Rautpohjan tehtaalle lähtevien materiaalien lastaaminen autoon.

2-halli

2-hallissa on tuotannon pehmeäkoneistus, joka karkeasti arvioituna vie puolet koko hallista. Jäljelle jäävä tila on logistiikan osalta erittäin oleellinen, suurin osa tehtaan kaikesta varastohyllytilasta sijaitsee kyseisessä hallissa. Käytännössä kaikki saapuva materiaali käsitellään 2-hallissa. Suurin yksittäinen kuormalavahyllykokonaisuus sijaitsee vastaanottoalueen välittömässä läheisyydessä (ks. kuvio 17.) Tilan säästämiseksi hylly on toteutettu niin sanotulla kapeakäytävämenetelmällä. Tämä tarkoittaa sitä, että hyllyalueella on kaksi hyllystää vastakkain ja niiden väliin jäävä käytävä on vain 1,2 metriä leveä. Kyseisen hyllystön materiaalsiirtoihin on käytössä kapeille

käytävälle suunniteltu trukki. Kapeakäytävähyllystö koostuu kaiken kaikkiaan yhteensä 388 eurolavapaikasta, jotka jakaantuvat kuuteen tasoon. Toinen tehtaan isompi hyllykokonaisuus sijaitsee 2-hallin vastaanottoalueelta katsottuna vastakkaisessa päädyssä. Toistaiseksi tämä hylly on ainoastaan laakerien, joiden menekki on vähäisempää varastointiin pyhitetty. Kyseinen hyllystö on ainoa tehtaan varastoratkaisuista, joka on käytössä tietyille nimikeryhmälle. Hylly sijaitsee tuotannon ja keräilylän näkökulmasta kaikista kauimpana kokoonpanolinjoista. Tämän vuoksi sarjatuo-
tantomon käytettäviä laakereita ei juurikaan varastoida kyseiseen hyllystöön. Laakerihylly käsittää yhteensä 258 eurolavapaikkaa kuudessa tasossa. Lisäksi 2-hallissa on pieni, niin kutsuttu syvähylly. Syvähylly on tyypillisestä kuormalavahyllystä poiketen 1,8 metriä pitkä syvyyssuunnassa 1,2 metrin sijaan. Hylly on myös rakenteeltaan vahvempi. Syvyytensä vuoksi kyseiseen hyllyyn on mahdollista varastoida isompia, eurolavalle mahtumattomia kappaleita ilman työskentelyä ja turvallisuutta haittaavaa materiaalien ulottumista hyllypalkkien ulkopuolelle. Syvähylly on leveydeltään 10,8 metriä laskematta pystypalkkeja, eli havainnollistamiseksi hyllyyn mahtuu 12 eurolavaa käsittelyväleinen vierekkäin. Tasoja hyllyssä on neljä. Tämänkaltaiselle varastointiratkaisulle on tarve, sillä useat tuotannossa käytettävät komponentit ovat kooltaan niin isoja, etteivät ne mahdu standardimittaiselle kuormalavalle. 2-hallissa on toistaiseksi käytössä myös Paternoster-varastoautomaatti. Varastoautomaattiin varastoidaan pientavaraa, jota ei tilansäästön vuoksi ole kannattavaa säilyttää kuormalavoilla. Yleisenä nyrkkisääntönä tehtaalla on käytetty sitä, että käsin kannettavat materiaalit varastoidaan pientavara-automaattiin. Automaatissa on 32 hyllytasoa. Tasot ovat leveydeltään kolme metriä ja syvyydeltään noin puoli metriä korkeuden rajoituksessa 35 senttimetriin. Paternoster-varastoautomaatti on todella vanha, ja se tullaan poistamaan logistiikan käytöstä, kun uusi Tornado-varastoautomaatti saadaan käyttöön (ks. kappale 4-halli). Koneistussolujen väleissä on käytettävissä lattiavarastointitilaa, yhteensä kolme noin 25 neliömetrin kokoista aluetta. Näitä lattiapaikkoja käytetään pääasiassa isompien, mihinkään hyllyyn sopimattomien, materiaalien varastointiin. 2-hallissa sijaitsee myös pehmeäkoneistuksen vihivaunujärjestelmän puskurihylly.



Kuvio 17. 2-hallin layout

Taulukossa 8 on koottuna 2-hallin varastointiresurssit.

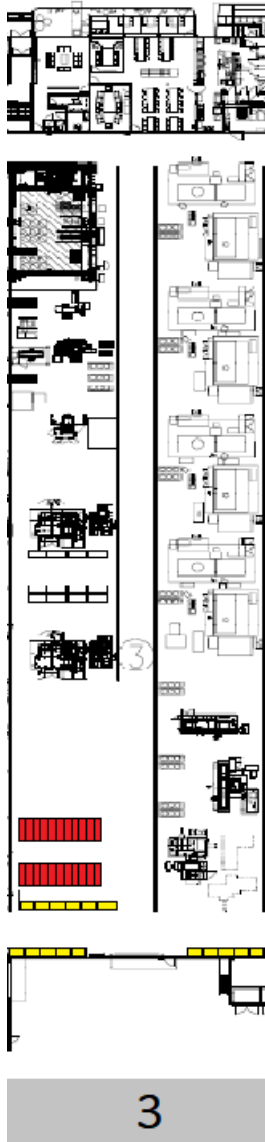
Taulukko 8. 2-hallin varastointitilat

Sijainti	Hyllytyyppi	Eurolavapaikkoja	Muut varastointitilat	Tila
2-halli				
	Eurolavahylly (kapeakäytävä)	388	Automaattivarasto (tullaan poistamaan käytöstä v. 2020)	32 tasoa (46 m ²)
	Eurolavahylly	258	Lattiavarasto	75 m ²
	Syvähylly	48		
Yhteensä		694		

3-halli

3-hallissa sijaitsee tehtaan omavalmistuksen hiontasolut sekä hammaspyörien särö- tarkastus ja 3D-mittaus. Karkaisun jälkeisille omavalmistuksen tuotteille on käytössä

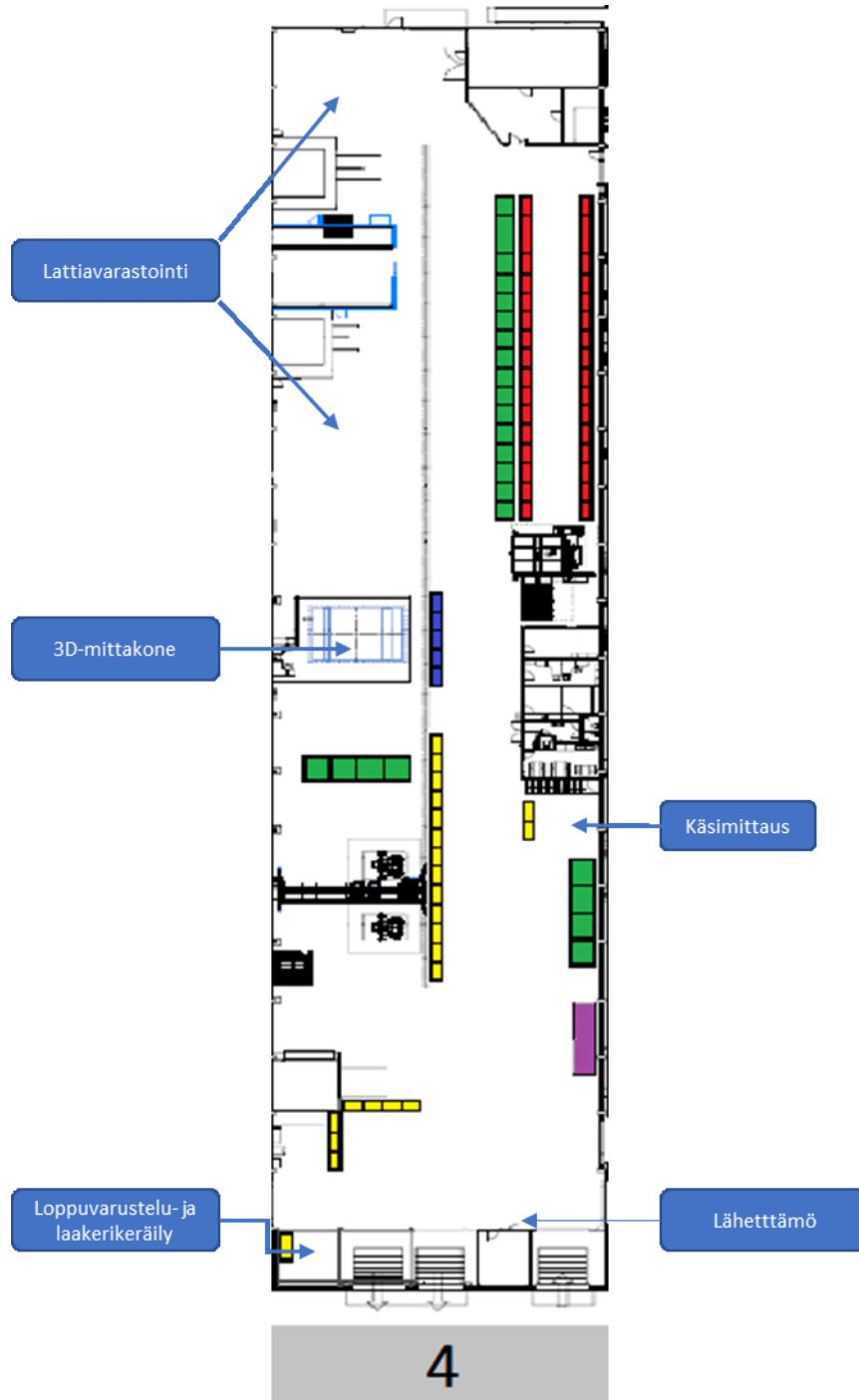
vihivaununjärjestelmään kuuluva hionnan puskurihylly. Valmiiden, ostettavien, tuotteiden varastointiin on 3-hallin päädyssä kuormalavahyllystö (ks. kuvio 18). Hyllystö koostuu kolmesta erillisestä hyllystä risteävän käytävän vuoksi. Yhteensä näissä hyllyissä on 144 eurolavapaikkaa kuudessa tasossa.



Kuvio 18. 3-hallin layout

4-halli

4-hallissa sijaitsee useampi työpiste (ks. kuvio 19.) Hallissa on tehtaan lähettämö, varaosapakkausalue, laakeri- ja loppuvarustelukeräilyn työpiste, laadunvalvonnan 3D-mittauskone, käsimittauspiste sekä toisen kokoonpanolinjan loppuvarustelualue.



Kuvio 19. 4-hallin layout

Laakeri- ja loppuvarustelukeräilypisteellä on kaksi pientä kuormalavahyllyä, joissa on yhteensä 44 lavapaikkaa. Lisäksi työpisteellä on pientavarahylly. Lähetysalueen ja loppuvarustelualueen välissä on 40 lavapaikkaa kattava hylly, joka on viidessä tassa. Hyllystä 16 paikkaa on toistaiseksi tehtaan maalaamon käytössä ja loput paikat loppuvarustelun puskurina. Hallin pääkäytävän vierellä kulkee yhteensä 129 paikkaa kattava kuormalavahyllystö. Näistä paikoista 20 on varattu käsimittauksessa hyväksytyille materiaaleille. Käytävän toisella puolella, aivan käsimittauksen kupeessa, on 10 eurolavapaikkaa kattava hylly mittaukseen meneville tavaroille. Käsimittauksen vieressä on myös syvähylly, 32 eurolavapaikkaa kooltaan. 3D-mittakoneen edustalla on myös 32 paikkaa kattava syvähylly. Näiden kahden syvähyllyn pääsääntöinen tehtävä on toimia mittakoneen puskurihyllyinä. Laakerien puskurointiin varatussa hyllyssä on yhteensä 74 lavapaikkaa. Servicen kokoonpanopisteen edustalla olevassa syvähyllyssä on yhteensä 144 eurolavapaikan verran tilaa, näistä 80 lavapaikkaa ovat varattuna Servicelle ja loput Capital-liiketoimelle. Syvähyllyn vieressä on 30 paikkaa kattava hylly, joka on Servicen kokoonpanon tarvikkeille varattu. 4-hallissa on myös tuore Tornado-varastoautomaatti. Varastoautomaatissa on 55 tasoa. Yhden tason leveys 4 metriä, syvyys 0,82 metriä ja korkeus 0,2 metriä sekä kantavuus 500 kiloa. Kaiken kaikkiaan varastoautomaatissa on lähes 110 neliometriä varastointialaa. Varastoautomaatti ei ole vielä tällä hetkellä käytössä. Käyttöönotto tullaan suorittamaan vuoden 2020 alussa. 4-hallin ja 5-hallin välissä on kaksi pesukonetta. Pesukoneiden edustoilla on puskurointitilaa pestäville materiaaleille. Lisäksi 4-hallissa sijaitsee viivi-vaunujärjestelmään kuuluva, oma valmistuksesta saapuvien, valmiiden planeettapyörien varastointiin käytettävä hylly.

4-hallissa on yhteensä hieman yli 500 lavapaikkaa (ks. taulukko 9), joista 401 on logistiikan käytettävissä. Lattiavarastointitilaa on noin 250 neliometriä.

Taulukko 9. 4-hallin varastointitilat

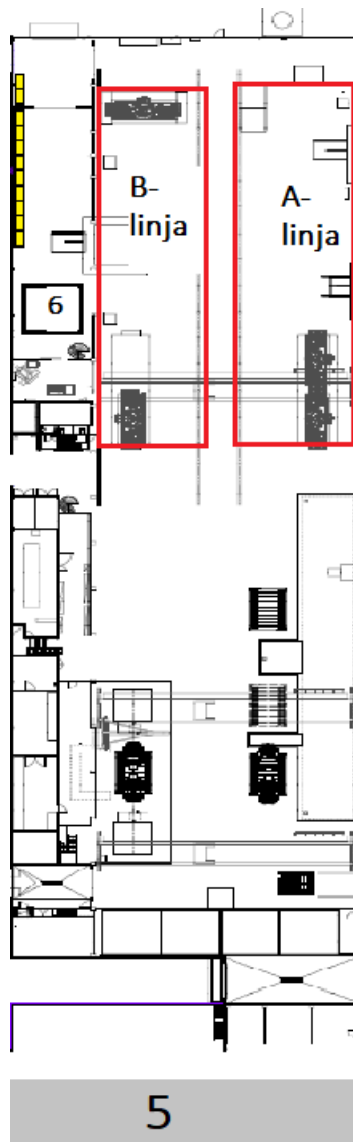
Sijainti	Hyllytyyppi	Eurolavapaikkoja	Muut varastointitilat	Tila
4-halli				
	Eurolavahylly (loppuvarustelukeräily 1)	20	Pientavarahylly (loppuvarustelukeräily)	4m ²
	Eurolavahylly (loppuvarustelukeräily 2)	24	Lattiavarasto (kokoonpanopuskuri 1)	150 m ²
	Eurolavahylly (maalaamo + loppuvarustelupuskuri)	40	Lattiavarasto (kokoonpanopuskuri 2)	108 m ²
	Eurolavahylly	109	Automaattivarasto (käyttöönotto v. 2020)	55 tasoa (108 m ²)
	Eurolavahylly (laatu)	30		
	Laakeripuskurihylly	74		
	Syvähylly (service)	80		
	Syvähylly (capital)	64		
	Eurolavahylly (service)	30		
	Syvähylly 1 (laatu)	32		
	Syvähylly 2 (laatu)	32		
Yhteensä		535		
Logistiikan käytettävissä		401		

5-halli

5-hallissa sijaitsee vaihteiden kokoonpano (ks. kuvio 20). Kokoonpanolinjoja tässä hallissa on kaksi kappaletta (A- ja B-linja) ja ne koostuvat useammasta osakokoonpanosolusta. Linjojen välissä kulkee käytävä. Tehtaan toinen koeajokenttä sekä maalaamo ovat myös 5-hallissa. Varastointitilaa 5-hallissa ei ole.

6-halli

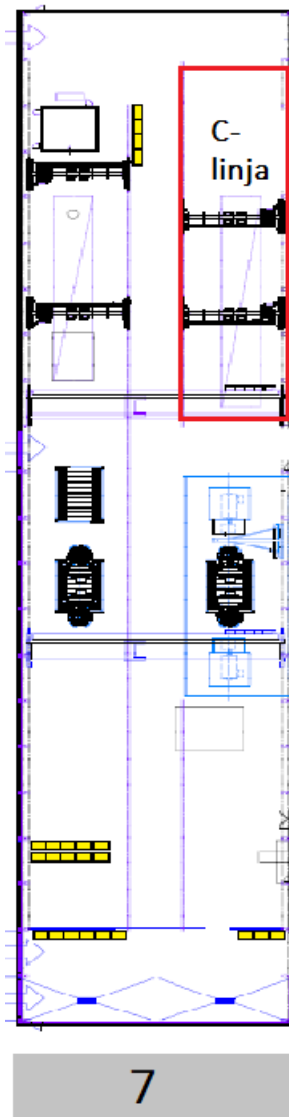
6-halli on huomattavasti pienempi osa tehdasta kuin muut hallit. Tarkalleen ottaen 6-halli on seinillä omaksi tilakseen erotettu osa 5-hallia (ks. kuvio 20). Hallissa on yhden kokoonpanolinjan yksi osakokoonpanosolu sekä kokoonpanon keräilyn trukkien latauspiste. Hallin toisella seinustalla on kuormalavahyllystö. Hyllystössä on yhteensä 160 eurolavapaikkaa.



Kuvio 20. 5- ja 6-hallien layout

7-halli

Vuonna 2018 valmistuneessa 7-hallissa tullaan tulevaisuudessa kokoonpanemaan vaihteistoja. Tässä hallissa ei vielä ole täysin valmista kokoonpanolinjaa, mutta uuden tuotteen nollasarjan kokoonpano on aloitettu C-linjalla (ks. kuvio 21). Keskikäytävän toisella puolella on tilat prototyypivaihteiden kokoonpanolle. 7-hallissa on myös tehtaan uusi koeajokenttä, vaihteiden olosuhdetestausta varten rakennettu kylmäkoppi ja loppuvarustelualue sekä lastausalue valmiille vaihteille.



Kuvio 21. 7-hallin layout

Hallissa on muutama kuormalavahyllystö (ks. taulukko 10). 50 lavapaikkaa kattava hylly on tällä hetkellä prototyyppikokoonpanon testuslaitteiden sekä työkalujen säilyttämistä varten. Loppuvarustelualueella on 44 lavapaikkaa kahdessa hyllyssä loppuvarusteluosien puskurointia varten. Hallissa olevan vaihteiden lastaukseen tarkoitettussa osassa on kuormalavahylly, jossa on yhteensä 90 lavapaikkaa.

Taulukko 10. 7-hallin varastointitilat

Sijainti	Hyllytyyppi	Eurolavapaikkoja
7-halli		
	Eurolavahylly (prototyyppikokoonpano)	50
	Eurolavahylly	90
	Eurolavahylly (loppuvarustelun puskuri)	44
Yhteensä		184
Logistiikan käytettävissä		134

Ulkohalli

Lisäksi tehdasalueella on erillinen kevytrakenteinen halli. Hallissa on 1800 neliötä lattia-alaa. Halli on lämmittämätön sekä eristämätön, joten se soveltuu ainoastaan erittäin hyvin pakatuille tuotteille tai lyhytaikaiseen varastointiin. Puolet hallista on varattu valmiiden vaihteiden varastoinnille, toinen puoli komponenteille. Laskennallisesti komponenttivarastoinnille on käytössä 570 eurolavapaikkaa. Hallissa varastoitavat komponentit ovat pääosin suuria valuosia, jotka veisivät runsaasti tilaa tehtaan sisällä varastoitaessa.

8 Tulokset

8.1 Toimitusketjun prosessikuvaus

Tutkimuksessa tarkasteltiin toimitusketjua toimittajalta yrityksen tuotantoon. Jotta kyseinen toimitusketjun osa on selkeästi ymmärrettävissä, on syytä hieman avata tapahtumia ennen, kuin materiaali lähtee toimittajalta. Käytännössä kaikki yrityksen suorat ostot, eli suoraan valmistettavaan tuotteeseen tulevat materiaalit, tehdään toiminnanohjausjärjestelmään kuormitettavien töiden pohjalta. Tilaukset pyritään

ajoittamaan mahdollisimman lähelle todellista tarvetta, kuitenkin joidenkin komponenttien pitkän toimitusajan vuoksi tilauksia on tehtävä ennakoidusti, jotta tuotannon pysähtymisen riski voidaan minimoida.

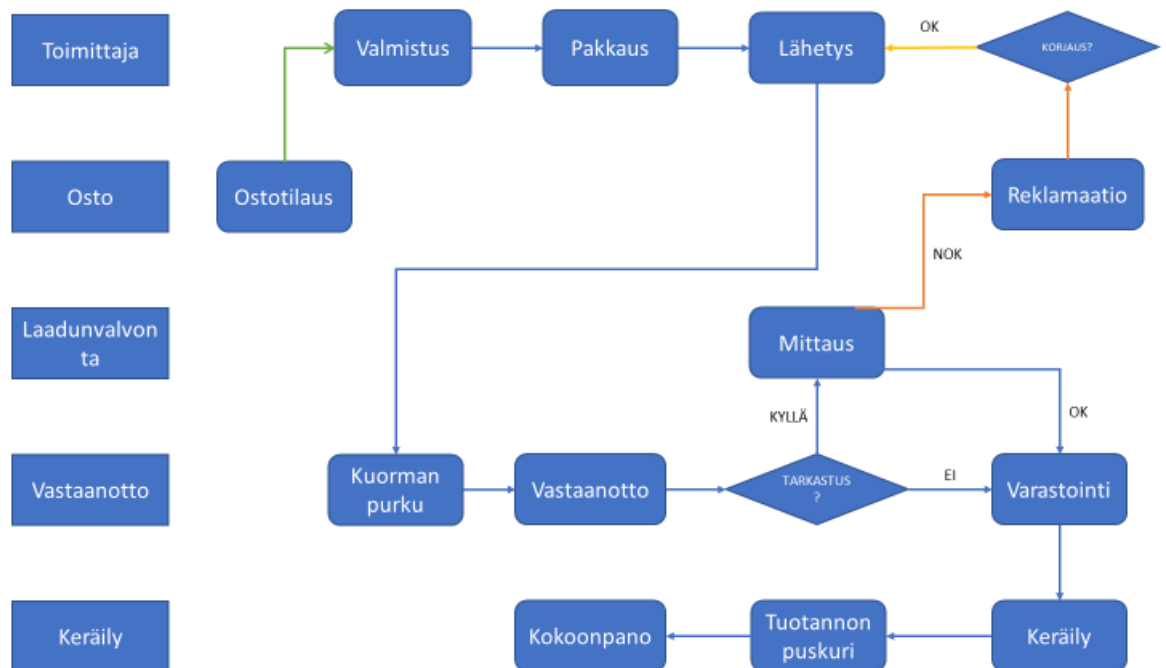
Asiakastoimitusten ajankohdolliset muutokset, tuotannon aikataulussa pysyminen, ajoittaiset osapuutteet sekä ennusteiden suuret erot toteutuneisiin asiakastilauksiin verrattuna aiheuttavat varastonhallinnallisia haasteita ja vaikuttavat toimitusketjun optimaaliseen tehokkuuteen.

Tutkimuksen rajauksen puitteissa toimitusketju voidaan jakaa karkeasti kuuteen osaan. Toimitusketjun tehokkaan ja laadukkaan toimivuuden kannalta prosessin kaikki vaiheet ovat olennaisia ja yhden vaiheen pettäminen vaikuttaa muihin osiin kriittisesti ja pahimmassa tapauksessa johtaa tuotannon pysähtymiseen.

Toimitusketjun osat voidaan jakaa materiaalinkäsittelyn mukaisesti seuraaviin vaiheisiin:

- toimituksen pakkaus toimittajalla
- kuljetus
- materiaalin vastaanotto
- materiaalin siirto varastoon/tuotantoon
- laadunvalvonta
- materiaalin keräily tuotantoon.

Prosessikaaviossa (ks. kuvio 22) havainnollistetaan toiminnot ja toimintojen suorittajat tutkitussa toimitusketjussa.



Kuvio 22. Materiaalivirran prosessikaavio

8.1.1 Toimituksen pakkaus toimittajalla

Toimitusten pakkaamiselle on Moventaksen luoma tuotekohtainen ohjeistus. Toimittajille annetaan toimittamiaan tuotteita koskevat ohjeet, joita voidaan tarvittaessa hienosäätää. Suurin osa tuotteista lähtee toimittajalta eurolavoille, tai pienempien lähetysten osalta irtonaisiin pahvilaatikoihin pakattuina. Toki joidenkin tuotteiden kohdalla eurolava ei riitä tuotteen suuren koon tai painon takia, jolloin toimittaja käyttää standardoimattomia tai erikseen kyseiselle tuotteelle suunniteltuja kuormalavoja.

Pääsääntöisesti toimittajien pakkausten laatu on riittävällä tasolla, toimittajat kuitenkin tuntevat omien tuotteidensa haavoittuvuuden ja heikkoudet. Kuljetuksen aikana tuotteita ei juurikaan hajoa puutteellisen pakkaamisen vuoksi. Ongelmia kohdataan pakkausten suhteen hyvin harvoin. Useimmiten pakkausongelmat koskevat uusia toimittajia ja puutteellista ohjeistusta pakkaamisesta.

8.1.2 Kuljetus

Moventaksella on päivittäisessä käytössä puoliperävaunurekka sekä N2-luokan kuorma-auto. Puoliperävaunu on Moventaksen käytössä aamusta iltapäivään. Kuorma-auto ajaa muitakin ajoja, mutta on käytännössä neljä tuntia Moventaksen käytettävissä päivän aikana. Ajoneuvot eivät ole Moventaksen omaisuutta, vaan palvelut ovat ostettu ulkopuolisilta toimijoilta. Autojen kuljettajat ovat myös ulkopuolisten toimijoiden kirjoilla. Kuljettajat toimivat kuitenkin vakituisesti Moventaksen käytössä olevien ajoneuvojen käyttäjinä. Kuljettajien tuntemus yrityksen toimipisteistä sekä lähialueen toimittajista tekevät kuljetuspalvelusta tehokkaan. Pääsääntöisesti kuljetuspalvelua käytetään Jyväskylän tehtaiden välisiin siirtoihin sekä lähialueen toimittajien toimitusten noutoon. Myös tehtaiden ja ulkoisen varaston väliset siirrot toteutetaan kuljetuspalvelua hyödyntäen. Suoraan toimittajilta tulevista toimituksista kuljetetaan vain murto-osa Moventaksen päivittäisessä käytössä olevilla ajoneuvoilla.

Kaukokiito ja Posti ovat Moventaksen sopimusrahdinkuljettajia suomalaisista kuljetusliikkeistä. Kyseisten toimijoiden terminaaleista saapuukin päivittäin kuormat, Postin toimittamana pienempiä pakkauksia, ja Kaukokiidon toimesta lavatavaraa. Päivittäiset kuormat voivat kuitenkin vaihdella hyvinkin paljon, joinain päivinä Kaukokiito saattaa toimittaa vain muutaman kuormalavan ja taas toisena päivänä täyden täysperävaunullisen ajoneuvon verran tuotteita. DHL on Moventaksen Euroopan alueen sopimus Kumppani. Toisin kuin Kaukokiito, DHL toimittaa lähes poikkeuksetta vain yhden toimittajan toimituksia kerralla. Nämä kuormat ovat hyvin satunnaisia.

Moventaksella on varta vasten yrityksen käyttöön luotu selainpohjainen tilaussovellus (Logistiikan sisäinen tilausjärjestelmä, LoST). Sovelluksen avulla logistiikkaosaston työntekijät sekä lähialueen toimittajat voivat luoda kuljetustilauksia päivittäisessä käytössä oleville ajoneuvoille. Sovelluksen avoin käytettävyys vähentää kuljetusjärjestelyyn ja kuljetusten tilausten tekemiseen tarvittavia resursseja. Päivittäisessä käytössä olevien ajoneuvojen kuljettajilla on tablettitietokoneet, joiden avulla he pystyvät seuraamaan vaivattomasti avoimia kuljetustilauksia.

Kuljetuksien suhteen suurimmat haasteet ovat johtuneet huonosti tehdystä kuorman lastauksesta, toisinaan on havaittu saapuvissa materiaaleissa vaurioita kuormalavan kaatumisen takia kuljetuksen aikana. Tällaisia ongelmia kohdataan kuitenkin hyvin harvoin.

8.1.3 Materiaalin vastaanotto

Vastaanottotiimin työtehtäviin kuuluvat saapuvien kuormien purku, materiaalin visuaalinen tarkastus, tilausten vastaanotto järjestelmään sekä materiaalien siirrot vastaanotosta eteenpäin joko varastoon tai suoraan tuotantoon. Lisäksi vastaanoton työntekijät syöttävät omavalmistukseen menevät hammaspyöräaihiot vihivaunujärjestelmään.

Saapuvien kuormien purku tapahtuu piha-alueella vastaanotolle määritetyn nosto-oven edustalla. Vastaanotossa on käytössä kaksi vastapainotrukkia, vanhempi viiden tuhannen kilon nostokapasiteetilla varustettu polttomoottorikäyttöinen sekä uusi kahdeksan tuhatta kiloa nostava, myös sisäkäyttöön soveltuva, sähkökäyttöinen trukki. Jälkimmäinen hankittiin tehtaalle vuoden 2019 alussa varta vasten uusien tuotteiden osien kasvavan painon vuoksi. Pääsääntöisesti kuormat puretaan suoraan autosta nosto-ovilla eristettyyn välitilaan, josta sisällä työskentelevät henkilöt siirtävät materiaalit varsinaiselle vastaanottoalueelle. Vastaanoton kanssa samassa tehtaanosiossa on koneistusta, jonka vuoksi ulkoilman pääsy suoraan halliin on estetty edellä mainitun välitilan avulla.

Vastaanottoalue on pinta-alaltaan noin 30 neliometriä. Alueelle mahtuu väljästi aseteltuna viidessä jonossa yhteensä 20 eurolavaa. Alue on rajattu lattiaan maalatuilla viivoilla, joka on tärkeää, sillä samassa tehtaanosassa kulkee automaattitrukkeja. Jos automaattitrukkien tiellä on materiaalia ne pysähtyvät ja lopettavat toimintansa, kunnes esteet on poistettu. Vastaanottoalueella työntekijät tarkastavat saapuneiden tuotteiden laadun visuaalisesti sekä varmistavat lähetyslistojen ja todellisen saapuneen materiaalin yhteneväisyyden. Mikäli tuotteissa havaitaan näkyviä vaurioita, vietään ne laatuosaston käsiteltäväksi vastaanoton kirjaamisen jälkeen. Lähetyslistoihin

verrattaessa puutteelliset toimitukset pyritään selvittämään välittömästi hankintaosaston kanssa. Usein näissäkin tapauksissa vastaanottaja varmistaa tilauksen tilan ERP-järjestelmästä mahdollisten lähetyslistavirheiden vuoksi ennen kontaktia hankintaan.

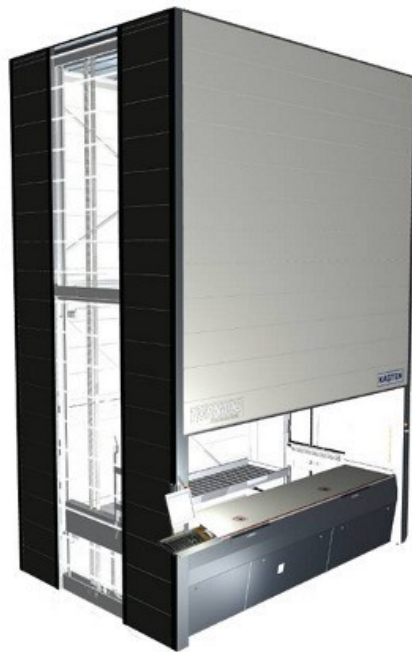
Vastaanottotarkastuksen jälkeen saapuneille materiaaleille tehdään vastaanotto ostotilauksen mukaisesti ERP-järjestelmään. Järjestelmään kirjauksen yhteydessä tuotteille määritetään varastopaikka, joka tässä prosessin vaiheessa on lähes poikkeuksetta vastaanoton niin sanottu oletuspaikka. Lisäksi vastaanottajat tulostavat nimiketarrat, jotka liimataan tai nidotaan lavoihin tai suoraan laatikoihin kiinni.

Toisinaan toimituksia saapuu ilman tarvittavia dokumentteja, esimerkiksi lähetyslistoja, jolloin toimituksen kohdistaminen oikealle tilaukselle tai tuotteiden tunnistaminen voi olla haastavaa. Lähetyslistoista saattaa myös puuttua oleellisia tietoja, kuten ostotilausnumero tai nimiketiedot. Joissain tapauksissa järjestelmässä olevan ostotilauksen ja saapuneen materiaalin määrissä on eroja, jotka aiheuttavat lisäselvittelyä ennen, kuin saapunut toimitus voidaan kirjata vastaanotetuksi. Tuotteiden, joita ei käytetä suoraan valmistettavien vaihteiden kokoonpanoon ohjaaminen oikeille henkilöille aiheuttaa välillä haasteita, etenkin jos tilaus on tehty ilman viitettä ja haastavimmissa tapauksissa ohi toiminnanohjausjärjestelmän, jolloin tilaukselle ei ole ostotilausnumeroa. Edellä mainitut tilanteet ovat harvinaisia, mutta kuluttavat tapahtuessaan henkilöresursseja täysin turhaan.

8.1.4 Materiaalin siirto varastoon

Materiaalien merkitsemisen jälkeen suoritetaan siirrot eteenpäin tehtaalla. Vastaanoton työntekijät suorittavat vastaanoton jälkeiset materiaalinsiirrot. Vastaanotossa on käytössä tukipyörätrukki, lavansiirtovaunu sekä kapeakäytävätrukki. Tukipyörätrukilla suoritetaan nostot kuormalavahyllyihin lukuun ottamatta kapeakäytävähyllystöä. Lavansiirtovaunun pääsääntöinen käyttö kohdistuu painavimpien ja kooltaan kuormalavahyllyihin sopimattomien tuotteiden siirtelyyn. Nykytilanteessa kuormalavoilla saapuvasta tavarasta ainoastaan laakereille on oma erillinen varastoalueensa. Muu lavatavara viedään lähes poikkeuksetta joko kapeakäytävävarastoon tai 3-hallin

päätyvarastoon. Kerralla saapuvien suurien yksittäisen nimikkeen erien sekä suurien, hyllyyn sopimattomien tuotteiden varastointiratkaisuna käytetään ns. lattiavarastointia, jossa lavoja pyritään nostamaan mahdollisimman paljon päällekkäin turvallisuuden ja materiaalinrikkoutumisvaaran puitteissa. Tällä keinolla säästetään hyllytilaa. Pientavara, eli useimmiten kuriiriautoilla saapuvat kevyet ja mitoiltaan pienet tuotteet varastoidaan tällä hetkellä Paternoster-varastoautomaattiin ja tulevaisuudessa Tornado-varastoautomaattiin (ks. kuvio 23). Varastoautomaatti tulee helpottamaan materiaalin käsittelyä runsaasti. Automaattiin tullaan sijoittamaan kaikki pientavara sekä myös hieman isompia tuotteita automaatin tasojen (tason pinta-ala on 3,28 m²) suuren koon vuoksi.



Kuvio 23. Tehtaan uusi varastoautomaatti (Tornado-varastoautomaatti n.d)

Vastaanoton työntekijät suorittavat varastonsiirrot järjestelmässä tavaran fyysisen siirron yhteydessä. Jokaisella hyllypaikalla on oma koodinsa, joka on merkitty hyllypalkkiin tai sen välittömään läheisyyteen. Koodilapuissa ja tuotteisiin laitettavissa nimiketarroissa on viivakoodit. Työntekijöillä on käytössä viivakoodinlukijat, joilla he voivat suorittaa materiaalsiirron järjestelmässä palaamatta erikseen toimistoon tietokoneen ääreen.

Suurimmat haasteet hyllytyksen suhteen on koettu tilanteissa, joissa tuotannollisten tai muiden seikkojen vuoksi materiaalia on päässyt kertymään paljon varastoon. Tällöin vapaiden varastopaikkojen määrä on hyvin vähäinen. Pahimmissa tapauksissa tämä on johtanut kuormalavojen jättämiseen varastohyllyjen eteen, mikä taas johtaa siihen, että hyllyssä oleviin tuotteisiin käsiksi pääseminen vaatii muiden lavojen siirtämistä hyllyn edestä pois.

8.1.5 Laadunvalvonta

Toimittajille ja tuotteille on määritelty erilaisia tarkastustasoja, mitoiltaan ja laadultaan tarkimmat komponentit saatetaan tarkastaa sataprosenttisesti. Uusien toimittajien toimittamat osat sekä kaikki prototyyppeihin käytettävät komponentit tarkastetaan myös täysin. Vastaanoton yhteydessä vastaanoton työntekijä näkee tarkastustason toiminnanohjausjärjestelmästä. Jos tarkastus vaaditaan, saapunut materiaali toimitetaan laadunvalvontaan ja muissa tapauksissa normaalisti varastoon.

Saapuvan tavaran laadunvalvonta on jaettu kahteen osaan komponentin koon mukaan. Pienemmät, helposti käsiteltävät, osat tarkastetaan ja mitataan niin kutsutussa käsimitauksessa ja isommat, yleensä myös suurta tarkkuutta vaativat komponentit mitataan 3D-mittakoneella.

Tarkastuksen jälkeen epäkuranteille tuotteille aloitetaan reklamaatio- ja palautusprosessi. Hyväksytyt tuotteet vapautetaan tuotannon käyttöön.

Logistisesta näkökulmasta laadunvalvonnan haasteet johtuvat tarkastuspisteiden sijainnista. Useasti materiaalivirta kulkeutuu niin sanotusti vastavirtaan tarkastuksen jälkeen, sillä tarkastuspisteet ovat tuotannon ja käytetyimpien varastohyllyjen välissä. Tarkastuspaikkojen omat, pienet lavahyllyt ovat pääsääntöisesti tarkastukseen tuleville tuotteille varattuna. Tarkastuksen läpäisseet tuotteet viedään usein varastoon, mistä aiheutuu turhaa materiaalivirtaa pois päin tuotannosta.

8.1.6 Materiaalin keräily tuotantoon

Materiaalin keräily tuotantoon jakautuu kahteen osaan. Varsinaista kokoonpanolinjojen täydennystä hoitaa neljä työntekijää ja loppuvarustelu- ja laakerikeräilyä pääsääntöisesti yksi työntekijä, joskin kiireisinä aikoina tehtävään saatetaan lisätä henkilöresursseja. Keräilijöillä on käytössään tukipyörätrukkeja sekä lavansiirtovaunu. Lisäksi keräilijöillä on viivakoodinlukijoita, joiden avulla tuotteiden varastosaldojen siirto ja varastopaikkojen haku onnistuu toiminnanohjausjärjestelmästä. Keräilijät käyttävät keräilylistoja apunaan useampaa tuotetta kerätessä samaan kohteeseen.

Suoraan varastosta tuotantoon syötettävien materiaalien keräilytiimistä, kolmen henkilön vastuuna on Capital-puolen kokoonpanolinjojen materiaalien täydennys ja yksi henkilö toimii pääsääntöisesti Servicen materiaalitarpeden kerääjänä. Kokoonpanolinjat ovat jaettu työvaiheittain osiin. Vanhemmalla tuotantolinjalla (A-linja) eri osakokoonpanojen työpisteillä on kiinteät paikat kyseisellä pisteellä tarvittaville osille. Uudella tuotantolinjalla (C-linja) ei ole varsinaisia kiinteitä paikkoja yksittäisille tuotteille, vaan tuotteet kerätään työvaihekohtaisesti kuormalavoille, joille on merkityt paikat kokoonpanossa.

A-kokoonpanolinjan materiaalitäydennys perustuu toiminnanohjausjärjestelmässä oleviin varastosaldoihin, kokoonpanolinjalle on asetettu oma varastopaikkansa. Keräilijät täydentävät materiaalit kokoonpanolinjalle järjestelmästä saatavan tiedon perusteella. Keräilijöillä on käytössä toiminnanohjausjärjestelmään yhteydessä oleva selainpohjainen sovellus, josta he näkevät kokoonpanolinjalla olevien nimikkeiden varastosaldotilanteen. Vaihtoehtoisesti keräilijät saattavat käydä fyysisesti tarkastamassa nimikkeiden tilanteen kokoonpanopisteillä. Keräilijät noutavat täydennystarpeessa olevat materiaalit varastosta ja toimittavat ne omille paikoilleen kokoonpanoon. Lisäksi keräilijöiden vastuulla on viedä tyhjät pakkaukset ja kuormalavat pois kokoonpanon alueelta.

Uuden C-kokoonpanolinjan osalta toimintamalli on erilainen. Tuotteen sarjatuotanto ei ole vielä alkanut, joten toimintatavat eivät ole täysin vielä lukkiutuneet. Tarkoitus

on, että linjalle kerätään kerralla vain yhden vaihteen komponentit, jotka ovat eriteltyinä työvaihekohtaisesti kuormalavoille. Kuormalavan tyhjentyminen on impulssi keräilijälle toimittaa uudet, kyseisen työvaiheen komponentit kokoonpanijoiden käyttöön.

Toimittajilta saapuvat laakerit ovat pakattu vanerilaatikoihin, joka usein johtaa siihen, että kuormalavalle ei mahdu kuin muutama laatikko. Kokoonpanolinjan tehokkuuden, tilojen turhan kuormittamisen ja siisteyden vuoksi laakerit yhdistetään nimikekohtaisesti muovisille eurolavoille. Riippuen laakerinimikkeen koosta, yhdelle lavalle laitetaan vähintään yhteen vaihdelaatikkoon käytettävät laakerit. Muovilavat ovat nimetty tietyille laakerinimikkeille ja lavoihin on asennettu kyseistä laakerimallia varten tarvittavia tukirakenteita, jotta laakerit pysyvät ehjinä ja ovat helpommin käsiteltävissä kokoonpanossa. Tuotannossa eniten meneville laakereille on useampi muovilava käytössä, jotta vältetään tilanteilta, jossa jotakin laakeria ei ole valmiina pakattuna tuotantoa varten. Täytetyt muovilavat toimitetaan laakereille varattuun hyllyyn, joka toimii puskurina kokoonpanolle. Kokoonpanolinjan täydennyskerääjät toimittavat laakerit puskurihyllystä kokoonpanopisteille ja tuovat tyhjät laakerilavat puskurihyllyn edustalle. Laakerikeräilyä ohjaa tyhjien lavojen saapuminen kokoonpanosta. Eli käytännössä laakerikeräilijän pitää pysyä jatkuvasti ajan tasalla tyhjentyneistä laakerilavoista. Laakerikerääjä noutaa tyhjän lavan niille varatusta paikasta sekä tarvittavan määrän toimittajilta saapuneita laakerilavoja varastosta omalle työpisteelleen, jossa laakerit puretaan vanerilaatikoistaan ja tarpeettomat pakkausmateriaalit poistetaan. Useimmat laakerit ovat painavia, jonka vuoksi laakerit nostetaan ketjunostimen avulla muovilavoille. Keräilijällä on käytössään muutama erilainen nostinmalli erilaisten laakerimallien vuoksi.

Laakerikeräilijä kerää myös vaihteistoihin koeajon jälkeen asennettavat komponentit, eli loppuvarusteluosat. Suuremmat, käytännössä kokonaisen eurolavan täyttävät osat toimitetaan omilla kuormalavoillaan loppuvarustelupisteelle. Näitä nimikkeitä varten loppuvarustelupisteiden välittömässä läheisyydessä sijaitsevissa kuormalavahyllyissä on muutama lavapaikka varattu kyseisten nimikkeiden puskuroinnille. Pie-nempien nimikkeiden osalta tällä hetkellä on kaksi toimintatapaa johtuen kahdesta

erilaisesta koeajokentästä ja tästä johtuen eri paikoissa sijaitsevista loppuvarustelupisteistä. Koeajokentät sijaitsevat eri tehtaanosissa, uusi isompi koeajokenttä uudessa 7-hallissa ja vanha pienempien vaihteiden koeajoon käytettävä 5-hallissa. Vaihteiden loppuvarustelu suoritetaan käytännössä koeajokenttien välittömässä läheisyydessä. Tuoreemmassa loppuvarustelupisteessä on kokoonpanolinjojen kaltaiset kiinteät paikat tarvittaville materiaaleille. Keräilijä täydentää kyseisiä paikkoja samaan tapaan kuin kokoonpanolinjojen keräilijät täydentävät osakokoonpanopisteitä, eli perustuen joko fyysiseen materiaalitilanteen tarkastamiseen tai järjestelmästä nähtävään varastosaldotilanteeseen. Toisen loppuvarustelupisteen materiaalit kerätään yhden vaihteen osalta yhdelle lavalle, joka toimitetaan loppuvarustelun hyllyyn. Laakeri- ja loppuvarustelukeräilijän työpisteellä on pientavarahylly sekä kaksi pientä, yhteensä 44 eurolavapaikkaa kattavaa kuormalavahyllyä. Näihin hyllyihin on mahdollista kerätä valmiiksi suurempia määriä loppuvarusteluun tarvittavia nimikkeitä. Tällöin keräilijän ei tarvitse joka kerta loppuvarustelulavaa kerätessään noutaa muualta varastosta tarvitsemiaan komponentteja. Toiminnan tehostamiseksi keräilijä usein myöskin tekee kerralla useamman loppuvarustelulavan sarjatuantotuotteille.

Materiaalien sijoittelun satunnaisuus varastossa on turhaa kulkemista aiheuttava ja keräilyprosessia hankaloittava haaste. Esimerkiksi kahden tuotteen noutaminen kokoonpanolinjalle voi vaatia useammassa hallissa ja varastonosassa käymistä. Samalla kuormalavalla olevat, eri loppukäyttöön menevät tuotteet johtavat keräilyvirheen riskiin sekä tarvittavan tuotteen etsimiseen käytetyn ajan hukkaan. Keräilylle haasteita aiheuttaa myös selkeän ja reaaliaikaisen tuotannon tarpeen impulssin puuttuminen. Toiminnanohjausjärjestelmän kanssa yhteydessä oleva kokoonpanolinjojen materiaalitilannesovellus vaatii manuaalista seuraamista tarvittavien tuotteiden havainnoimiseksi. Vaihtoehtoisesti tuotantolinjojen fyysinen tarkkailu puutteiden osalta on aikaa vievää ja tehotonta. Usein keräilijä joutuu käymään läpi kokoonpanolinjojen materiaalitilanteen fyysisesti paikan päällä, jonka jälkeen keräilijä käy noutamassa puuttuvan tuotteen varastosta, pahimmassa tapauksessa tehtaan toisesta päästä. Tämä on erittäin tehoton toimintatapa ja aiheuttaa sekä turhaa liikkumista että hukkaa työaikaa.

8.2 Keräilyprosessin tehostaminen

Tutkimuksen aineistosta nousi selkeästi esille tuotteiden sijoittelu varastossa ja sen aiheuttamat haasteet. Sama ilmiö toistui kaikessa kerätyssä aineistossa.

Haastatteluissa neljä eniten mainittua asiaa liittyivät tuotteiden sijoitteluun ja materiaalin hallintaan (ks. taulukko 11).

Taulukko 11. Haastatteluissa esille tulleet suurimmat haasteet

Haastatteluissa esille nousseet suurimmat haasteet	Seuraus
Materiaalien sijoittelu eri puolille varastoa riippumatta käyttökohteesta	Työaikaa kuluu tuotteiden noutamiseen
Tuotteita samalla kuormalavalla riippumatta käyttökohteesta	Varastossa useita lähes tyhjiä kuormalavoja, jotka vievät tilaa
Useaa tuotetta sisältävillä kuormalavoilla tuotekohtaiset merkinnät huonot tai puuttuvat kokonaan	Väärän tuotteen keräämisen riski, oikean tuotteen löytämiseen kuluu turhaan aikaa
Varastossa paljon tarpeetonta tavaraa	Varastot täyttyvät

Keräilyaikojen kellouksesta havaittiin sijoittelun vaikutus käytettyyn aikaan. Varaston ääripäitä verrattaessa yhdensuuntaisessa matka-ajassa voi olla yli kahden minuutin ero (ks. taulukko 12, 6-hallin ja 2-hallin matka-ajat kokoonpanolinjalta eurolavahyllyille) Toki on otettava huomioon, että vastaavasti ero on päinvastainen tuotteita vietäessä hyllyyn vastaanoton jälkeen.

Taulukko 12. Keräilyn matka- ja käsittelyajat

Matka-ajat C-linjalle	Aika (sekunti)
6-hallin eurolavahylly	15
4-hallin syvähylly	45
4-hallin eurolavahylly ja varastoautomaatti	60
3-hallin eurolavahylly	83
2-hallin kapeakäytävähylly	99
2-hallin eurolavahylly	125
Kuormalavojen ja yksittäisten keräysrivien käsittelyajat	Aika (sekunti)
Lavan nostaminen/palauttaminen (eurolavahylly)	43
Lavan noutaminen/palauttaminen (kapeakäytävähylly)	68
Tuotteen kerääminen Paternoster- varastoautomaatista	66
Tuotteen kerääminen Tornado- varastoautomaatista (teorettinen)	27
Tuotteen kerääminen kuormalavalta	20

Tuotteiden sijoittelun aiheuttamaa ajanhukkaa havainnollistettiin vertailemalla yhden kokoonpanovaiheen tuotteiden keräilyaikoja. Vertailussa käytettiin työvaiheen tuotteiden edellisen keräilykerran varastopaikkojen aiheuttamia matka-aikoja tutkimuksessa mitatuilla keskiarvoilla. Näitä aikoja verrattiin tilanteeseen, jossa kaikki kerätyt tuotteet olisivat olleet 4-hallin eurolavahyllyssä sekä uudessa varastoautomaatissa. Vertailussa käytetyssä työvaiheessa on yhteensä 16 nimikettä, joista 9 on logistiikan manuaalisesti kerättäviä, 1 automaattitrukkijärjestelmän kokoonpanoon toimittama sekä 6 hyllypalveluun kuuluvia tuotteita. Vertailussa ei ole otettu huomioon mahdollisia häiriötilanteita eikä käsittelyaikoja (esimerkiksi lavan jättäminen tuotantolinjalle), jotka toistuvat molemmissa vertailukohteissa samanlaisina. Taulukosta 13 voidaan havaita kiistaton tutkimustulos, jonka mukaan tuotteiden käyttökohteen mukaisella sijoittelulla saavutetaan resurssisäästöä. Nykymallin mukaisesti esimerkki-keräilyyn meni aikaa noin 22 minuuttia, kun keskitetyllä sijoittelulla keräily voitaisiin suorittaa noin 12 minuutissa. Keskitettyyn sijoitteluun käytetty aika on vain noin 45

prosenttia nykymalliin käytetystä ajasta. Vuositasolla tämä tarkoittaa noin 30 työtunnin säästöä.

Vertailun tulosta korostaa se, että tutkitun tuotteen kokoonpanossa on yhteensä seitsemän tuotantosolua ja kaiken kaikkiaan 18 kerättävää työvaihekohtaista keräilyerää, eli kokonaisuutena ajansäästö on huomattavasti enemmän kuin edellä mainittu yhden työvaiheen tuotteiden keräilyssä säästettävä 30 tuntia.

Taulukko 13. Nykymallin ja tutkimustulosten osoittaman mallin vertailu

Nykyinen keräilyn toimintamalli			Tutkimustulosten osoittama tehokkaampi toimintamalli		
Tapahtuma	Aika	Aikayks.	Tapahtuma2	Aika2	Aikayks.
Matka kapeakäytävähyllylle C-linjalta	99 s		Matka 4-hallin eurolavahyllylle C-linjalta	60 s	
1. tuotteen haku hyllystä	68 s		1. tuotteen nostaminen hyllystä	43 s	
Tuotteen kerääminen varastolavalta	20 s		2. tuotteen nostaminen hyllystä	43 s	
Kuormalavan palautus hyllyyn ja toisen lavan noutaminen	68 s		3. tuotteen kerääminen Tornado-varastoautomaatista	27 s	
2. tuotteen kerääminen varastolavalta	20 s		4. tuotteen kerääminen Tornado-varastoautomaatista	20 s	
Kuormalavan palautus hyllyyn	68 s		5. tuotteen kerääminen Tornado-varastoautomaatista	20 s	
3. tuotteen kerääminen varastoautomaatista	66 s		6. tuotteen kerääminen Tornado-varastoautomaatista	20 s	
4. tuotteen kerääminen varastoautomaatista	66 s		1. keräilykuorman vieminen C-linjalle	60 s	
Siirtyminen 2-hallin eurolavahyllylle	26 s		Matka 4-hallin eurolavahyllylle C-linjalta	60 s	
5. tuotteen nostaminen hyllystä (2 lavaa)	86 s		7. tuotteen nostaminen hyllystä (2 lavaa)	86 s	
1. keräilykuorman vieminen C-linjalle	125 s		2. keräilykuorman vieminen C-linjalle	60 s	
Matka 2-hallin eurolavahyllylle C-linjalta	125 s		Matka 4-hallin eurolavahyllylle C-linjalta	60 s	
6. tuotteen nostaminen hyllystä	43 s		8. tuotteen nostaminen hyllystä	43 s	
Siirtyminen 3-hallin eurolavahyllylle	42 s		9. tuotteen nostaminen hyllystä	43 s	
7. tuotteen nostaminen hyllystä	43 s		3. keräilykuorman vieminen C-linjalle	60 s	
2. keräilykuorman vieminen C-linjalle	83 s				
Matka 3-hallin eurolavahyllylle C-linjalta	83 s				
8. tuotteen nostaminen hyllystä	43 s				
9. tuotteen nostaminen hyllystä	43 s				
3. keräilykuorman vieminen C-linjalle	83 s				
Yhteensä:	1300 s		Yhteensä:	705 s	
	22 min			12 min	
Vuodessa käytetty aika (200 vaihdelaatikkoo)	4333 min		Vuodessa käytetty aika (200 vaihdelaatikkoo)	2350 min	
Vuodessa käytetty aika (200 vaihdelaatikkoo)	72 h		Vuodessa käytetty aika (200 vaihdelaatikkoo)	39 h	

Toiminnanohjausjärjestelmän datasta tuli ilmi nykyinen epäloogisuus varastopaikkojen käytössä. Tärkeänä seikkana havaittiin esimerkkivarastohyllyä (4-hallin eurolavahyllily) tarkasteltaessa, että vaikka fyysisesti hylly on täynnä, niin vain alle puolet hyl-

lyssä olevista tuotteista on toiminnanohjausjärjestelmän varastosaldoilla (ks. taulukko 14). Tämän lisäksi edellä mainituista varastosaldoilla olevista tuotteista vain 10 prosenttia ovat sarjatuotantoon käytettäviä, eli paljon menekkiä omaavia tuotteita. Esimerkkinä tarkasteltu hylly on tehtaan parhaalla paikalla, kun asiaa tarkastellaan logistiikan eri osastojen kannalta yhtenä kokonaisuutena. Hyllyn tärkeyttä korostaa vielä se, että sen välittömässä läheisyydessä on varastoautomaatti, johon tullaan sijoittamaan huomattava osa tuotantoon tarvittavista nimikkeistä. Tämä tarkoittaa sitä, että varastoautomaatilta tullaan keräämään paljon tuotteita, ja mitä lähempänä varastohyllyissä olevat tuotteet ovat tätä pistettä sen tehokkaampaa keräily on.

Taulukko 14. 4-hallin eurolavahyllyn käyttö

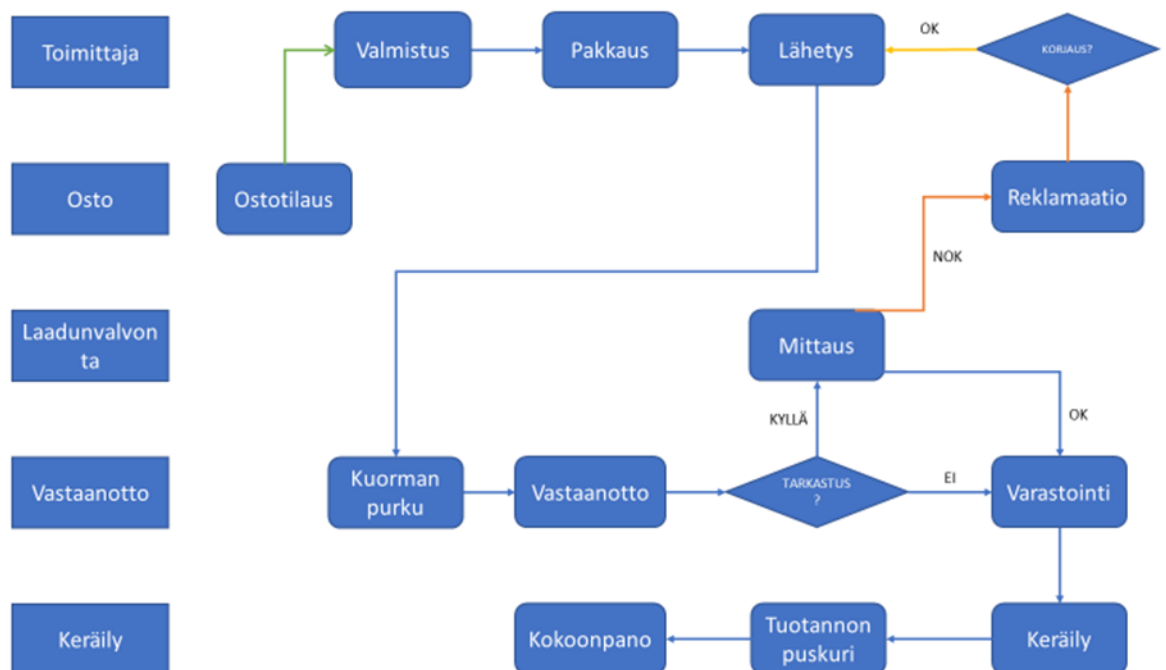
4-halli		Lavapaikkoja
Eurolavahylly		109
Materiaalien varastoinille käytössä		93
ERP-datan mukaan käytössä (paikalla on materiaalia varastosaldoilla)		46
Täyttöaste (ERP)		49 %
Varastosaldoilla olevat tuotteet		Rivimäärä
Rivimäärä hyllyssä (ERP)		274
Sarjatuotannon tuotteiden osuus kokonaisrivimäärästä		28
Sarjatuotannon osuus kokonaisrivimäärästä		10 %

9 Johtopäätökset

9.1 Minkälainen toimitusketju tavarantoimittajan ja tehtaan tuotannon välillä on nykytilassa ja mitä haasteita se sisältää?

Kuviossa 24 on kuvattu tutkittu toimitusketju prosessikaaviona. Kaavion vasemmassa laidassa on toimitusketjun eri toimijat ja kuviossa toimijan tasolla näkyy toimijan suorittamat toimenpiteet. Kuten prosessikaaviosta tulee ilmi, toimitusketju on yksinker-

tainen ja suoraviivainen. Suoraviivaisuutta rikkoo laaduntarkastuksen oleminen toimitusketjun keskellä. Käytännössä toimittajien toimittamien tuotteiden pitäisi olla aina laadultaan oikeanlaisia. Tällä hetkellä näin ei kuitenkaan ole, ja sen vuoksi yrityksen sisällä on suoritettava laaduntarkastustoimenpiteitä. Ihannetilanteessa toimittajien sisäinen laadunvalvonta olisi niin hyvällä tasolla, että tuotteiden laatua ei tarvitsisi tarkastaa enää Moventaksen toimesta.



Kuvio 24. Materiaalivirran prosessikaavio toimittajan ja tehtaan tuotannon välillä

Tutkimuksessa tuli ilmi, että toimitusketjuprosessissa on nykytilassa useita erilaisia haasteita. Taulukossa 15 on listattu erilaisia havaittuja haasteita. Taulukon haasteiden järjestys on toimitusketjun mukainen, ylhäällä on ketjun alkupään tapahtumat ja vastaavasti alhaalla loppupään tapahtumat. Varastotilojen täynnä oleminen sekä materiaalien sijainti varastossa ovat yleisimmät haasteet. Näitä haasteita kohdataan päivittäin. Muut taulukossa mainitut haasteet ovat harvinaisia ja tulevat vastaan satunnaisesti.

Taulukko 15. Toimitusketjun haasteet

Toimitusketjun haasteet	
Haaste	Seuraus
Materiaalin puutteellinen pakkaus	Tuotteiden rikkoutumisvaara
Puutteellinen kuormansidonta	Tuotteiden rikkoutumisvaara
Puutteellinen dokumentointi	Tuotteiden ja ostotilauksen tunnistaminen vaatii lisätyötä
Saapuneen toimituksen ja ostotilauksen ristiriita	Ristiriidan selvittämiseen kuluu työaikaa
Varastotilat täynnä	Saapuneen materiaalin hyllytykseen kuluu turhaan enemmän aikaa
Epäkurantit tuotteet	Useiden eri työntekijöiden resurssien hukka
Keräilyimpulssi heikko	Keräilijöiden työaikaa kuluu tuotannon tarpeiden selvittämiseen
Materiaalien sijainti varastossa	Keräilijöiden työaikaa kuluu useassa eri varastonosassa käymiseen
Tuotantosuosittelman muuttuminen	Kokoonpanolinjoilta joudutaan keräämään sinne vietyjä tuotteita takaisin varastoon

9.2 Minkälaisin keinoin materiaalien keräilyä tuotantoon voisi tehostaa?

Tutkimuksessa tuli selkeästi ilmi materiaalien sijoittelun aiheuttamat haasteet keräilyprosessille. Materiaalien sijoittelulla voidaan saavuttaa huomattavasti tehokkaampi keräilyprosessi. Tutkimuksessa toteutettu esimerkkivertailu nykymallin ja lopputuotekohtaisen tuotesijoittelun välillä osoitti nykyisen toimintamallin johtavan lähes kaksi kertaa hitaampaan keräilyyn (ks. taulukko 16). Vertailu sisälsi vain yhden kokoonpanon työvaiheen tuotteiden keräilyyn, mutta tulos on relevantti myös yleisellä tasolla. Haastatteluista saatu aineisto tuki toiminnanohjausjärjestelmästä ja kellotuksesta saatua dataa, haastatellut työntekijät olivat itsekin sitä mieltä, että nykyisellä materiaalin sijoittelulla tehdään hallaa keräilyprosessille.

Keräilyä pystytään tehostamaan entisestään lisäämällä tuotteita ulkoistettuun hyllypalveluun. Hyllypalveluun helposti lisättäviä kiinnitystarvikkeita ja liittimiä on tällä hetkellä keräilyyn vastuulla 21 nimikettä. Tarvittaessa tätäkin määrää voisi vielä kasvattaa.

Taulukko 16. Keräilyvertailu

Nykyinen keräilyn toimintamalli		Tutkimustulosten osoittama tehokkaampi toimintamalli	
Keräiltäviä tuotteita	9 kpl	Keräiltäviä tuotteita	9 kpl
Keräilyyn käytetty aika	1300 s	Keräilyyn käytetty aika	705 s
	22 min		12 min
Vuodessa käytetty aika (200 vaihdelaatikkoa)	4333 min	Vuodessa käytetty aika (200 vaihdelaatikkoa)	2350 min
Vuodessa käytetty aika (200 vaihdelaatikkoa)	72 h	Vuodessa käytetty aika (200 vaihdelaatikkoa)	39 h

Lisäksi toimittajien kanssa tehtävän yhteistyön avulla voitaisiin saavuttaa keräilyä tehostavia etuja. Esimerkiksi isojen erikoisruuvien, joita menee useita kymmeniä lopputuotteeseen, osalta tuotteiden pakkaaminen lavoille vaihdekohtaisen määrän mukaisesti poistaisi keräilijän suorittaman ruuvien siirtämisen varastolavalta tuotantoon menevälle lavalle.

Materiaalin satunnainen sijoittelu ja ohjaus on myöskin johtanut varastohyllyjen surkeaan käyttöasteeseen. Tutkimuksessa läpikäydyn hyllyn data osoitti, että yli puolet hyllyssä fyysisesti olevista tavaroista ei ole kirjattuna järjestelmään. Kirjatuista materiaaleista suurin osa oli täysin tarpeetonta ja sarjatuotantoon käytettäviä oli vain 10 % kaikista järjestelmään kirjatuista hyllyssä olevista riveistä.

9.3 Kehitysehdotukset

Kehitysehdotuksissa panostettiin keräilyn tehostamiseen. Muiden tutkitun toimitusketjun osien haasteet eivät ole tässä tutkimuksessa niin oleellisia, joskin näihinkin on syytä paneutua yrityksessä. Esimerkiksi laaduntarkastuksen sijainti toimitusketjun keskivaiheilla ei ole logistiikan ratkaistavissa.

Tuotteiden sijoittelu varastoon

Tutkimustulosten pohjalta kehitysehdotuksena esitetään saapuvien materiaalien sijoittelua varastoon tuotteiden lopullisen käyttökohteen mukaisesti. Tutkimuksen

pääpainona olleen uuden, sarjatuotantoon tulevan vaihdemallin tuotteiden sijoituskohteeksi esitetään 4-hallin eurolavahyllyä. Hyllyssä on 93 lavapaikkaa varastoitaville materiaaleille, kun vaihdemallin rakenteella on noin 60 kuormalavahyllyyn sijoitettavaa tuotetta. Muiden käyttökohteiden (muut sarjatuotteet, varaosat, huoltovaihteet) komponentit suositellaan myös sijoittamaan hyllykohtaisesti varastoon.

Varaston siivous

Jotta tuotteiden sijoittelu on mahdollista toteuttaa, on varastohyllyistä siirrettävä pois kaikki ylimääräinen tavara. Tarpeettomien tuotteiden säilyttämistä on pohdittava, tuotteita ei ole käytännössä mitään järkeä pitää varastossa, jos niitä ei tulla sieltä koskaan käyttämään. Varastohyllyistä löytyvien toiminnanohjausjärjestelmästä puuttuvien tavaroiden osalta pitää selvittää niiden tarve ja tehdä toimenpiteitä sen mukaisesti.

Toimittajayhteistyö

Tuoterakennetta tutkiessa havaittiin joidenkin yksittäisten tuotteiden suuri menekki lopputuotteessa. Tällaisten tuotteiden osalta esitetään kehitysehdotuksena vaihtekohtaista pakkaamista kuormalavalle toimittajan toimipisteellä. Toinen, lisäselvitystä vaativa ehdotus koskee samoilta toimittajilta samoissa työvaiheissa käytettävien materiaalien kartoitusta. Tällaisten nimikkeiden pakkaaminen kuormalavoille vaihtekohtaisesti tehostaisi keräilyä. Esimerkiksi kolme eri nimikettä samalta toimittajalta samalle kuormalavalle sen sijaan, että jokainen tuote tulee omalla lavallaan. Toki, kuten tutkimuksessa todettiin useiden eri tuotteiden oleminen samalla lavalla voi vaikeuttaa keräilyä, mutta jos tämä toteutettaisiin mahdollisimman selkeästi ja tuotteet hyvin merkattuina, niin voitaisiin saavuttaa hyötyjä. Tämän osalta ehdotetaan logistiikan ja hankinnan välistä yhteistä selvitystä edellä mainitut kriteerit täyttävistä tuotteista.

Hyllypalvelun laajentaminen

Tutkitun tuotteen rakenteella olevista nimikkeistä 61 kappaletta kuuluu nyt hyllypalveluun. Kehitysehdotuksena esitetään hyllypalveluun lisättävien tuotteiden lukumäärän kasvattamista. Kuten aiemmin todettiin, välittömästi helposti lisättäviä tuotteita on yli 20 erilaista nimikettä kiinnitystarvikkeita. Näiden lisäksi ehdotetaan kartoitusta mahdollisuudesta lisätä tuotteeseen käytettävät tiivisteet hyllypalvelun alaisuuteen. Erilaisia tiivisteitä on tuotteen rakenteella 25 kappaletta.

10 Pohdinta

Tutkimuksessa käytetyt menetelmät soveltuivat tähän tapaustutkimukseen. Erilaisilla havainnointimenetelmillä saatiin käyttökelpoista aineistoa, jonka avulla saavutettiin tutkimustulokset. Haastattelut toivat osaltaan lähinnä taustatukea havaittujen asioiden avuksi. Haastatteluista tuli ilmi monia asioita, joita ei havainnoimalla voitu todeta, mutta pääsääntöisesti haastatteluaineisto toisti ja vahvisti jo havaittuja seikkoja.

Voidaan todeta, että tutkimuksessa onnistuttiin kohtalaisen hyvin ja tutkimusmenetelmät olivat oikeita, sillä tutkimustulokset antoivat vastauksia tutkimuskysymyksiin ja tutkimuksen tavoitteet saavutettiin. Tutkimuksen onnistuvuutta vielä lisää se, että tulokset olivat merkittäviä ja käyttökelpoisia sekä niiden pohjalta mahdollisesti tehtävät toimenpiteet kehittävät yrityksen logistiikan prosesseja ja antavat mahdollisuuden saavuttaa resurssisäästöjä.

Pääpiirteittäin tutkimustulokset voidaan kokea luotettaviksi. Kellolla mitatut ajat ja toiminnanohjausjärjestelmästä saatu data ovat luotettavaa tietoa. Haastatteluaineistokin voidaan kokea luotettavaksi, samat asiat toistuivat eri haastatteluissa ja havainnoissa. Toki haastateltavien suhde haastattelijaan voi jonkin verran vaikuttaa. Haastateltavat olivat tutkijan työkavereita ja tutkija oli aiemmin työskennellyt samoissa

työtehtävissä. Kuitenkin nykyisin tutkijan rooli ostajana on voinut vaikuttaa haastatteluihin siten, että haastateltavien mielestä hankinnan toimintatavoista johtuvia haasteita logistiikalle ei kerrottu niin avoimesti ja suoraan.

Tutkimusta voisi jatkaa pidemmälle kartoittamalla minkälaista hyötyä eri logistiikan prosesseille voitaisiin saavuttaa ottamalla käyttöön varastohallintajärjestelmä, jonka avulla materiaalit voitaisiin ohjata selkeämmin ja automaattisesti varastoon. Myös uusien, erilaisten varastointiratkaisujen kartoittamisella voitaisiin jatkojalostaa tätä tutkimusta. Tutkimus tehtiin silmällä pitäen nykyisiä resursseja, lisätutkimuksessa voitaisiin tutkia erilaisia olemassa olevia vaihtoehtoja sisälogistiikan toteuttamiselle.

Tulosten hyödyntäminen muissa yrityksissä on mahdollista. Tulokset eivät ole täysin sidoksissa toimeksiantajayritykseen vaan voivat olla käyttökelpoisia muissakin yrityksissä. Sisälogistiikan prosessit ovat usein uniikkeja jokaisella yrityksellä, mutta joitakin tämän tutkimuksen osa-alueita voidaan varmasti hyödyntää muualla. Tutkimustulokset osoittivat materiaalin sijoittelun vaikutuksen keräilyprosessiin selkeästi. Tällainen selvitys on erittäin suositeltavaa tehdä yrityksessä, jossa joudutaan varastoimaan paljon tavaraa.

Lähteet

Halbeisen, D. & Segerlund, S. 2015. Intralogistics. A guide to warehouse planning. Lund: Studentlitteratur.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13. p. Helsinki: Tammi.

JHS 152 Prosessien kuvaaminen. 2012. JUHTA – Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunnan suositus. Viitattu 20.11.2019. <http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS152/JHS152.pdf>.

Maantiekuljetusten kuljetusasiakirjat. N.d. Aineisto kuljetusasiakirjoista VR-transpointin verkkosivuilla. Viitattu 23.11.2019. <https://www.vrtranspoint.fi/fi/vr-transpoint/asiakkaan-opas/kuljetusasiakirjat/maantiekuljetukset/>.

Moventas Gears Oy:n yritysesittely. 2019. Esittely Moventaksen intranetissä.

Richards, G. 2011. Warehouse Management, A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. London: Kogan Page Limited.

Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta. 8. p. Vantaa: Jouni Sakki Oy.

Solakivi, T., Ojala, L., Laari, S., Lorentz, H., Kiiski, T., Töyli, J., Malmsten, J., Bask, A., Rintala, O., Paimander, A. & Rintala, H. 2018. Logistiikkaselvitys 2018. Viitattu 26.6.2019. <https://blogit.utu.fi/logistiikkaselvitys/wp-content/uploads/sites/92/2019/01/Logistiikkaselvitys-2018-FINAL.pdf>.

Tornado-varastoautomaatti. N.d. Varastoautomaatin esittely Kastenin verkkosivuilla. Viitattu 26.11.2019. <https://www.kasten.fi/Tuotteet/Varastoautomaatit/TORNADO-Varastoautomaatti/>.

Toyotan trukkimallisto. N.d. Trukkimallisto Toyotan verkkosivuilla. Viitattu 22.11.2019. <https://toyota-forklifts.fi/tuotteemme/>.

Varastoprosessi ja varastotoiminnot. N.d. Aineisto Logistiikanmaailman verkkosivuilla. Viitattu 23.11.2019. <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varaston-toiminnot/>.

Walker, M. 2018. The 7 key warehouse processes. Article of key processes in warehouses. Viitattu 25.11.2019. <https://www.logisticsbureau.com/spotlight-on-7-key-warehouse-processes/>.

Zebra viivakoodinlukijoiden esittely. N.d. Viivakoodinlukijavalmistajan tuote-esittely. Viitattu 23.11.2019. <https://www.zebra.com/gb/en/products/mobile-computers/handheld/mc9200.html>.