

Ekku Montonen

Logistiikan kehittäminen ja varastonhallinta kehittyvässä mikroyrityksessä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Insinöörityö

18.6.2018

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Ekku Montonen Logistiikan kehittäminen ja varastonhallinta kehittyvässä mikroyrityksessä 27 sivua 18.6.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Logistiikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Markku Haikonen Karhian hallituksen jäsen Erkki Lehtonen, Karhia Innovations Oy Sähköteknikko Mauri Haapanen, Karhia Innovations Oy
<p>Tämän opinnäytetyön tilaajana on Karhia Innovations Oy, joka on kehittänyt ja valmistanut maailman ensimmäisen sähköisen koirankarvannyppijän, Karhia-pro trimmerin. Yritys perustettiin vuonna 2015 Vantaalla, kun karkeakarvaisen koiran turkin käsin nyppimiseen haluttiin löytää ammattitason työkalu. Tämän työn tavoitteena on muodostaa yksi käyttökelpoinen tavoitemalli tilaus-toimitusketjusta sekä varastonhallinnasta tuomalla esiin eri vaihtoehtoja käytännön logistiikan järjestelyistä. Tarkoituksena on kuvata materiaalivirtaa sekä tunnistaa yrityksen logistiikan mahdolliset pullonkaulakohdat.</p> <p>Työ alkoi usealla perehtymiskäynnillä Karhian varasto- ja tuotantotiloihin. Ensin piti muodostaa selkeä käsitys siitä, mitä yritys oli jo saanut aikaan ja mitä oli vielä työn alla tai vielä suunnitelmassa. Varastotiloissa tehtiin mittauksia joiden perusteella arvioitiin tilantarvetta. Nyppijän osista ja osakokoonpanoista luotiin osaluettelo Excelillä ja jokaiselle osalle ja osakokoonpanolle luotiin yksilöllinen kirjain-numerotunnus. Nyppijän osat jaoteltiin standardi- ja erikoisosiin niiden hankittavuuden ja saatavuuden perusteella. Työssä tutkittiin myös varastonhallintajärjestelmiä logistiikan tueksi.</p> <p>Työn pohjalta luotiin varastohyllyille koordinaatisto ja koottiin osaluettelo sisältäen kaikki yhteen valmiiseen tuotteeseen kuuluvat osat ja osakokoonpanot. Osat luokiteltiin standardi- ja erikoisosiin helpottamaan hankintaa ja niille kartoitettiin tarkoituksen mukaiset hyllypaikat tämän luokituksen perusteella. Varastoon otetaan käyttöön visuaalisen ohjauksen keinoja helpottamaan varastotasojen seuraamista.</p>	
Avainsanat	tilaus-toimitusketju, varastonhallinta, materiaalivirta

Author(s) Title	Ekku Montonen Development of Logistics and Warehouse Management in a Developing Micro Company
Number of Pages Date	27 pages 18 June 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	Logistics
Instructor(s)	Markku Haikonen, Senior Lecturer Erkki Lehtonen, Karhia Board Member, Karhia Innovations Oy Mauri Haapanen, Electronics technician, Karhia Innovations Oy
<p>This Bachelor's thesis was commissioned by Karhia Innovations Oy. It is the first company in the world to develop and produce an electric dog hair trimmer, Karhia-pro trimmer. The company was founded in 2015 in Vantaa, Finland, when the owners discovered a market niche for professional trimming tools meant to be used on wire-haired dogs. Thus, the aim of this thesis is to develop an operational model to improve the company's supply chain and inventory management by presenting and analyzing several different solutions used in logistics in practice. The objective of the study is to describe the material flow and to detect possible bottlenecks in Karhia's current operations and logistics.</p> <p>The thesis process began with multiple visits to Karhia's inventory and production facilities. The goal of these visits was to develop a clear idea of what the company has so far achieved and what is still in development. In addition, storage units were measured to assess the need for space and an Excel directory was drafted to list the separate components and subassemblies of the trimmer. The registered components and subassemblies were each given an individual code with a letter and a number. Furthermore, the components of the trimmer were divided into standardized and specialized parts depending on their availability. Also, this study investigated inventory management systems as support for logistics.</p> <p>Based on the findings of this thesis, a coordinate system was designed for the storage shelves and a component directory was created to include all the components and subassemblies that are required for one, completed product. These components were labelled as standardized and specialized components to ease their procurement. Furthermore, both component types were allocated specific and suitable shelf spaces in the storage unit based on these classifications. Finally, the company has decided to activate the use of visual guiding aids to smoothen the monitoring of storage levels and inventory management.</p>	
Keywords	supply chain, inventory management, material flow

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Varastointi	3
2.1	Varasto	3
2.2	Varastolayout	4
2.3	Varaston virtaukset	4
2.3.1	I-virtaus	5
2.3.2	U-virtaus	5
2.3.3	L-virtaus	6
2.3.4	Pienvarasto	7
2.4	Toimintakulttuurit varastossa	7
2.4.1	Lean	7
2.4.2	Järjestys ja siisteys	8
2.5	Säilytys varastossa	8
2.5.1	Pientavarahyllyt	8
2.5.2	Hyllyjen mitoitus	9
2.5.3	Hyllyjen merkintä ja koordinaatit	9
2.6	Vastaanotto	12
2.6.1	Vastaanottotarkastus	12
2.6.2	Vastaanottotoimenpiteet	12
3	Tuotanto	12
3.1	Tuotantolinja	12
3.2	Tuotannon kehittyminen	13
3.2.1	Tuotannon seuraava vaihe	14
3.3	Osien luokittelu	15
3.4	Nimikeluokittelu	15
3.4.1	ABC-analyysi	15
4	Tilauspisteet	17
5	Seuranta	19
5.1	RFID	19
5.2	Viivakoodit	19

5.3	Kanban	20
5.3.1	Automaattinen kanban	21
5.3.2	Visuaalinen kanban	21
6	Hankinta ja toiminnanohjaus	23
6.1	Osaluettelo	23
6.2	Tietojärjestelmät	24
6.2.1	Yleistä tietojärjestelmistä	24
6.2.2	Varastonhallintajärjestelmien kartoitus	24
7	Yhteenveto	25
7.1	Työn pääkohdat	25
7.2	Pohdinta	26
	Lähteet	27

1 Johdanto

Tässä insinööriyössä perehdytään mikroyrityksen logistiikkaan ja tilaus-toimitusketjuun tutkimalla, kuinka logistiikasta ja varastoinnista saadaan mahdollisimman sujuvaa toimintaansa vasta aloittelevassa, mutta kasvamaan pyrkivässä yrityksessä. Työn tarkoituksena on kuvata materiaalivirtaa sekä tunnistaa yrityksen logistiikan mahdolliset pullonkaulakohdat. Tutkimalla erilaisia varastohallinnan keinoja voidaan parhaiten kartoittaa, mitkä eri vaihtoehdot sopivat toteutettaviksi.

Insinööriyö tehdään vuonna 2015 perustetulle Karhia Innovations Oy:lle. Karhia on Vantaan Petikossa toimiva mikroyritys, joka on tuomassa markkinoille ensimmäistä omaa tuotettaan, karkeakarvaisen koiran karvan nyppijää. Kokoonpanossa sekä varastolla työskentelee tällä hetkellä kaksi ihmistä. Tuotantoa ollaan laajentamassa ja kasvattamassa nopealla aikataululla suuren kysynnän myötä. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on muodostaa yksi käyttökelpoinen tavoitemalli tilaus-toimitusketjusta sekä varastohallinnasta tuomalla esiin eri vaihtoehtoja käytännön logistiikan järjestelyistä.

Mikroyritykset määritellään yrityksiksi, jotka työllistävät alle kymmenen henkeä ja joiden vuosiliikevaihto on alle kaksi miljoonaa euroa tai taseen loppusumma alle kaksi miljoonaa euroa [1]. Suomen vuoden 2016 yrityskannan mukaan suurin osa, jopa lähes 95 % Suomen yrityksistä, oli luokiteltu juuri mikroyrityksiksi. Näistä yrityksistä suurin osa eli 89,2 % Suomen yrityskannasta oli 0 - 4 henkilön yrityksiä ja 5,3 % 5 - 9 henkilön mikroyrityksiä. [2] Taulukossa 1 on tarkemmin mikroyritysten jakauma Suomessa vuonna 2016.

Taulukko 1 Taulukko mikroyritysten jakaumasta Suomessa vuonna 2016 [2].

Henkilöstön määrä	Yrityksiä		Henkilöstöä		Liikevaihto	
		%	1000	%	milj. €	%
0–4	318 375	89,2	252	17,6	44 831	11,6
5–9	18 967	5,3	123	8,6	23 805	6,1

Mikroyrityksistä voi täten todeta, että ne ovat merkittäviä työllistäjiä ja niiden muodostavan tärkeän osan Suomen kansantaloudesta. Harvoin tämänkokoisista yrityksistä kuitenkaan käytetään termiä mikroyritys, sillä usein ne luokitellaan samaan kategoriaan pienten ja keskisuurten yritysten kanssa.

Toisin kuin suuret ja keski-suuret yritykset, mikroyritykset ovat pienen henkilöstömäärän ja rajallisen pääomavarannon vuoksi alttiimpia erilaisille muutoksille ja vaihteluille, joita ilmenee niin taloudessa, kysynnässä kuin organisaation sisälläkin. Päätös toteuttaa jokin yrityksen oma innovaatio voi helposti koitua joko kohtaloksi tai parhaassa tapauksessa isoksi voitoksi. Tämän kokoluokan yrityksissä on olennaista, että henkilöstön viestintä on tehokasta sekä sujuvaa. Työntekijöiden on sisäistettävä ja ymmärrettävä hyvin yrityksen keskeiset tavoitteet ja pystyttävä tarpeen mukaan joustamaan ja tekemään ja tekemään lyhyellä aikavälillä isojakin päätöksiä sijoitusten ja hankintojen suhteen.

Pienen kokonsa vuoksi mikroyritykset ovat muuntautumiskykyisiä ja joustavia toimintaympäristöjä, eikä niille löydy yhtä oikeaa toimintastrategiaa vaan jokaisessa mikroyrityksessä luodaan oma joustava toimintamalli. Uusien toimintamallien ja kehitysideoiden käyttöönotto on mahdollista nopeallakin aikataululla. Jos taas suuryritys päättäisi muuttaa tuotantolinjastoaan, pelkästään muutoksen hyväksyminen ja testaaminen veisi enemmän aikaa kuin mikroyrityksen perustaminen ja tuotannon käynnistäminen.

2 Varastointi

2.1 Varasto

Varasto on rakennus tai sen osa, johon voidaan ohjata saapuvaa tavaraa ja säilyttää sitä tarvittava aika, jonka jälkeen tavara kerätään käyttöön joko tuotantoon tai suoraan sellaisenaan kuljetukseen [3, s. 35]. Varastot on käyttötarkoituksesta ja tavaran laadusta riippuen suunniteltu toimimaan juuri kyseiseen tarpeeseen. Varastointi ei itsessään ole kannattavaa tai lisäarvoa tuottavaa, ja tavaran seisottaminen pidempiä aikoja paikallaan tulee nopeasti kalliiksi. Tuotannon kannalta on kuitenkin usein välttämätöntä varastoida raaka-aineita, nimikkeitä, puolivalmisteita sekä valmiita tuotteita tuotannon eri vaiheissa. Se, kuinka paljon komponentteja ja puolivalmisteita on järkevää tai välttämätöntä varastoida, selvitetään mahdollisimman tarkasti esimerkiksi erilaisten analyysien, kuten ABC-analyysin, avulla. Nimikkeiden luokittelusta ja varastoinnista sekä ABC-analyysistä lisää luvuissa 3.4.1 ja 3.4.2. Varastoinnin syitä ovat

- ostettujen tavaraerien varastoiminen
- toimitusvarmuuden turvaaminen
- tuotevalikoiman ja asiakaskunnan laajuus
- tuotteiden hankala saatavuus
- toimittajan epäluotettavuus [4, s. 80]

Varastointiin liittyviä käsitteitä ovat mm. seuraavat

- käyttövarasto: varasto, joka saadaan, kun varastosta vähennetään varmuusvarasto
- varmuusvarasto: se osa varastoa, jota varastosaldon ei tulisi alittaa
- tilauspiste: hälytysraja, voidaan asettaa nimikekohtaisesti; tehdään uusi tilaus, kun tilauspiste saavutetaan

- taloudellinen tilauserä: oikean kokoinen tilauserä; liian pienessä tilauserässä yksikköhinta on suuri ja liian isossa varastoon sitoutunut pääoma kasvaa
- ostoerä: ostettavan toimituserän suuruus
- kiertonopeus: vuoden myynti varaston keskimääräinen arvo
- tuotteiden/nimikkeiden luokittelu: luokiteltu esimerkiksi menekin mukaan [8].

Karhialla on varastossaan nimikkeitä, osakokoonpanoja sekä valmiita tuotteita pakattuna. Tuotannon pullonkaulavaiheissa on todettu tarpeelliseksi varastoida joitakin osakokoonpanoja tuotantolinjalle.

2.2 Varastolayout

Optimaalisen ja sujuvan tuotannon kannalta varaston suunnittelu on tärkeää. Yksi suunnittelun peruslähtökohdista on niin kutsuttu varastolayout eli pohjapiirros varastosta sisältäen keskeisen toiminnan havainnollistukset. Varasto suunnitellaan hyllyjen ja niihin sijoiteltavien nimikkeiden kannalta sujuvaksi kokonaisuudeksi. Pelkästään varaston layoutilla voidaan vaikuttaa varaston tehokkuuteen ja luoda sujuvat toimintaedellytykset. Kaikki edestakaisin liikkuminen ja tavarankuljetus varastossa on hukkaa ja siksi kaikki tarpeeton liikkuminen pyritään minimoimaan. Varasto pyritään myös sijoittamaan mahdollisimman lähelle tuotantoa tehokkaan toiminnan varmistamiseksi.

Varastossa tuotteet sijoitetaan menekin mukaan. A-tuotteet eli menevimmit tuotteet sijoitetaan lähettämön läheisyyteen ja pienemmän menekin omaavat C-tuotteet sijoitetaan puolestaan kauemmas lähettämön läheisyydestä. [5, s. 370.] Tuotteet sijoitettiin varasto hyllyihin työn pohjalta siten, että A-tuotteiksi luokitellut tuotteet sijoitetaan näkyvimillepaikoille keskelle hyllyä ja B-tuotteet hyllyn ylä- ja alaosiin.

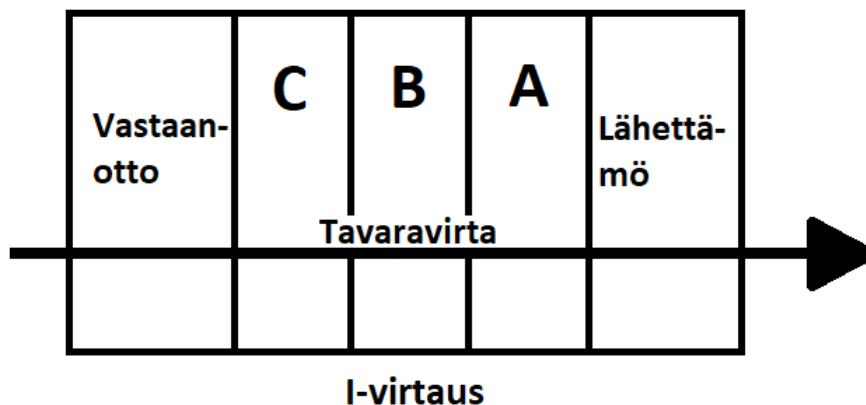
2.3 Varaston virtaukset

Varastoon saapuu tavaraa ja sieltä lähtee tavaraa usein samanaikaisesti. Tavara siis virtaa varaston läpi tilausten ja tuotannon vaatimusten mukaan. Tavaravirrat ohjataan aluksi varastossa vastaanottoon, jonka kautta tavara kulkee varaston ja mahdollisesti

ohessa olevan tuotannon läpi ja päätyy hallitusti lähettämöön. Lähettämössä tilaukset viimeistellään valmiiksi kuljetusta varten. Lähettämön tehtävä on viimeinen varastossa tapahtuva toimenpide ennen tavaran päätymistä kuljetukseen ja mahdollisesti jopa suoraan asiakkaalle, riippuen toimintaketjun laajuudesta.

2.3.1 I-virtaus

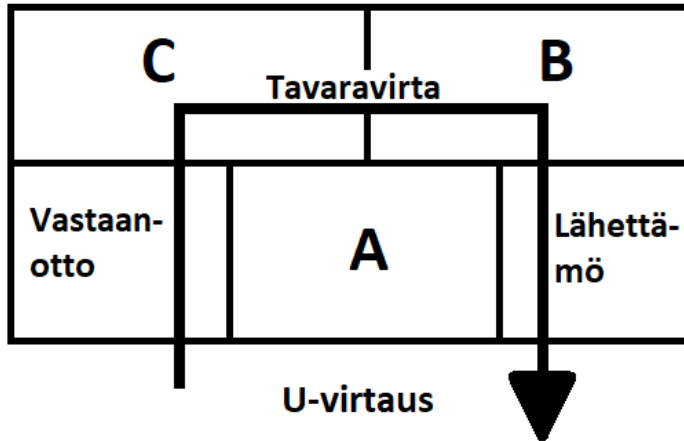
Varaston muotoon ja tilasuunnitteluun, layoutiin, vaikuttaa tontin koko ja muoto, varastoitava tuotevalikoima sekä varastointitekniikka. Varastossa, missä on suora virtaus tai I-virtaukseksi kutsuttu läpivirtaus, saapuva tavara otetaan vastaan toisella puolen varastoa ja lähtevä tavara lähtee päinvastaiselta puolelta. Koska tavaraa saapuu ja lähtee varaston molemmilta puolin, tarvitsee suoravirtausvarasto suuren tonttipinta-alan ja ajopihan varaston kummallekin puolelle. I-virtaus mahdollistaa varaston tontin suunnitteluun joustavuutta niin pituus kuin leveyssuunnassakin. [4, s. 85]. Kuvassa 1 on havainnollistettu I-virtaus.



Kuva 1. I-virtaus [5, s. 370].

2.3.2 U-virtaus

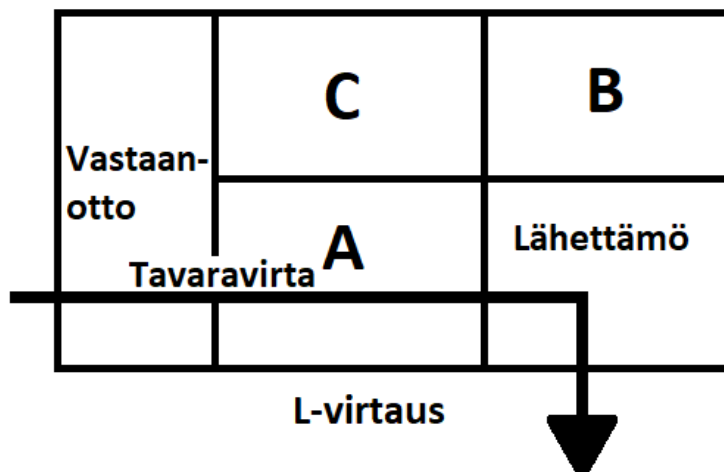
Varastossa voi olla käytössä myös nk. U-virtausratkaisu, jolloin saapuva ja lähtevä tavara lähtevät varaston samalta puolen U-kirjaimen muodon kaltaisesti. U-virtauksen ansiosta varastotontti voi olla pienempi, mutta varasto tarvitsee enemmän käytävätilaa kuin I-virtausvarasto. [4, s. 86]. Kuvassa 2 on havainnollistettu U-virtaus.



Kuva 2. U-virtaus [5, s. 370].

2.3.3 L-virtaus

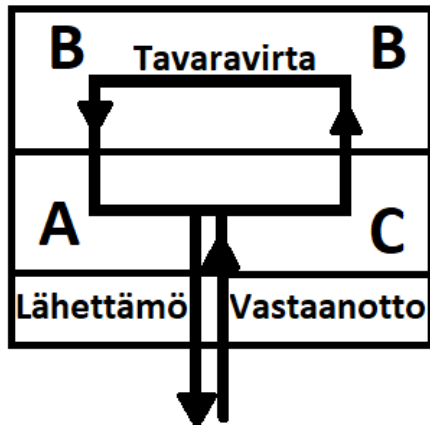
I- ja U-virtauksen lisäksi kolmas perusvirtausmalli varastossa on L-virtaukseksi kutsuttu kulmavirtaus kuvassa 3. Tavaravirtojen alku- ja loppupäät eli vastaanotto ja lähetys sijaitsevat kulmavirtausmallissa vierekkäisillä sivuilla. Kulmavirtausvarasto on välimuoto I- ja U-virtauksista. Tontti voi olla pinta-alaltaan pienempi kuin I-virtausvaraston, mutta isompi kuin U-virtausvaraston. [6]



Kuva 3. L-virtaus [5, s. 370].

2.3.4 Pienvarasto

Pienvarasto poikkeaa edellä mainituista varaston virtausmalleista merkittävästi. Saapuva ja lähtevä tavara kulkevat saman oven kautta. Karhialla on käytössä kuvan 4 tyyppinen varastovirtausmalli.



Kuva 4. Yksiovinen pienvarasto.

2.4 Toimintakulttuurit varastossa

2.4.1 Lean

Lean-filosofian avulla varaston toiminnasta saadaan selkeämpää ja käytännössä tehokkaampaa. Lean tarkoittaa hukkan karsimista eli kaiken sen pois jättämistä, mikä ei tuota asiakkaalle lisäarvoa. Asiakas ei ole kiinnostunut mistään varastossa tapahtuvasta. On järkevää tehdä mahdollisimman vähän varastossa, mutta kuitenkin saada mahdollisimman paljon tehtyä. Turha liikkuminen ja tavaroiden liikuttaminen, etsiminen ja odottaminen eivät hyödytä tai palvele asiakkaan tarpeita vaan lisäävät kustannuksia. Tämän japanilaisen toimintafilosofian periaatteiden mukaan tehdään vain se, mikä on välttämätöntä tuotannon kannalta, nopeutetaan läpimenoaikoja ja tehostetaan kaikkea tekemistä. [7]

2.4.2 Järjestys ja siisteys

Varaston järjestys ja siisteys ovat perusedellytyksiä sujuvan ja onnistuneen toiminnan takaamiseksi. Niin varastossa kuin tuotantolinjallakin on erittäin tärkeää pitää kaikki tuotteet ainoastaan niille sovituille paikoilla. Näin tavarat löytyvät helposti eivätkä ne mene sekaisin esimerkiksi vastaavantyyppisten osien erimallisten ruuvien kanssa. Etenkin pintavarahyllyissä on syytä seurata tarkasti osien oikeellisuutta ja varmistua, etteivät mitkään osat sekoitu keskenään tai muuten päädy niille kuulumattomaan paikkaan. Inventointia on hyvä suorittaa säännöllisesti ja mahdollisuuksien mukaan riittävän usein. Inventointia ei ole järkevää suorittaa harvemmin kuin kuuden kuukauden välein, sillä tässä ajassa saldivirheet kumoavat toisensa eikä inventoinnista ole varsinaista hyötyä. [5, s. 385]

Työssä luotiin erittäin selkeä pohja hyvälle järjestykselle varastossa. Hyllyissä on selkeät koordinaatit ja merkinnät, joiden avulla jokaiselle tuotteelle ja nimikkeelle on varattu oikea määrä tilaa.

2.5 Säilytys varastossa

2.5.1 Pientavarahyllyt

Pienemmässä varastossa keskitytään nimikkeiden sijoitteluun hyllyissä oleviin laatikoihin. Vetolaatikot ovat kätevä tapa varastoida erikokoisia ruuveja, muttereita ja liittimiä. Useimmin käytetyt tai kerätyt nimikkeet sijoitetaan lähelle uloskäyntiä ja pientavarahyllyjen keskiosiin keräilyn helpottamiseksi. Harvemmin tarvittavat nimikkeet voidaan sijoittaa joko ylös tai alas, samoin kuin kevyemmät nimikkeet. Yhtään raskaammat nimikkeet sijoitetaan niin, että ne ovat mahdollisimman vaivattomasti kerättävissä keskelle ja näkösalille.

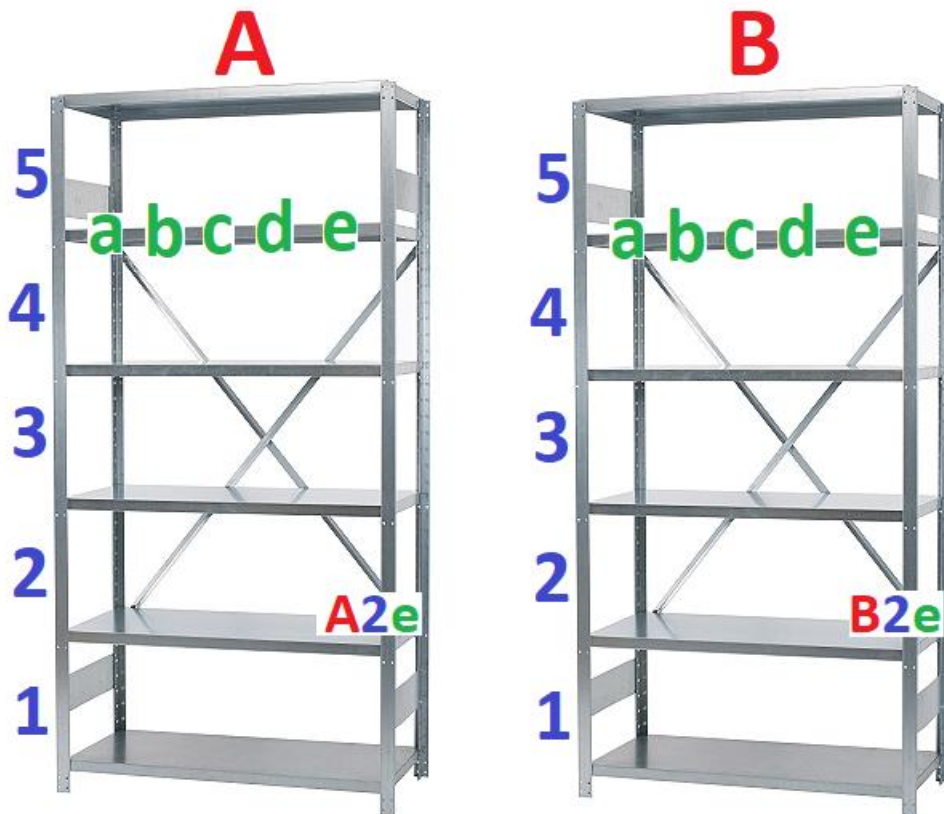
Pientavarahyllyihin merkitään selkeästi mitä tuotetta hyllyssä tai laatikossa on. On tärkeää, että varastossa ja kokoonpanossa työskentelevä löytää oikeat osat nopeasti ja sujuvasti. Hyllyvaunulla on helppo kuljettaa ja kerätä tuotteita pienissä varasto- ja tuotantotiloissa.

2.5.2 Hyllyjen mitoitus

Mittausten perusteella on arvioitu että, hyllyjen lukumäärän tulisi olla noin kymmenen ja hyllytason leveys yksi metri ja syvyys 30 cm. Jokaisella hyllyllä on viisi tasoa ja näin hyllymetrejä tulisi noin 50. Nämä parametrit on arvioitu käytännön kokeilun perusteella.

2.5.3 Hyllyjen merkintä ja koordinaatit

Tarkoitus olisi merkitä jokainen hylly isolla kirjaimella ja jokainen hyllytaso numerolla. Hyllytasot jaetaan vielä osiin eli nimikeaktiivipaikoiksi pienellä kirjaimella merkittynä, esimerkiksi hylly B taso 2, ja paikka c merkittäisiin **B2c**. Kuvassa 5 on havainnollistus hyllyjen koordinaattiryhmittelystä käytännössä.



Kuva 5. Varastopaikkahahmotelma.

Suurin osa nimikkeistä on tilavuudeltaan melko pieniä, enimmillään nyrkin kokoisia. Valmis tuote omassa pakkauksessaan vie eniten tilaa. Nyppijässä on kuitenkin kaksi osaa, imuriletku ja säiliö (kuva 6), jotka vaativat merkittävästi muita osia enemmän

tilaa. Näiden osien kanssa toimitaan hieman eri tavalla kuin muiden. Valmiiksi kootut suoran ympyräpohjaisen lieriön muotoiset säiliöosakokoonpanot varastoidaan omissa suorakulmaisen särmiön muotoisissa pahvipakkauksissaan. Näin säiliöt eivät pääse liikkumaan ja ovat valmiiksi pakattuna. Varaston huonekorkeuden ollessa noin 2,5 m voisi 2 m:n hyllyjen päällä varastoida kevyitä säiliöitä turvallisesti ja liikaa tilaa viemättä. Tämä taas mahdollistaa erittäin helpon tavan inventoida säiliöiden lukumäärä nopeasti. Imuriletkun raaka-ainemateriaalina käytettävää letkua taas pitäisi varastoida kerissä, joiden halkaisija on noin 50 cm ja korkeus noin 20 cm.

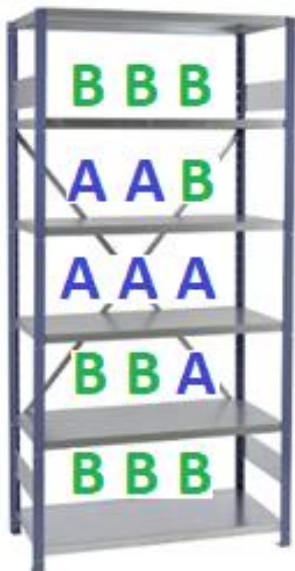
Valmiit imuriletkut varastoidaan ripustamalla ne johonkin seinässä kiinni olevaan koukkuun. Muuten nimikkeitä varastoidaan ja käsitellään pientavarahyllyissä(kuva 7) olevissa varastolaatikoissa ja kerätään kokoonpanoon tarvittava määrä.



Kuva 6. Valmis imuriletku, sähköjohto ja kangaspäällyste imuriletkuun sekä muovista imuriletkumateriaalia kerällä.



Kuva 7. Pientavaraohjly vetolaatikoilla ja ilman sekä hyllyvaunu.



Kuva 8. Pientavaraohjly nimikeluokiettelulla.

2.6 Vastaanotto

2.6.1 Vastaanottotarkastus

Vastaanottotarkastuksessa kuitataan saapuva tavarantoimitus vastaanotetuksi ja varmistetaan siitä, että tavara on toimitettu oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan. Seuraavaksi tarkastetaan tavarankunto, laatu ja määrä. Tavarankäytössä on erittäin tärkeää todeta saapuvan tavarankäytön oikeellisuus. Vastaanottoa suorittavan henkilön on tiedettävä, mitä tavaraa on tilattu ja kuinka paljon sekä verrattava läheteissä olevaa tietoa todellisuudessa toimitettuun tavarankäyttöön. Tarvittaessa voidaan mitata esimerkiksi toimitettujen osien mittoja työntömitan avulla tai verrata osia jo varastossa oleviin, varmasti oikeisiin osiin. Kun mahdolliset puutteet havaitaan heti vastaanotossa, voidaan reklamoida toimittajalle asiasta ja selvittää ongelma mahdollisimman nopeasti. Virheelliset toimitukset ohjataan tilanteesta riippuen joko selkeästi sivuun tai kokonaan pois (kuljetusliikkeen kuljetukseen) takaisin toimittajalle. Näin vialliset ja väärät osat eivät päädy varastoon tai tuotantoon aiheuttamaan vaikeuksia.

2.6.2 Vastaanottotoimenpiteet

Saapunut tavara kirjataan vastaanotetuksi varastokirjanpitoon ja puretaan vastaanottotarkastuksen jälkeen varastointiyksiköihin. Osa nimikkeistä punnitaan ennen varastopakkaukseen siirtämistä ja hyllyttämistä. Punnitus tehdään sellaisille nimikkeille, joita on vaikea tai turha laskea kappaleittain. Vastaanottotoimenpiteiden jälkeen valmiit varastointiyksiköt siirretään niille varatuille hyllypaikoille odottamaan keräystä kokoonpanoon.

3 Tuotanto

3.1 Tuotantolinja

Tuotantohuoneessa tuotantolinja yritetään pitää puhtaana kaikesta ylimääräisestä ja sinne kuulumattomasta. Vain tuotannon kannalta välttämättömät tarvikkeet sijoitetaan tuotantohuoneeseen. Esimerkiksi moottori liikkuvilla mekaanisilla osilla on

osakokoonpano, jota ei viedä takaisin varastoon, vaan puskuroidaan tuotantolinjalla suotuisa määrä eli noin 20 - 30 kappaletta ja seuraavassa työvaiheessa työstetään hallitusti kertynyttä puskurivarastoa.

Tuotannossa kokoonpanossa käsitellään nimikevarastosta kerättyjä nimikkeitä ja kasataan ensin osakokoonpanoja, jotka sijoitetaan tilan keskellä oleville varastohyllyille odottamaan seuraavaa työvaihetta. Seuraavaksi valmiit osakokoonpanot kasataan yhteen, jonka jälkeen valmis tuote testataan ja pakataan. Tuotantolinja on kuvan 9 mukainen toiminto.



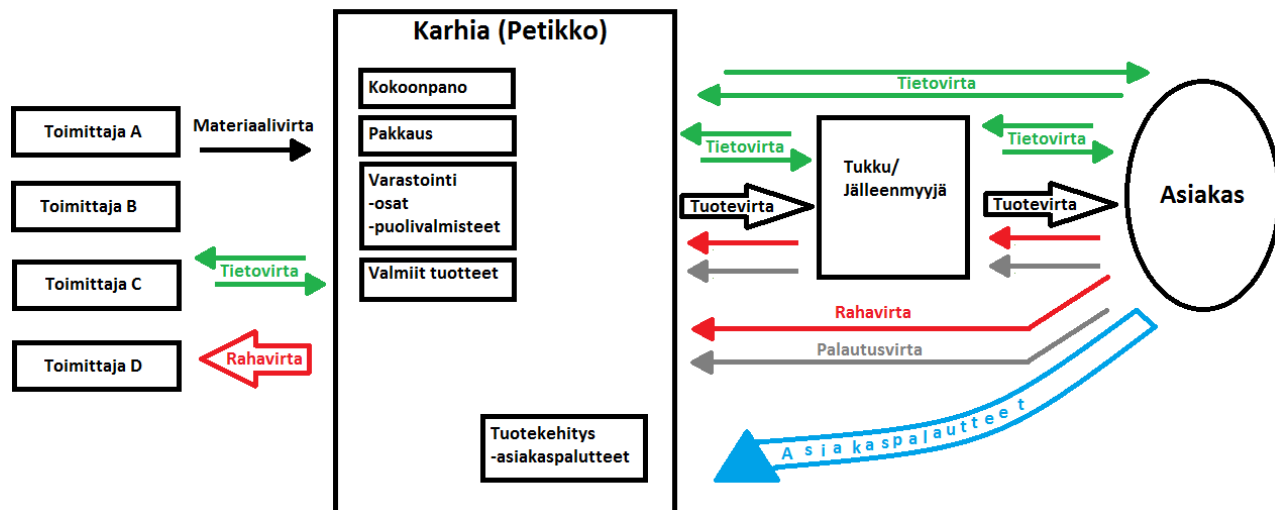
Kuva 9. Tuotantolinja.

3.2 Tuotannon kehittyminen

Tuotannon käynnistyessä tavaran toimittajilta tilattavat osat ja puolivalmisteet, yhteensä yli 50 erilaista osaa, toimitetaan aluksi suoraan kokoonpanolle kasattaviksi. Yrityksen kokoonpanon tiloissa ovat vain ns. helpot työvaiheet kuten ruuviliitokset. Muut osat, puolivalmisteet sekä liimausta ja tekstiilityötä vaativat osat, kuten virtalähde ja kangaspäällysteinen imurin letku, tilataan kokoonpanoon valmiina osina toimittajilta.

Osia ja puolivalmisteita joudutaan varastoimaan samoissa tiloissa, joissa kokoonpano ja pakkaus tapahtuvat. Valmiit ja pakatut tuotteet siirretään Karhian omaan varastoon ja sieltä ne toimitetaan myöhemmin asiakkaalle.

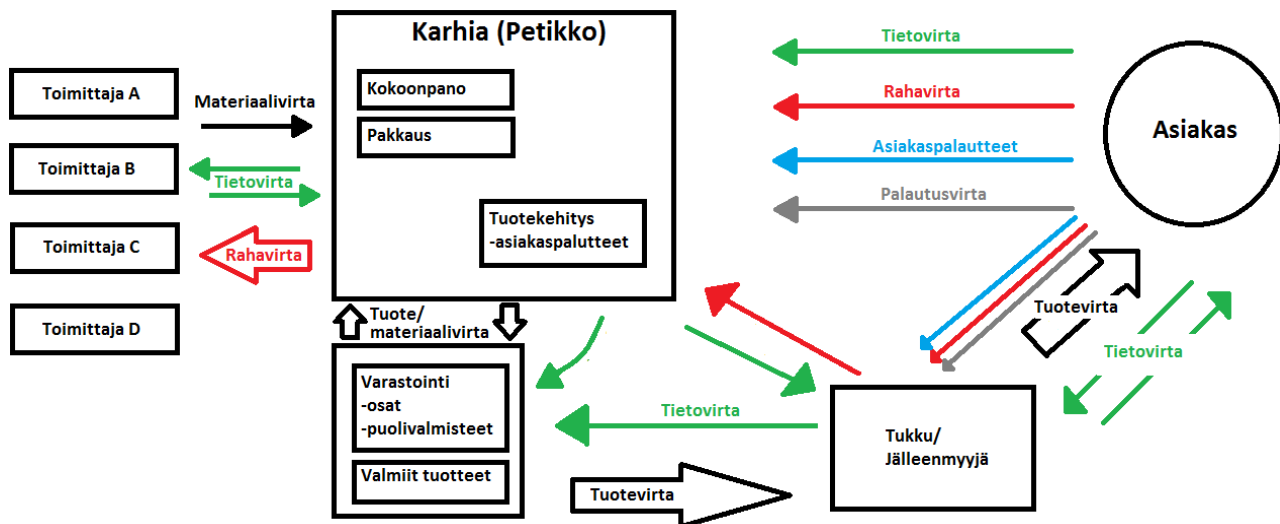
Asiakaspalautteet ohjataan suoraan tuotekehitykselle ja samalla voidaan olla yhteydessä tuotannon muihin vaiheisiin. Kuvassa 10 on prosessikaavio tuotannon alkuvaiheesta.



Kuva 10. Prosessikaavio tuotannon alkuvaiheesta.

3.2.1 Tuotannon seuraava vaihe

Tuotannon kunnolla käynnistyttyä voisi olla järkevää laajentaa varastoa ja kokoonpanoa ja siirtää varastotoimintoja muualle yrityksen tiloista. Alla oleva kuva 11 on prosessikaavio yrityksen omasta, erillisestä varastosta komponentteja ja valmiita tuotteita varten. Näin toimitusaikoja ja muita viiveitä saataisiin lyhennettyä ja tuotantoa turvattua.



Kuva 11. Prosessikaavio tuotannon kehittämisestä.

3.3 Osien luokittelu

Nyppijässä on lukuisia erilaisia osia ja eri valmistustekniikoilla valmistettuja ja koottuja osia. Osat voidaan pääpiirteittäin jakaa seuraavasti:

- Ruiskupuristetut muoviosat
- Standardiosat (laakerit, ruuvit, moottori liittimet, johto-osat)
- Virtalähde
- Letku/putket
- Koneistetut metalliosat
- Liimat ja silikonit (kokoonpanossa).

3.4 Nimikeluokittelu

3.4.1 ABC-analyysi

ABC-luokittelussa tuotteet luokitellaan A, B, C, D ja joskus jopa E-luokkiin. Luokittelu perustuu tuotteiden kulutukseen tai euromääräiseen myyntiin, missä A-tuotteita kuluu eniten ja D- tai E- tuotteita vähiten. Kulutus voi siis olla määrällistä tai rahallista arvoa mittaavaa. A-luokassa saattaa olla vain yksi tuote, jota myydään määrällisesti hyvin vähän, mutta jonka yksikköhinta on korkea. A-tuote voi myös olla äärimmäisen

edullinen ja sen kysyntä suurta. ABC-analyysin avulla yritys pystyy tiedostamaan, mitä tuotteita ei tarvitse seurata ja ohjata tarkasti, jotta resurssit on mahdollista keskittää tärkeimpien eli A-tuotteiden ohjaukseen. [8] Tuotteet voidaan jakaa myynti- ja kulutusperusteisesti seuraavalla tavalla:

- A-tuotteet 50 % myynnistä/kulutuksesta
- B-tuotteet 30 % myynnistä/kulutuksesta
- C-tuotteet 18 % myynnistä/kulutuksesta
- D-tuotteet 2 % myynnistä/kulutuksesta
- E-tuotteet 0 % myynnistä/kulutuksesta [9, s. 91].

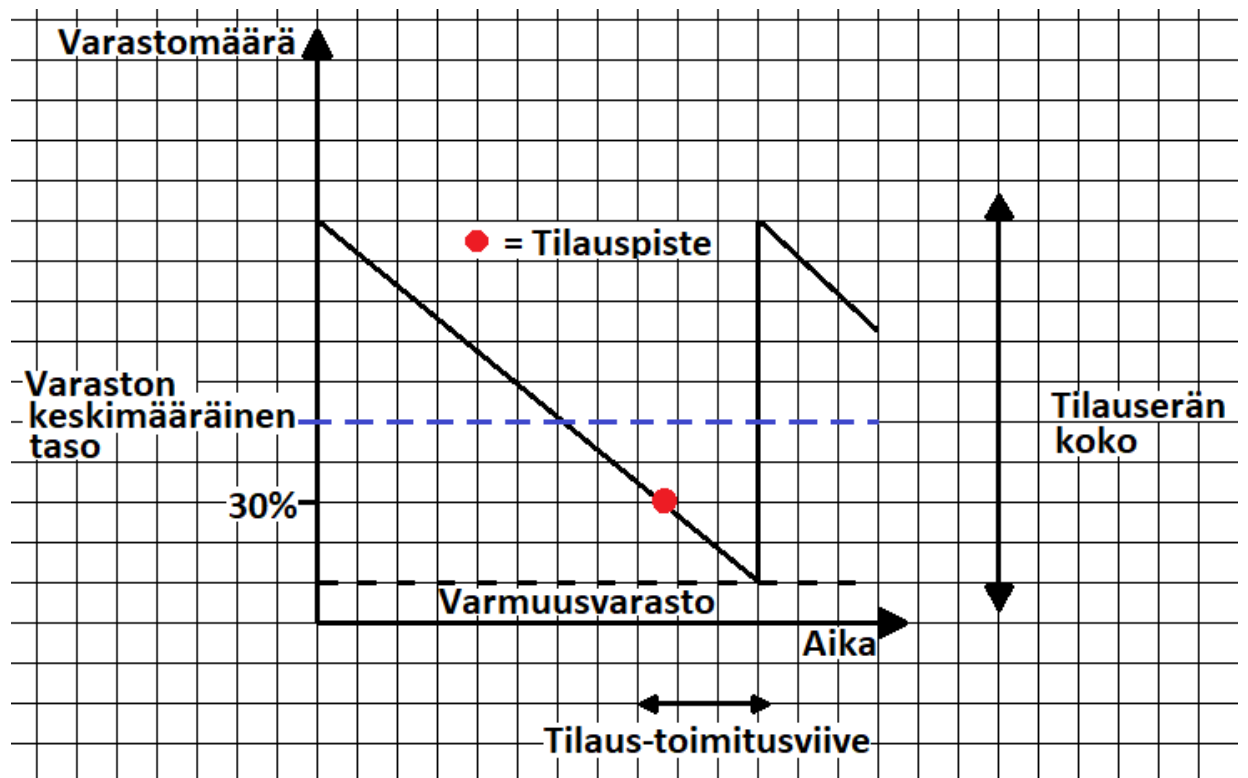
Onnistuneen varastoinnin ja tehokkaan tuotannon kannalta osat on hyvä luokitella jollakin tavalla. Tässä työssä käytetään hierarkiasta ABC-luokittelun kaltaista jaottelua osille. Tavanomaisen ABC-analyysin sijaan nyppijän nyppijän osat jaoteltiin standardi- ja erikoisosiin niiden hankittavuuden ja saatavuuden perusteella. Standardi osiin eli B-osiin luokiteltiin ruuvit ja mutterit muita yleisemmin käytössä olevia osia kuten virtalähde. Erikoisosat eli A-osat on taas suunniteltu vain tätä tuotetta varten ja niitä ei täten ole missään muualla käytössä. Osien luokittelussa ei ole huomioitu niiden välitöntä rahallista hankinta-arvoa eikä sitoutuneen pääoman arvoa, vaan ne on yksinkertaisesti jaettu niiden erikoisominaisuuksien perusteella. Alla olevassa kuvassa (kuva 12) on esimerkki osista, joita ei valmisteta muuhun käyttöön, kuin Karhian koirankarvan nyppijään.



Kuva 12. Nyppijän kuoret

4 Tilauspisteet

Alustavan suunnitelman mukaan A-osien eli erikoisosien hälytysraja eli tilauspiste on asetettu 30 %:iin nimikkeen kokonaisvarastomäärästä ja B-osien eli standardiosien taas 10 %:iin kokonaisvarastomäärästä. Kuvassa 13 on teoreettinen hamotelma A-osien varastomäärästä ajan funktiona.



Kuva 13 Varastomäärä ajan funktiona A-osille.

Kokoonpanossa osien yhteenliittämisessä käytetään ruuvien lisäksi myös kylmäsäilytystä vaativia erikoisliimoja ja silikonit. Erikoisliimat ja silikonit eivät ole varsinaisia osia nyppijässä, mutta sitäkin tärkeämpiä valmiin tuotteen turvallisuuden ja toimivuuden kannalta. Liimoilla ja silikonilla on tietty säilyvyys, joka tulee huomioida niiden käytössä sekä varastoinnissa. On kokoonpanon vastuulla seurata liimojen ja silikonien päiväyksiä ja huolehtia niiden vaatimasta kylmäsäilytyksestä. Varastokirjanpidossa on saldot myös näille tuotteille.

Varastonhallintaa varten yritys tarvitsee esimerkiksi jonkun sopivan varastonhallintaohjelman, jonka avulla voidaan seurata ja ohjata tuotantoprosessia koko tilaus-toimitusketjun alusta loppuun. Tuotannon alussa kannattaa etsiä sopivia varastosaldojen hallintaa helpottavia keinoja. Varastosaldoja voidaan hallita sekä manuaalisesti että sähköisesti. Tärkeitä huomioitavia asioita varastosaldojen hallinnassa ovat siisteys ja järjestys sekä säännöllinen inventointi.

5 Seuranta

5.1 RFID

RFID on lyhenne sanoista Radio Frequency identification. Järjestelmässä on kolme osaa: tuotteessa oleva siruantenni (kuva 14), lukulaite ja tietokone. Antenneja on passiivisia, puolipassiivisia sekä aktiivisia. Passiivinen antenni saa tarvitsemansa virran suoraan lukulaitteen pienestä impulssista, kun taas aktiivinen antenni tarvitsee oman virtalähteen ja lähettimen. Puoliaktiivisessa antennissa on oma virtalähde muttei lähetintä. Passiiviset antennit kaupallisessa tuotannossa voivat olla kooltaan alle 0,4 mm x 0,4 mm.

RFID on erittäin varma ja helppo tapa pitää tarkkaa kirjaa osista, valmiista tuotteista ja saapuvasta tavarasta. Toteutus vaatisi yhteistyötä tavarantoimittajien kanssa, jotta tilattuihin osiin tai paketteihin olisi integroitu ilman virtaa toimiva passiivinen RFID-siruantenni. RFID-tekniikan käyttöönotto on kuitenkin suhteellisesti kallis vaihtoehto pienemmille tavaramäärille ja on yleensä käytössä vain isommilla yrityksillä. Nämä tiedot RFID-tekniikasta ovat peräisin vierailulta RFID Lab Finland Ry:ssä Vantaalla.



Kuva 14 Rfid-tunniste.

5.2 Viivakoodit

Viivakoodi (kuva 15) on hyvin yleinen ja paljon käytetty visuaalinen tunnistustekniikka. Siinä sanoma tai tieto eli kirjaimet ja numerot on esitetty viivakoodin muodossa. Tunnistustekniikkana viivakoodi on erittäin nopea ja varma tunnistustapa sekä myös

helppo- ja selkeäkäyttöinen, kunhan sen ei ole vaurioitunut lukukelvottomaksi. On olemassa satoja erilaisia viivakoodityyppejä, joista kuitenkin alle kymmenen on laajemmassa käytössä. Viivakoodi voidaan lukea tietojärjestelmään joko laserlukijalla tai syöttämällä manuaalisesti sen kirjaimet ja numerot. Esimerkiksi kaupan tuotteessa viivakoodi voi olla epäselvä tai vaurioitunut, jolloin kassa joutuu käsin naputellen syöttämään viivakoodin numerosarjan tietokoneelle. [6, s. 390.]

Viivakoodissa ei itsessään ole mitään tallennettua tietoa. Tietojärjestelmä löytää tuotetiedot, kun laserlukijalla luetaan tuotteen viivakoodi.



Kuva 15. Kuva kolmesta eri viivakoodityypistä

Viivakoodien avulla pystytään hallitsemaan ja ohjaamaan toimitusketjua ja tuotantoa. Tavaraa vastaanottaessa voidaan viivakoodillisesta rahtikirjasta lukea viivakoodi ja tietojärjestelmä vertaa sitä kyseisen tilauksen oletustietoon. Näin voidaan varmistua siitä, että oikea tavara on oikeassa paikassa. Viivakoodit helpottavat saldojen hallintaa sekä parantavat sen luotettavuutta. Yksittäisen nimikkeen täydennysmäärät saadaan varmasti oikealle nimikkeelle viivakoodia käytettäessä. [5, s. 390]

Karhia on tuotannon alkuvaiheessa päättänyt olla ottamatta viivakoodia mukaan varastohallintaan ja tuotantoon, mutta yritys on tiedostanut sen hyödyt ja pitää sitä mahdollisena ratkaisuna tulevaisuudessa.

5.3 Kanban

Sana kanban tulee japanin kielestä ja tarkoittaa kirjaimellisesti korttia tai signaalia. Se toimii kuin näkymätön liukuhihna ohjaten tuotantoa erityövaiheiden välillä. Perinteinen

kanban on yksinkertainen ja varma. Tässä työssä on ollut tarkastelussa sähköisesti toimivaa kanban, joka voisi olla osana varastohallintajärjestelmän tilaustoimintoa.

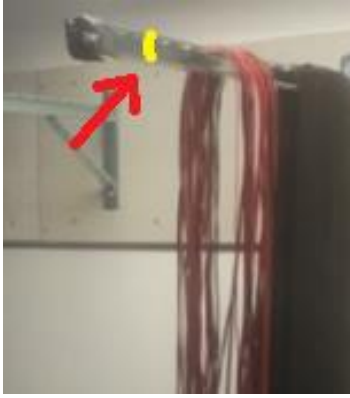
5.3.1 Automaattinen kanban

Perusajatus automaattisesta tai sähköisestä kanbanista tuotannossa on, että varastohallintajärjestelmä ilmoittaa tavarantoimittajalle esimerkiksi sähköpostiviestillä suoraan tilauspyynnöllä, kun jonkin nimikkeen hälytysraja tai tilauspiste on tullut vastaan. Tällöin vältyttäisiin viivästyksiltä ja saataisiin tuotanto pidettyä oikeassa tahdissa ja varastot oikean kokoisina. Automaattisesti toimivan kanban-järjestelmän käyttöönoton huonoja puolia ovat virheellisestä signaalista lähtevät ostotilaukset. Järjestelmä pyrkii täydentämään varastoa aina kuin mahdollista eli se toimii käytännössä ostoautomaattina. [10, s. 72.]

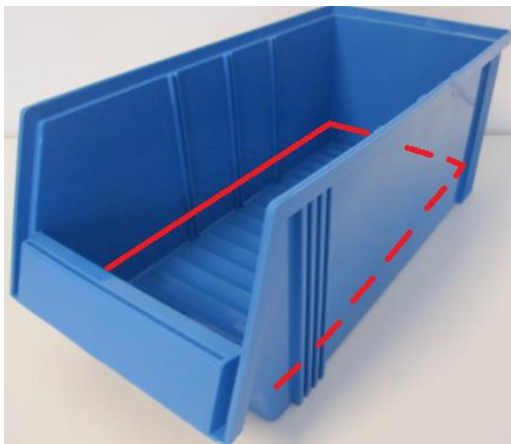
5.3.2 Visuaalinen kanban

Kanban voidaan toteuttaa myös visuaaliseen ohjaukseen perustuen. Tällöin varastoitavan nimikkeen kohdalle merkitään esimerkiksi värillinen viiva tai teippi lasketun tilauspisteen kohdalle. Merkin paljastuessa on tilauspiste saavutettu ja uusi erä tuotetta voidaan tilata ennen tavarantoimittajan loppumista. Visuaalisen ohjauksen ansiosta ei ole välttämätöntä seurata nimikkeiden kappalemäärää tarkasti vaan signaali tulee, kun tilauspiste on saavutettu. Tämäntyyppinen ohjaus toimii hyvin nimikkeille, joiden tarkkaa lukumäärää ei ole järkevää laskea tarkasti kuten ruuvit ja mutterit. [10, s. 72.]

Visuaalinen ohjaus ei välttämättä ole sopivin vaihtoehto puolivalmisteille ja valmiille tuotteille. Se toimii yksittäisille nimikkeille, joita varastoidaan laatikoissa (kuva 17) pientavarahyllyissä ja voisi soveltua imuriletkun varastoinnin valvontaan esimerkiksi värillisenä teippinä telineessä. Teipin jäädessä näkyviin (kuva16) olisi tarve viestiä tuotannolle tarpeesta valmistaa lisää letkuja.



Kuva 16. Kanban-teippi



Kuva 17. Visuaalinen ohjaus käytännössä

Varaston ollessa pienikokoinen tila ja yhden ihmisen hallittavissa voitaisiin visuaalista kanbania soveltaa myös siten, että kaikki varastolaatikat olisivat läpinäkyvää materiaalia. Näin olisi mahdollista suorittaa pintapuoleista inventointia aina varastossa asioitaessa ja tehdä tilauksia silmämääräisen tarkastelun pohjalta jo tässä vaiheessa. Varasto kirjanpidossa on tarkemmat saldot lähes kaikista osista, mutta tällainen sananmukainen läpinäkkyisyys sujuvoittaa ja täydentää varastokirjanpitoa.

6 Hankinta ja toiminnanohjaus

6.1 Osaluettelo

Hankintaa selkeyttämään työhön koottiin osaluettelo (kuva18) sisältäen kaikki yhteen valmiiseen tuotteeseen kuuluvat osat ja osakokoonpanot. Jokainen osa ja osakokoonpano nimikoitiin yksilöllisesti jollain kirjainnumeryhdistelmällä loogiseksi listaksi. Tällä tuoterakennetta kuvaavalla listalla voidaan luoda toiminnanohjausjärjestelmään valmis pohja kaikista valmiiseen tuotteeseen kuuluvista nimikkeistä ja osakokoonpanoista.

A	B	C	D	E
	Nyppijä			
	PART NUMBER	Description	Default/ QTY.	
	N 1	Kantila laurel valkea lause	1	
	N 2	Liukka	1	
	N 3	vaalea lause	2	
	N 4	vaalea lause lause lause lause	2	
	N 5	500-500-1-1-1-1-1-1-1	1	
	N 6	Ilmanpaine lause 50-100-1-1-1-1-1-1-1	3	
	N 7	Ilmanpaine	1	
	N 8	Ilmanpaine lause lause lause lause lause	1	
	VA 1	Vaihteisto	1	
	MA 1	Muunnos lause lause lause	1	
	KO 1	Kokoonpano lause lause lause	1	
	KVK 1	Kantila laurel valkea lause	1	
	Vaihteisto (VA 1)			
	PART NUMBER	Description	Default/ QTY.	
	V 2	lause lause	1	
	V 3	lause lause	1	
	V 4	lause lause lause lause lause	1	
	V 5	lause lause lause	1	
	V 6	lause lause lause lause	5	
	V 7	lause lause	2	
	V 8	lause lause	2	

Kuva 18. Kuva laaditusta osaluettelosta.

Hankinnassa on olennaista tilata oikean kokoisia tilauseriä mahdollisimman kilpailukykyiseen hintaan luotettavalta toimittajalta. Mahdollisimman isoja tilauseriä suosimalla kappalehinnat pysyisivät alhaisina. Varaston ja tuotannon koko, sekä

läpimenoaika on syytä huomioida hankinnassa tarkkaan. Saapuneet tilauserät on saatava käsiteltyä ja otettua osaksi tuotantoa sujuvasti ja tehokkaasti.

6.2 Tietojärjestelmät

6.2.1 Yleistä tietojärjestelmistä

Yrityksillä on nykyään lähes välttämätöntä olla jokin tieto- tai toiminnanohjausjärjestelmä käytössä. Järjestelmiä on iso kirjo ja ne ovat räätälöitävissä kunkin asiakkaan tarpeiden mukaisesti. On hyvin tärkeää, että työntekijät tuntevat oman yrityksen järjestelmän ja osaavat käyttää sitä sujuvasti. On myös keskeistä kartoittaa, minkä tyyppisiä ominaisuuksia järjestelmältä vaaditaan ja hankkia sen mukainen tarpeet täyttävä selkeä järjestelmä. Toimivan logistiikan perustana on aina tietovirran kulkeminen tavaravirran edellä. [11, s. 26.] Näin vältetään turhalta selvittelyltä.

Tietojärjestelmän avulla hallitaan ja nähdään olennaiset tiedot tuotannon ja toiminnan kannalta. Näitä ovat

- tuotetiedot (nimet, koodit, mitat, hinnat)
- varastointiin liittyvät asiat
- ostaminen
- asiakkaat
- yhteistyökumppanit esim. kuljetusliikkeet. [5, s. 387.]

6.2.2 Varastonhallintajärjestelmien kartoitus

Työssä tarkasteltiin kuutta eri toiminnanohjaus/varastonhallintajärjestelmää vaihtoehdoksi Karhialle. Yhtenä keskeisenä vaatimuksena oli, että käyttöönotettavan järjestelmän tulisi kyetä käsittelemään osakokoonpanoja ja puolivalmisteita sujuvasti osana nimikekirjanpitoa. Tätä ominaisuutta ei kuitenkaan suoraan ollut sellaisenaan valmiina missään kuudessa, tähän tutkimukseen kartoitetussa, järjestelmästä.

Varastohallintajärjestelmien toimittajien vertailussa kävi ilmi, että varastohallintajärjestelmiä tarjoavat Varastomaisteri sekä Evifin Oy pystyvät tarjoamaan järjestelmiin sellaista räätälöintiä, joka mahdollistaisi osakokoonpanojen liittämisen nimikekirjanpitoon. Osakokoonpanot ja puolivalmisteet oli mahdollista muokata tuotepaketeiksi sisältäen osalistan, minkä jälkeen niitä olisi mahdollista käsitellä yhtenä nimikkeenä nimikekirjanpidossa.

Karhia ottaa käyttöön tuotannon alkuvaiheessa Excel-pohjaisen ohjelmiston hallitsemaan tuotantoa ja tilaus-toimitusketjua. Massiivisempi tietojärjestelmä voisi olla liian raskas käyttöönotettavaksi tässä vaiheessa. Tuotannon ja tuotteen kasvaessa on kuitenkin järkevää ottaa käyttöön jokin toiminnanohjausjärjestelmä tehostamaan Karhian logistiikkaa.

7 Yhteenveto

7.1 Työn pääkohdat

Tämän insinööritön tavoitteena oli auttaa työn tilannutta yritystä muodostamaan yksi käyttökelpoinen malli tilaus-toimitusketjusta sekä varastohallinnasta. Työn alkuvaiheessa perehdyttiin Karhian ensimmäisen oman tuotteen, koirankarvan nyppijän tuotantoon ja luotiin kaikista nyppijän osista ja osakokoonpanoista osaluettelo Excelillä. Samalla saatiin koostettua kaikki nimikkeet ja niistä kasattavat osakokoonpanot sähköiseen muotoon. Jokaiselle osalle ja osakokoonpanolle luotiin yksilöllinen kirjain-numerotunnus.

Työssä tutkittiin varastohallintajärjestelmiä logistiikan tueksi ja selvitettiin niiden mahdollisuuksia käsitellä osakokoonpanoja sujuvasti kirjanpidossa. Nopeasti päädyttiin kuitenkin Excel-pohjaiseen ohjelmistoon näin tuotannon alkuvaiheessa.

Varaston suunnittelua varten työssä mitattiin hyllymetrien tarve sekä luotiin varastohyllyille oma koordinaatisto. Nyppijään tuleville osille tehtiin jaottelu kahteen ryhmään, standardi osiin ja erikoisosiin, minkä perusteella osat sijoitetaan niille tarkoitetuille hyllypaikoille

Työssä perehdyttiin myös visuaalisen ohjauksen keinoihin tavaravirran hallinnan selkeyttämiseksi. Visuaalisen ohjauksen avulla pienikokoinen yritys on tehokkaasti ajan tasalla varaston saldotasoista. Työssä tuotiin esiin kanbanin keinoin visuaalisen ohjauksen tuomia mahdollisuuksia ja hyötyjä varastonhallinnan tehostamiseksi.

7.2 Pohdinta

Työ oli mielenkiintoinen, mutta paikoin vaikea toteuttaa, sillä tuotanto ja varastointi on toteutettu niin pienessä mittakaavassa. Materiaalia isompaan varastointiin ja tuotantoon teoriapohjaksi oli tarjolla runsaasti, mutta pienempään toiminta ympäristöön taas paljon vähemmän. Työ olisi saattanut olla helpompi toteuttaa, jos olisi itse ollut töissä kyseisessä yrityksessä. Monia käytännönasioita, esimerkiksi työtapoja ja -käytäntöjä, piti selvittää kyselemällä ja vierailemalla yrityksessä. Paikan päällä tein havaintoja käytännössä täysin ulkopuolisen silmin.

Lähteet

1. Käsitteet. Verkkoaineisto. Tilastokeskus
<<http://www.stat.fi/meta/kas/mikroyritys.html>>. Luettu 2.4.2018.
2. Yritykset. Verkkoaineisto. Tilastokeskus
<http://tilastokeskus.fi/tup/suoluk/suoluk_yritykset.html>. Luettu 15.4.2018
3. Karrus, Kaj. 2005. Logistiikka. 3.-5.painos. Helsinki: WSOY.
4. Ritvanen, Virpi; Inkiläinen, Aimo; von Bell Anders & Santala, Jouko. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Helsinki: Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY ry.
5. Karhunen, Jouni; Pouri, Reijo & Santala, Jouko. 2004. Kuljetukset ja varastointi. Helsinki: Suomen Logistiikkayhdistys ry
6. Materiaalin ohjaus ja tuotteiden sijoittelu varastossa. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastotilojen-suunnittelu/materiaalin-virtaus-ja-sijoittelu/>>. Luettu 18.4.2018.

7. Lean ajattelu. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma.
<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/lean-ajattelu/> Luettu
15.4.2018
8. Leppänen, Seppo. 2014. Logistiikan perusteet kurssimateriaali. Varastointi.
Metropolia Ammattikorkeakoulu.
9. Sakki, Jouni. 2003. Tilaus-toimitusketjun hallinta. Espoo: Jouni Sakki.
10. Miettinen, Pauli. 1993. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki:
Painatuskeskus.
11. Vesterinen Panu. 2011. Turvaa logistiikka. Hämeenlinna: Kauppakamari.