

Maria Korpela

SISÄISEN LOGISTIIKAN VARASTOUUDISTUS

Case: Valmet Automotive Oy

Logistiikan koulutusohjelma

2012

# SISÄISEN LOGISTIIKAN VARASTOUUDISTUS

CASE: VALMET AUTOMOTIVE OY

Korpela, Maria  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Logistiikan koulutusohjelma  
Huhtikuu 2012  
Ohjaaja: Leino, Heikki  
Sivumäärä: 44  
Liitteitä: 0

Asiasanat: varastointi, varastot

---

Opinnäytetyön aiheena oli kartoittaa mahdollisia vaihtoehtoja Valmet Automotive Oy:n sisäisen logistiikan pienosien uudeksi varastoratkaisuksi. Vaihtoehtojen kartoituksen perusteella pyrittiin löytämään kustannustehokas ja toimintavarma varastoratkaisu korvaamaan nykyiset, 1980-luvulla käyttöönotetut automaattivarastot.

Työn teoriaosuudessa käsiteltiin sisäisen logistiikan materiaalinkäsittelyä sekä pienosien varastointia. Haastatteleamalla työntekijöitä sekä sisäisen logistiikan työnjohdtoa saatiin käsitys nykyisten varastojen toiminnasta sekä toiveista koskien uutta varastoratkaisua. Tutkimuksellisessa osuudessa tutustuttiin benchmarking avulla muiden yritysten automaattivarastoihin sekä kerrottiin nykyisestä materiaalivirrasta yrityksessä.

Vaihtoehtoisten ratkaisujen etsiminen suoritettiin alan kirjallisuudesta sekä tekemällä yritysvierailuja. Tältä pohjalta tehtiin alustavia laskelmia vaihtoehtojen kustannuksista. Työn lopussa esitettiin selvitystyön tuloksena ehdotus uudesta automaattivarastosta.

THE REFORM OF INTERNAL LOGISTICS' WAREHOUSE SOLUTION  
CASE: VALMET AUTOMOTIVE OY

Korpela, Maria

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Logistics

April 2012

Supervisor: Leino, Heikki

Number of pages: 44

Appendices: 0

Keywords: warehousing, storage

---

The purpose of this thesis was to find out the possible options for Valmet Automotive's a new storage solution for small parts. The aim was to find cost-effective and reliable storage solution, which could replace the current automated storages, introduced in 1980's.

The theoretical part dealt with the internal logistics' material handling and the storing of small parts. Interviews with employees and supervisors of the internal logistics were made to understand the operation of current storage systems and hopes for a new storage solution. In the research part of the thesis other companies' automated storages were studied through benchmarking. Company's current material flow was also introduced.

The search for alternative solutions was performed through technical literature and visits to other companies. On this basis was made preliminary calculations of the cost of the alternatives. At the end the thesis a proposal for a new automated warehouse solution was made as a result of the research.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Valmet Automotive Oy.....	6
1.2	Työn lähtökohdat ja tarkoitus .....	7
1.3	Työn rajaus .....	7
2	SISÄINEN LOGISTIIKKA .....	8
2.1	Määritelmä .....	8
2.2	Materiaalitoiminnot .....	8
2.2.1	Materiaalinkäsittely .....	9
2.2.2	Varastointi ja tilasuunnittelu .....	9
2.2.3	Keräily ja sisäiset kuljetukset.....	10
2.3	Turvallisuus .....	12
2.3.1	Työturvallisuus.....	12
2.3.2	Paloturvallisuus .....	13
2.3.3	Ergonomia .....	13
3	PIENOSIEN VARASTOINTI .....	14
3.1	Laatikat .....	14
3.2	Pienosien varastointiratkaisut .....	15
3.2.1	Pientavarahyllystö .....	16
3.2.2	Läpivirtaushylly .....	16
3.2.3	Varastokaruselli.....	17
3.2.4	Automaattivarasto .....	18
4	VARASTOINNIN KUSTANNUSRAKENNE .....	20
5	BENCHMARKING .....	22
6	TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN .....	23
6.1	Varaston materiaalitoiminnot .....	23
6.2	Automaattivarastojen nykytila.....	24
6.2.1	Laatikat.....	24
6.2.2	Keräily ja sisäiset kuljetukset.....	26
6.3	Materiaalivirta-analyysi .....	27
6.4	Tutkimusmenetelmät .....	27
6.5	Varastojärjestelmien vertailu .....	29
6.5.1	Laatikat.....	30
6.5.2	Hyllyt .....	30
6.5.3	Varastonohjausjärjestelmä .....	32
6.5.4	Laitehankinnat.....	32
6.5.5	Varastorakennus.....	32
6.5.6	Työntekijät .....	34

6.5.7 Kustannukset .....	36
7 TULOKSET .....	37
7.1 Varastotyypin valinta .....	37
7.2 Investoinnin perustelu .....	40
7.3 Sijoittaminen .....	41
8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	42
LÄHTEET .....	43

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Valmet Automotive Oy

Valmet Automotive on autoteollisuuden suunnittelu- ja valmistuspalveluja tuottava yritys, jonka erikoisosaaminen painottuu korkean arvoluokan henkilöautoihin, avoautoihin ja sähköisiin ajoneuvoihin. Valmet Automotiven päämääränä on olla autoteollisuuden ensiluokkainen palvelujen tuottaja ja yrityksen tavoitteena on täydellinen asiakastyytyväisyys. Valmistuspalvelujen lisäksi Valmet Automotive toimittaa autoteollisuusasiakkailleen suunnittelu- ja konsultointipalveluja. (Valmet Automotiven www-sivut 2011)

Valmet Automotive Oy on perustettu vuonna 1968 Saab-Valmet –nimisenä, Valmetin ja ruotsalaisen Saab-Scanian yhteisyrityksenä. Vuonna 1992 yritys siirtyi kokonaan Valmetin omistukseen, ja vuonna 1995 siitä tuli Valmet Automotive. Valmetin fuusioituttua vuonna 1999 autotehtaan omistajaksi tuli vuoteen 2010 saakka sataprosenttisesti Metso Oyj. Marraskuusta 2010 lähtien sen omistajia ovat olleet Metso Oyj, Suomen Teollisuussijoitus Oy ja Pontos Group. Henkilöstöä yrityksessä on 1852 (28.2.2012). (Valmet Automotiven www-sivut 2011)

Valmet Automotiven pääkonttori ja tuotantolaitokset sijaitsevat Uudessakaupungissa. Kattoliiketoiminnan tehtaat sijaitsevat Osnabrückissa Saksassa ja Zaryssa Puolassa. Suunnittelupalveluyksikkö toimii Yhdysvalloissa, Delawaren osavaltiossa. Lisäksi Valmet Automotivella on myyntikonttori Saksassa ja hankintatoimisto Göteborgissa. (Valmet Automotiven www-sivut 2011)

Uudenkaupungin autotehtaan asiakkaita ovat tällä hetkellä Porsche, Garia, THINK sekä Fisker Automotive. Saksassa ja Puolassa sijaitsevien avoauton kattoliiketoimintayksiköiden asiakkaita ovat BMW/MINI, Daimler, Renault ja Bentley. (Valmet Automotiven www-sivut 2011)

## 1.2 Työn lähtökohdat ja tarkoitus

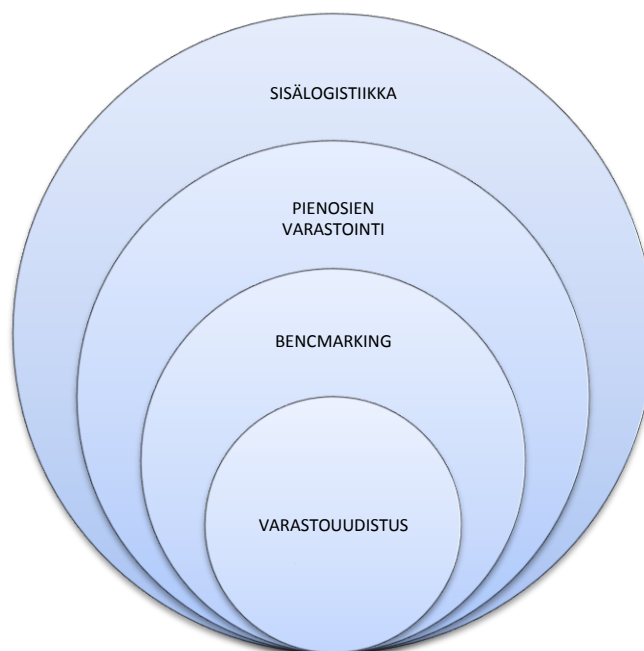
Valmet Automotivella on sisäisessä logistiikassa käytössä kaksi automaattivarastoa, jotka on otettu käyttöön 1980-luvun lopulla. Näissä varastoidaan autojen valmistuksessa käytettäviä pienosia. Muutaman vuoden sisällä yrityksellä on kuitenkin tarve uudelle varastoratkaisulle, sillä nykyinen varasto ei vastaa siihen kohdistuviin tarpeisiin. Lisäksi varaosien saaminen on vaikeaa ja osaavasta huoltohenkilöstöstä on puutaa. (Salminen henkilökohtainen tiedonanto 16.12.2011)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on löytää kustannustehokas ja toimintavarma varastointiratkaisu, jolla voitaisiin korvata nykyiset automaattivarastot. Työssä etsitään vaihtoehtoisia ratkaisuja, valitaan niistä parhaiten Valmet Automotivelle sopiva sekä otetaan kantaa uuden varaston sijoituspaikkaan. (Salminen henkilökohtainen tiedonanto 16.12.2011)

## 1.3 Työn rajaus

Tässä työssä käsitellään Valmet Automotivella nykyisin käytössä olevien automaattisten laatikkovarastojen korvaavia vaihtoehtoja. Nykyiset varastot on tarkoitus korvata kokonaan uudella varastoratkaisulla. Lisäksi työssä otetaan kantaa uuden varastoratkaisun sijoittamispaikkaan.

Työn sisältöön perehdyttiin tutustumalla sisäisen logistiikan toimintoihin ja niistä pääasiassa pienosien varastointiin. Vaihtoehtoja uudeksi varastojärjestelmäksi kartoitettiin tutustumalla muiden yritysten toiminnassa oleviin varastoihin. Tätä kautta tehtiin työn käsitteellinen viitekehys, joka on esitetty kuviossa 1.



Kuvio 1. Työn viitekehys.

## 2 SISÄINEN LOGISTIIKKA

### 2.1 Määritelmä

Sisäisellä logistiikalla tarkoitetaan yrityksen sisällä tapahtuvia logistiikkatoimintoja, joissa yritys toimii itse molempina osapuolina; lähettäjänä ja vastaanottajana. Sisäinen logistiikka ei rajoitu toimintoihin vain sisätiloissa, vaan varastointia ja kuljetuksia voidaan suorittaa myös ulkoalueilla. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 160)

### 2.2 Materiaalitoiminnot

Varastossa tapahtuva toiminta voidaan jakaa kahteen osaan; tavarán säilytykseen ja materiaalin käsittelyyn. Tavarán säilytyksestä käytetään nimitystä varastointi. Materiaalinkäsittelyllä tarkoitetaan kaikkia materiaaliin kohdistuvia fyysisiä toimintoja, kuten lähetyksen purkua, siirtelyä ja lähettämistä. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 148, 160)



### 2.2.1 Materiaalinkäsittely

Materiaalinkäsittely voidaan suorittaa mekaanisesti, puoliautomaattisesti tai automaattisesti. Mekaanisella materiaalinkäsittelyllä tarkoitetaan henkilötyövoiman ja mahdollisten työkoneiden avulla suoritettavaa käsittelyä, jolloin automaation osuus on vähäinen tai sitä ei käytetä ollenkaan. Automaatiota on järkevää käyttää kun siirrettävien tavaroiden volyymi on suuri ja siirrettävät pakkaukset ovat yhdenmukaisia. Automaatiolaitteiden hankinta ja ylläpito on huomattavasti mekaanisia laitteita kalliimmat. Automaation puolesta kuitenkin puhuu henkilötyömäärän vähentäminen niin kustannuksien kuin turvallisuuden ja tehokkuudenkin puolesta. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 163–164)

### 2.2.2 Varastointi ja tilasuunnittelu

Varastointi on tärkeä osa valmistavan yrityksen tuotantotoimintaa. Varastoinnilla varmistetaan tuotannon jatkuminen, alennetaan hankinnoista ja kuljetuksista aiheutuvia kustannuksia sekä tasataan toimitus- ja tuotantoajoista syntyviä eroja. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 141)

Uutta varastoa suunniteltaessa on otettava huomioon varaston tarkoitus, sen asiakkaat ja varaston toimintapiiri. Materiaalinhallinnan osalta on huomioitava nimikkeiden määrä sekä tilantarve. Varastosuunnittelussa olennaista on myös käytettävissä oleva tila ja korkeus. (Pouri 1983, 31)

“Hyvä varastolayout (Nordfors 2002, 46):

- Lisää varaston läpimenoa
- Parantaa tuotteiden virtausta
- Vähentää kustannuksia
- Kasvattaa asiakaspalvelutasoa
- Tuottaa henkilöstölle paremmat työolosuhteet”

Varaston sisäinen liikenne on usein vilkasta ja siksi kuljetusten suunnittelu on tärkeää huomioida varaston toimivuuden kannalta. Varastosuunnittelussa on otettava huomioon myös turvallisuusseikat; kuten omat kulkuväylät sekä jalankulkijoille että työkoneille. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 162)

### 2.2.3 Keräily ja sisäiset kuljetukset

Keräily voidaan toteuttaa monella periaatteella. Tavanomaisin on kun keräilijä kulkee tavaran luokse (picker to goods), ottaa tavaran ja siirtyy seuraavan hakemansa tavaran luokse. Tällöin automaatiotaso on usein minimaalinen. Apuvälineinä voidaan käyttää häkkeitä, vaunuja tai trukkeja, joihin tavarat hyllystöistä kerätään. Toiminnan tehostamiseksi on kuitenkin siirrytty tavaran siirtämiseen keräilijän luokse (goods to picker) -periaatteeseen, jolloin työntekijä pysyy paikallaan ja automaation avulla tavara kuljetetaan hänelle. Tällä keräilytavalla pystytään toiminnan tehostamisen ohella parantamaan työturvallisuutta ja ergonomiaa. Goods to picker -periaate on kustannustehokas ratkaisu autoteollisuudessa, jossa on suuri määrä varastonimikkeitä ja varastoinnilta vaaditaan korkeaa palvelutasoa. (Richards 2011, 75–80)

Sisäisen logistiikan kuljetukset ovat olennainen osa tuotantolaitoksen materiaalivirtaa. Varastotoiminnan kannalta sisäisten kuljetusten tehtävänä on siirtää saapuva tavara vastaanottopaikalta varastoon, varastosta tuotantoon, tuotannosta lähtevien tavaroiden varastoon ja sieltä jatkokuljetusta varten tarvittavaan kuljetusvälineeseen. Sisäisen logistiikan kuljetukset suoritetaan yrityksen omalla kalustolla kuljetustarpeiden perusteella. Kuljetuksia suunniteltaessa on otettava huomioon materiaalivirtojen säännöllisyys ja siirrettävien tavaroiden määrät, sekä näiden pohjalta valittava kuljetustapa. Yrityksen säännöllisiä materiaalivirtoja voidaan hoitaa käyttämällä erityisiä sisäisiä kuljetusreittejä. Kuljetukset voivat tapahtua joko tietyllä kuljetusvälineellä tai tarpeiden mukaan rakennetulla kuljetinjärjestelmällä. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 160–161)

Kaikkein tavallisin tavaroiden siirtelyyn käytetty laite on trukki. Trukki on haarukoilla tai tartuntapihdeillä ja nostokelkalla varustettu työkone. Trukkeja on saatavilla erilaisilla toimintaperiaatteilla ja käyttöominaisuuksilla. Trukit vaativat tasaisen lattiapinnan sekä käsittely-yksiköiden käyttöä toimiakseen tehokkaasti. Toinen yleisesti käytetty siirtolaite on kuljetinjärjestelmä. Kuljetin on hyvä vaihtoehto kun kahden vakiopisteen välillä halutaan siirtää jatkuvasti suuria tavaramääriä. Pisteet voivat sijaita jopa tehtaan eri kerroksissa, sillä yhdistelemällä erilaisia kuljettimia voidaan rakentaa monenlaisia kuljetinratoja ja tätä kautta kokonainen kuljetinjärjestelmä. Kuljettimia on useita erityyppisiä; kuten hihna-, rulla-, ketju- ja pneumaattiset kuljettimet. Kaikille materiaaleille löytyy sopiva kuljetin. Kuljettimet ovat usein kiinteärakenteisia, mutta ne voidaan asentaa tarpeiden mukaan niin lattialle, seinälle kuin kattoonkin. Kuljetinjärjestelmien haitat liittyvät niiden turvallisuuteen sekä huonoon muuntelukykyyn. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 166–168)

Puoliautomaattinen materiaalinkäsittelyjärjestelmä saadaan automatisoimalla tiettyjä toimintoja materiaalinkäsittelyssä. Tällaisia ovat esimerkiksi vihivaunut, automaattilajittelu ja robotiikka. Erona tavallisiin trukkeihin vihivaunuissa ei tarvita kuljettajaa, vaan vaunu kulkee valmiiksi ohjelmoitua reittiä pitkin. Vaunujen ohjaus voi tapahtua magneettisesti, optisesti, laser-, heijastus- tai radiotaajuuteen perustuvalla tekniikalla. Automaattilajittelua käytetään kuljetinjärjestelmien kanssa, kun halutaan kuljettaa kerätyt tuotteet eri kuormauspaikoilla. Automaattilajittelua käytettäessä pakkauksissa on käytettävä jotakin tunnistusjärjestelmää kuten viivakoodeja tai rfid-tunnistetta. Robotiikka on mikroprosessoriohjattu ja erilaisiin liikeratoihin kykenevä laite, jolla voidaan suorittaa epämieluisia tai tarkkuutta vaatia työtehtäviä. Robotteja käytetään autoteollisuudessa esimerkiksi hitsaus- ja maalaustoiminnoissa. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 169–170)

## 2.3 Turvallisuus

### 2.3.1 Työturvallisuus

Suuri osa työtapaturmista syntyy työpaikalla liikkussa ja tavaroita siirtäessä. Työsuojelun tavoitteena on taata turvalliset ja terveelliset työolosuhteet jokaiselle työntekijälle sekä tukea ja edesauttaa työntekijöiden jaksamista ja työkykyä. Lähtökohtana turvallisen toiminnan suunnittelulle on huomioida muun muassa millaisia työtehtäviä työpaikalla tehdään, millaisessa työympäristössä toimitaan sekä millaisella henkilöstöllä, välineillä ja menetelmillä työ suoritetaan. Työpaikoilla sovitaan usein yhteisistä toimintaohjeista. Näiden ohjeiden pohjalla käytettävää turvallisuusselvitystä on tehtävä järjestelmällisesti ja tietoja on päivitettävä muuttuvien työolojen mukaan. Turvallisuusohjeisiin on koko organisaation sitouduttava ja siksi niistä olisikin tärkeää sopia kaikkien osapuolien kesken. (Työturvallisuuslaki 738/2002, 9§)

Työturvallisuusohjeisiin kuuluvat muun muassa (Työturvallisuuskeskus 2012):

- Kulkulupa ja työluvut
- Vaaraa aiheuttavien koneiden turvallisuusohjeet
- Työpaikalla liikkuvien työkoneiden liikenteen järjestämisestä laaditut ohjeet
- Erityistoimia edellyttävien työmenetelmiin liittyvät käyttö- ja toimintaohjeet
- Ryöstö- ja väkivaltatilanteisiin laaditut toimintaohjeet
- Uhkatilanteiden jälkihoito-ohjeet
- Työpaikkakiusaamisen ehkäisy, konfliktien ratkaisumalli
- Päihdeongelmaisten hoitoonohjaus
- Yksintyöskentelyohjeet
- Paloturvallisuuteen liittyvät ohjeet
- Ensiapuvalmiuden ylläpitoon liittyvät ohjeistot

### 2.3.2 Paloturvallisuus

Rakennusten paloturvallisuudesta säädetään muun muassa Pelastuslaissa (29.4.2011/379). 14 §:ssä määritellään toiminnanharjoittajan sekä rakennuksen omistajan ja haltijan velvollisuudet huolehtia omatoimisesti rakennuksesta ja sen ympäristöstä siten, että tulipalon syttymisen ja leviämisen vaara on vähäinen, rakennuksessa olevat henkilöt pystyvät vaaratilanteessa poistumaan rakennuksesta, pelastustoiminta on onnettomuuden sattuessa mahdollista ja että se voitaisiin suorittaa turvallisesti. (Pelastuslaki 379/2011, 14 §)

### 2.3.3 Ergonomia

Varastoa suunniteltaessa on otettava huomioon myös ergonomiset näkökohdat. Ergonomisesti näkökohdat voidaan jakaa kahteen osaan; ympäristötekijöihin ja työmenetelmätekijöihin. Ympäristötekijöiden osalta on kiinnitettävä huomiota muun muassa tiloihin, lämpötilaan, ilmankosteuteen, melutasoon, valaistukseen ja ilmavirtoihin. Työmenetelmien osalta merkitystä on työskentelyasennolla, nostettavien ja kannettavien tavaroiden painolla. Koska varastotyö on olosuhteiltaan usein lyhytaikaista, voidaan sallia jossakin määrin myös ergonomisesti vaikeat työskentelyolosuhteet (Pouri 1983, 152–153)

### 3 PIENOSIEN VARASTOINTI

#### 3.1 Laatikot



Kuva 1. Muovilaatikoita (SSI Schäferin www-sivut 2012)

Muovisia laatikoita (kuva 1) käytetään monien tavaroiden varastointiin ja kuljetukseen. Niiden koot on standardisoituja, jonka vuoksi ne sopivat hyvin hyllyihin ja kuormalavoihin. Laatikoita voidaan tarpeen mukaan pinota päällekkäin tai tyhjinä sisäkkäin, jolloin ne säästävät tilaa. Laatikot sopivat myös hyvin kuljettimella, kuljetinradoilla tai laatikkovaunuilla siirrettäviksi. (Karhunen, Pouri & Santala 2008, 317)

### 3.2 Pienosien varastointiratkaisut

Taulukossa 1 on vertailtu varastoratkaisujen optimaalisia toiminta-alueita. Tarkemmin varastointiratkaisut on esitetty seuraavissa kappaleissa.

Taulukko 1. Varastoratkaisujen optimaaliset toiminta-alueet. (Richards 2011, 96)

	<b>Pientavarahyllystö</b>	<b>Läpivirtaushyllystö</b>	<b>Varastokaruselli</b>	<b>Miniload</b>
<b>Keräilytapa</b>	Optimaalinen kun kerätään kappalekohtaisesti tai varaston sisäisistä laatikoista. Toteutettavissa myös silloin, kun keräilyn kohteena koko laatikko.	Optimaalinen kun kerätään kappalekohtaisesti tai varaston sisäisistä laatikoista. Toteutettavissa myös silloin, kun keräilyn kohteena koko laatikko.	Optimaalinen kun kerätään kappalekohtaisesti tai varaston sisäisistä laatikoista. Toteutettavissa myös silloin, kun keräilyn kohteena koko laatikko.	Sopii kaikille tavoille (kappale, varaston sisäinen tai koko laatikko).
<b>Turvallisuus</b>	Keskitasoa tai matala.	Matala.	Korkea.	Korkea
<b>Päivittäiset otot</b>	Toteutettavissa kaikilla tasoilla.	Toteutettavissa kaikilla tasoilla.	Optimaalinen kun ottoja muutama päivässä. Useampaa karusellia käyttämällä voidaan saavuttaa haluttu taso.	Toteutettavissa tarpeiden mukaan.
<b>Kapasiteetti</b>	Optimaalinen pienellä kapasiteetilla.	Optimaalinen keskitason kapasiteetilla. Toteutettavissa myös suurella kapasiteetilla.	Optimaalinen pienellä kapasiteetilla. Useampaa karusellia käyttämällä voidaan saavuttaa haluttu taso.	Toteutettavissa tarpeiden mukaan.
<b>Nopeus</b>	Optimaalinen vähäisillä hauilla.	Optimaalinen vähäisillä hauilla.	Optimaalinen keskitasoisilla hauilla.	Toteutettavissa tarpeiden mukaan.
<b>Kustannukset</b>	Matalat.	Keskitasoiset.	Korkeat.	Korkeat.
<b>Joustavuus</b>	Helposti muokattavissa.	Helposti muokattavissa.	Vaikea muokata.	Vaikea muokata.

### 3.2.1 Pientavarahyllystö

Pientavarahyllyt ovat yleensä elementtirakenteista koottuja hyllystöjä (kuva 2), joiden muuntelu ja laajentaminen muuttuvien tarpeiden mukaan on helppoa. Hyllyt valmistetaan yleensä taivutetuista teräslevyistä. Pientavarahyllyistä voidaan muodostaa myös muutaman kerroksen varastoja. Tällöin hyllyjen lisäksi tarvitaan välitasoja, portaat, kaiteet ja trukkiportit. Pientavarahyllystöjen syvyys on yleensä 0,3-0,6 metriä, käytäväleveys 0,6-0,8 metriä ja korkeus enintään 2,1 metriä. (Karhunen, Pouri & Santala 2008, 341–345)



Kuva 2. Pientavarahyllystö laatikoilla. (Kastenin www-sivut 2012)

Tuotteiden sijoittelussa hyllystöön on otettava huomioon nimikkeen menekki. Kysytyimmät nimikkeet kannattaa sijoittaa keskeisille paikoille, jotta niiden keräily on helpompaa ja nopeampaa. Ylä- ja alahyllyt kannattaa käyttää vähän kysytyjen nimikkeiden varastointiin tai kysytyimpien nimikkeiden varapaikkoina. (Karhunen, Pouri & Santala 2008, 344)

### 3.2.2 Läpivirtaushylly

Läpivirtaushyllyjen idea perustuu ”First in First out” –periaatteeseen, jossa tavarat otetaan käyttöön ikäjärjestyksessä. Tällaista varastointitekniikkaa käyttäen voidaan rakentaa tiivis varastointialue. Hyllyt täytetään toisesta päästä, jonka jälkeen tavara



siirtyy esimerkiksi rulla- tai kiekkorataa pitkin hyllyn toiseen päähän tai jo hyllyllä olevan jonon viimeisen kuormayksikön viereen. Otto tapahtuu siis hyllyn toiselta puolelta kuin mistä täyttö (kuva 3). Läpivirtaushyllyt sopivat varastoihin, joissa tavanimikkeitä on vähän, alle 1000, mutta tavaramäärät ovat suuret ja nimikkeet usein kysytyjä. (Karhunen, Pouri & Santala 2008, 364–365)



Kuva 3. Läpivirtaushylly (Intologin www-sivut 2010)

Läpivirtausvarastot toteutetaan matalina varastoratkaisuuina, siten että hyllykorkeus on maksimissaan kaksi ja puoli metriä. Tällöin varastoon ei tarvita nostoapulaitteita vaan kaikki varaston toiminnot voidaan tehdä lattiatasolta. Tämä on myös merkittävä etu varaston siirrettävyyden ja joustavuuden kannalta, sillä varasto on helposti muunneltavissa kulloistenkin tarpeiden mukaan ja muotoonkin pystytään vaikuttamaan jälkikäteen. Läpivirtaushyllyjen etuna tavallisiin pientavarahyllystöihin verrattuna on hyllytasojen syvyys, sillä samaa nimikettä voidaan varastoida hyllyyn peräkkäin useamman laatikon verran. Tällöin vähennetään varastohyllyjen kokonaistarvetta. Ongelmana on kuitenkin hyllyjen oikeanlainen mitoitus, sillä kaikkia nimikkeitä ei välttämättä tarvita koko varastopaikan verran, jolloin tilan käyttö ei ole tehokasta. (Nordfors 2002, 87–88)

### 3.2.3 Varastokaruselli

Varastokarusellit ovat varastoautomaatteja, joita voidaan ohjata käsin tai automaattisesti. Varastokarusellit voidaan jakaa toimintasuuntansa vuoksi pysty- ja vaakasuuntaisiin. Molemmissa toimintaperiaate on samanlainen, erona siis vain karusellien kiertosuunta. Paternostereissa eli pystysuorissa varastokaruselleissa tavaran jättö ja otto tapahtuu koneella tai käsin lattiatasolta. Varastojen karuselleja pyöritetään niin kauan, että haluttu laatikko on otto-/jättöpaikan kohdalla. Karusellien pituus vaikuttaa tuotteiden haku-aikaan. Paternostereiden hyllyvälien kokoa voidaan muuttaa tar-

peen mukaan, mikä mahdollistaa erikokoistenkin laatikoiden varastoinnin automaattissa. Laatikoiden sijoittelussa on kuitenkin huomioitava painojen jakautuminen mahdollisimman tasaisesti hyllytasoilla. Paternostereilla voidaan pienellä varastopinta-alalla käsitellä suuria tuotevalikoimia tehokkaasti. (Karhunen, Pouri & Santala 2008, 366–367)



Kuva 4. Paternoster (Kastenin www-sivut 2012)

### 3.2.4 Automaattivarasto



Kuva 5. Miniload-automaattivarasto (META:n www-sivut 2012)

Miniloadilla (kuva 5) tarkoitetaan automatisoitua pientavaravarastoa, jossa tuotteet varastoidaan laatikoissa. Miniload sopii etenkin tavaroille, joiden haku toimii keräilyperiaatteella. Järjestelmää ohjataan tietokoneelta, automaattiset hyllystöjen käyttölaitteet ottavat tavarat hyllyistä ja asettavat ne keräilypaikalle tai kuljettimelle. Miniloadissa hyllyistä keräily tapahtuu automatisoituna, joten tavaroiden etsiminen jää

pois ja pitkät siirtomatkat hyllyistä keräilypaikalle nopeutuvat verrattuna manuaaliseen keräilyyn. Riippuen varastolle asetetuista tarpeista, laatikot voidaan ottaa mukaan tai ihminen voi suorittaa keräilyn ja palauttaa sitten laatikon takaisin varastoon. (SSI Schäfer 2009, H2)

Automatisoidut pientavaravarastot toteutetaan yleensä korkeavarastoina. Hyllystöjen välissä kulkee hissi, joka hakee laatikoita hyllyistä. Yksi hissi toimii pääasiassa vain yhdessä välissä, mutta toiminnan tehostamiseksi on olemassa solanvaihtovaunuja tai -kiskoja, joiden avulla hissi saadaan siirtymään hyllykäytävältä toiselle. Tällöin yhdellä hissillä voidaan käsitellä useamman käytävän tavaroita. Hissit ovat yleensä varustettu ohjaamoilla, vaikka niiden toiminta olisi automatisoitu. Ohjaamon tarkoituksena on mahdollistaa pääsy käytäville myös inventoinnin ja häiriötilanteiden aikana. (Karhunen, Pouri & Santala 2008, 356–359)

Hyllystöhissejä käytettäessä on tehokkuuden kannalta järkevää pitää sisäänvienti- ja ulostuontikohdat samassa hyllypäässä. Tällä mahdollistetaan hissien tehokas käyttö kun aina tavaraa viedessä tuodaan sitä myös pois, jolloin hissien tyhjänä ajo vähenee merkittävästi. Toiminnan tehokkuuden kannalta olennaista on myös hyllystöjen pituus ja korkeus. Hissien kiihtyvyydet ja siihen liittyvät turvallisuusseikat huomioon ottaen 20 metriä korkean hyllystön sopiva pituus olisi noin 90 metriä. Kolmas tehokkuuteen liittyvä asia on nimikkeiden sijoittaminen hyllystöön. Usein kysytyjä nimikkeitä tulisi sijoittaa tasaisesti eri hyllykäytävälle hissien käyttökapasiteetin jakamiseksi ja toimintakyvyn varmistamiseksi. (Karhunen, Pouri & Santala 2008, 359)

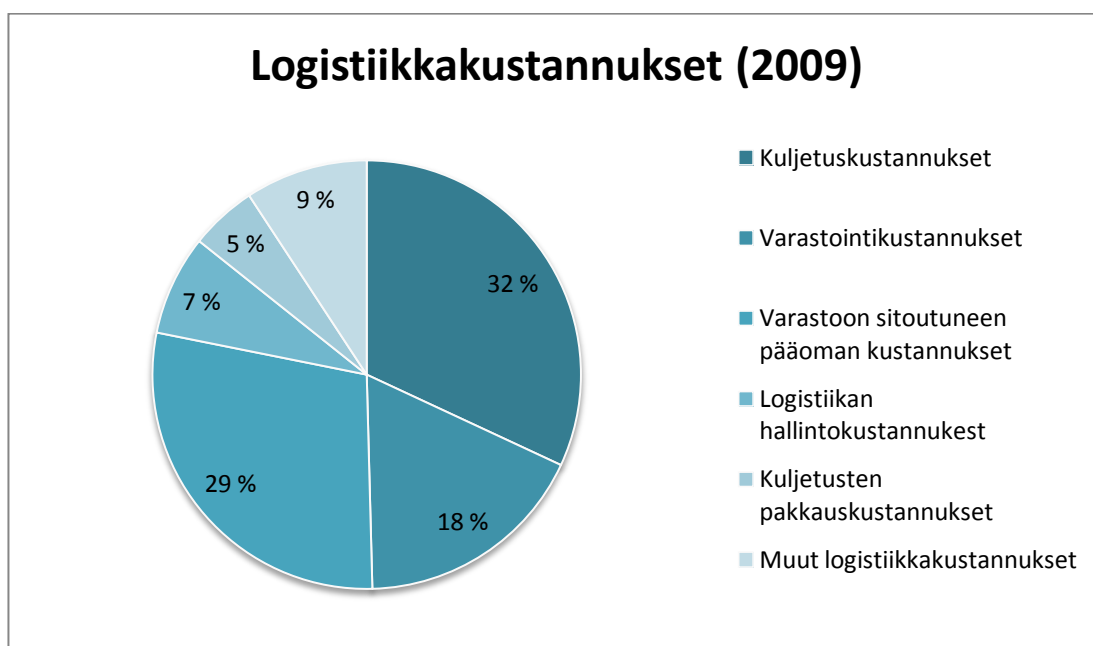
Korkeavarastoissa hyllystöhissien käytäväleveydeksi riittää noin 1,2 metriä. Keräystulos korkeavarastohyllyissä on noin 500 riviä työvuoroa kohti, kun tavanomaisen pientavarahyllystön osalta sama lukema on enintään 250 riviä. Hyllystöhissien heikkoutena on toimimattomuus sähkökatkosten aikana. Tämä tulee huomioida varaston suunnittelussa, jotta osataan varautua hetkellisiin toimintakyvyttömyyksiin. Sähkökatkoksista johtuvaa menetystä voidaan pitää kuitenkin suhteellisen pienenä haittana verrattuna hyllystöhissien tuomiin etuihin. (Pouri 1983, 92)

Automaattijärjestelmillä saadaan vähennettyä henkilöstön tarvetta ja siitä aiheutuvia työkuulumuksia. Automaation käyttö lisää tehokkuutta ja tarkkuutta, samalla poista-

en tuotevirtojen pullonkauloja. Myös tuotteiden valvonta ja turvallisuus paranevat automaatiolla. (Richards 2011, 82)

#### 4 VARASTOINNIN KUSTANNUSRAKENNE

Logistiikkakustannusten osuus yrityksen liikevaihdosta on 11,9 prosenttia. Kuljetukset, varastointi ja varastoon sitoutuneen pääoman kustannukset ovat suurimpia logistiikkakustannusten tekijöitä. Alla olevassa kuviossa on esitetty logistiikkakustannusten jakautuminen eri osatekijöihin. (Solakivi, Ojala, Töyli, Hälinen, Lorentz, Rantasila, Huolila & Laari 2010, 71, 74)



Kuvio 2. Logistiikkakustannusten jakautuminen tekijöihin. (Solakivi, Ojala, Töyli, Hälinen, Lorentz, Rantasila, Huolila & Laari 2010, 74)

Varastoinnin tyypillisiä kustannuksia ovat (Richards 2011, 213–214):

- Tilasta aiheutuvat kustannukset
  - Vuokra- tai muut rakennuksesta ja tontista aiheutuvat kustannukset ja poistot
  - Vakuutus
  - Verot
  - Käyttökustannukset

- Kiinteiden kalusteiden ja lisävarusteiden poistot
- Korjaus- ja ylläpitokustannukset
- Puhtaus- ja turvallisuuskustannukset sekä muut rakennuksen laitteiden poistot
- Jätehuolto
- Kiinteät henkilöstökulut
  - Palkat henkilösivukuluineen
  - Vakuutus
  - Turvallisuusvarusteet
  - Terveysthuolto
  - Perehdytys- ja koulutuskustannukset
- Muuttuvat henkilöstökulut
  - Ylityökorvaukset
  - Bonukset
- Kiinteät laitekustannukset
  - Vuokra-, leasing- tai poistokustannukset
- Muuttuvat laitekustannukset
  - Juoksevat menot, kuten polttoaine, renkaat tai voiteluaineet
  - Pakkaukset, kuormalavat, päällysteet
- Yleiskustannukset (sis. Yrityksen hallinto, talous, henkilöstöhallinto, IT, myynti ja markkinointi)
  - Palkat henkilösivukuluineen sekä työsuhde-edut
  - Yrityksen autot ja juoksevat menot
  - Toimistolaitteiden ja –kalusteiden vuokra- tai poistokustannukset
  - Tietotekniikka kustannukset (laitteistot ja ohjelmistot)
  - Markkinointikustannukset
- Muut kustannukset
  - Viestintä
  - Postitus
  - Pankki- ja korkokulut
  - Rahoituskulut
  - Vakuutus
  - Ammatinharjoittajan ja oikeuden palkkiot

## 5 BENCHMARKING

Benchmarking on jatkuvan ja systemaattisen kehittämisen oppimiskeino. Benchmarkingilla tarkoitetaan oman organisaation toiminnan vertailua parhaisiin käytäntöihin. Benchmarkingissa tutustutaan toisen organisaation toimintatapoihin, analysoidaan niitä ja pyritään niistä oppimalla parantamaan oman organisaation toimintatapoja. Benchmarking voi olla sisäistä, jolloin vertailukohteena on toinen organisaatio. Tällöin kynnys vertailuun on matala. Kun toisena osapuolena on toinen yritys, benchmarkingia voidaan toisaalta pitää kilpailijavertailuna. Mikäli vertailua tehdään kahden vastakkain kilpailevan yrityksen välillä, on hyvä sopia yhteisistä pelisäännöistä, koska tarkoituksena ei kuitenkaan ole teollisuusvakoilla. (Kaivos, Laamanen, Salonen & Valpola 1995, 10)

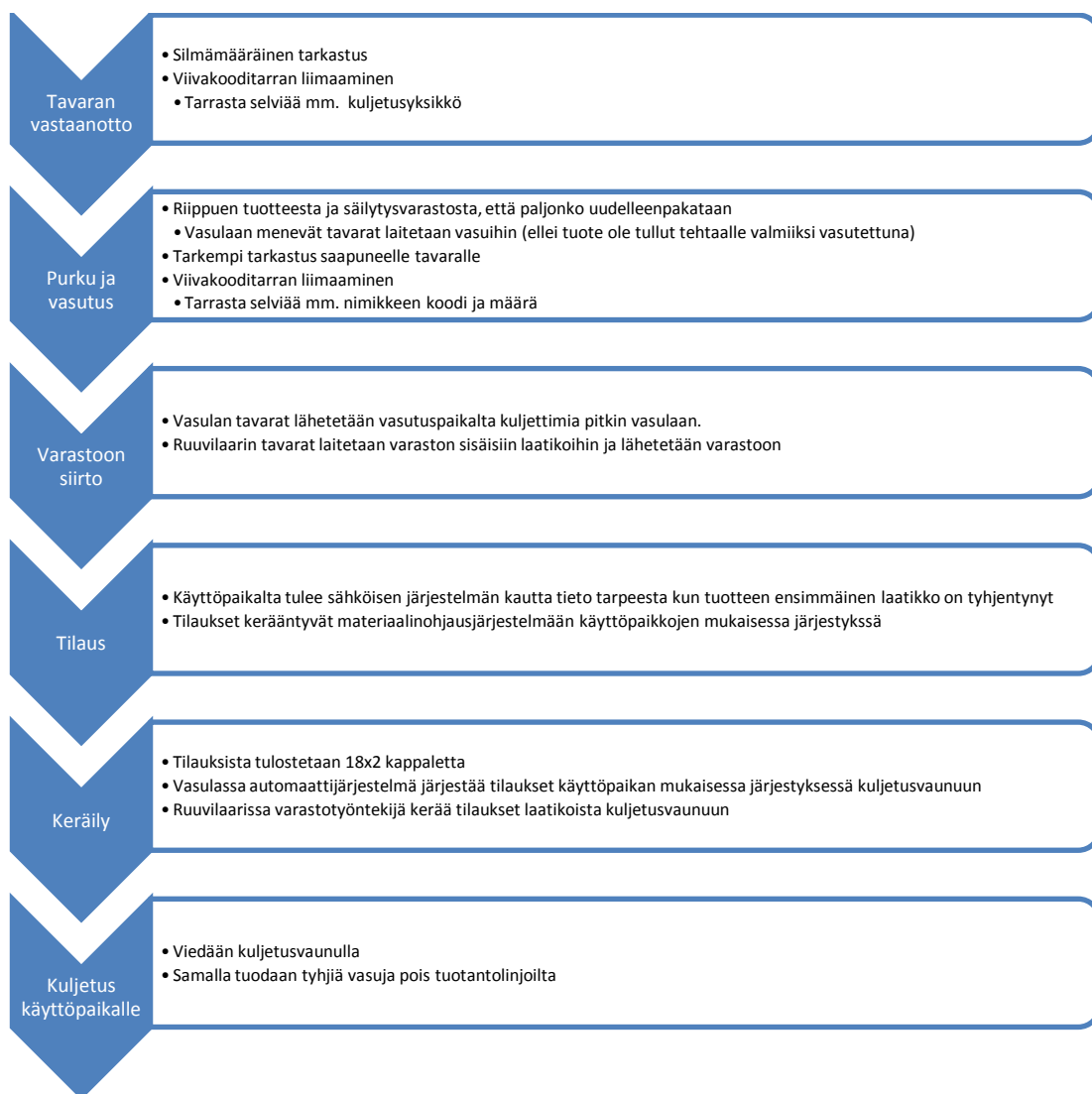
Benchmarkingiin perustuva kehittämistyö voi kohdistua tiettyyn osa-alueeseen kuten strategiaan, prosesseihin tai tuotteisiin. Aluksi on selvitettävä omat käytännöt koskien kehitettävää kohdetta. Jo selvitysvaiheessa voidaan havaita toimenpiteitä, joilla toimintaa saadaan helposti kehitettyä. Nämä toimet ovat usein kuitenkin vähäisiä, ja siksi onkin tarpeen verrata omaa toimintaa suuremmassa mittakaavassa toisen organisaation toimintaan. Kun omat ongelmakohdat ovat selvillä, on tarpeen etsiä benchmarking-kumppani. Yhteistyökumppanin löydyttyä ja eettisten pelisääntöjen sopimisen jälkeen suoritetaan tietojenkeruuta vertailemalla ja analysoimalla. Tämän jälkeen mietitään, mitkä toisen organisaation toimista olisi hyödynnettävissä omassa organisaatiossa jotta voitaisiin oma toiminta kehittää parhaaksi mahdolliseksi. (Kaivos, Laamanen, Salonen & Valpola 1995, 11–12)

Benchmarking on oppimistekniikkana käytännönläheinen ja se sisältää vain vähän teoriaa. Jotta benchmarkingista olisi käytännön hyötyä, on sen johdettava toimenpiteisiin. Se on toteutettava projektihallinnan keinoin, jolloin kehittämistä seurataan jatkuvasti. (Kaivos, Laamanen, Salonen & Valpola 1995, 83)

## 6 TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN

### 6.1 Varaston materiaalitoiminnot

Varaston materiaalitoiminnoilla käsitetään tavaran vastaanottoon, purkuun, uudelleen pakkaukseen, säilytykseen, keräilyyn ja varastosta lähettämiseen liittyvät toiminnot. Alla olevassa kuviossa on esitetty tarkemmin näitä toimintoja Valmet Automotiven pienosien varastoinnin osalta. (Marttila henkilökohtainen tiedonanto 2.1.2012)



Kuvio 3. Pienosvaraston materiaalitoiminnot (Marttila henkilökohtainen tiedonanto 2.1.2012)

## 6.2 Automaattivarastojen nykytila

Kyseessä olevien varastojen tarkoituksena on turvata pienosien osalta yrityksen tuotantotoiminnan jatkuvuus. Tällaiset tarvikevarastot ovat tarpeen, jotta voidaan varmistua osien saatavuudesta tuotantolinjoilla, maalaamossa ja hitsaamossa aina kun niitä tarvitaan. (Lehtonen henkilökohtainen tiedonanto 10.1.2012)

Varastot on otettu käyttöön 1980-luvulla, joten varaosien ja osaavan huoltohenkilöstön saamisessa on ongelmia. Yrityksen palveluksessa työskentelee yksi varastoa huoltava henkilö, joka kuitenkin on jäämässä eläkkeelle lähivuosina. Pieniä huolto-toimenpiteitä osaavat tehdä myös varastotyöntekijät. Varastoja on käyttöönoton jälkeen modifioitu useampaan kertaan. Modifioinnilla on saatu aikaan hetkellisiä parannuksia, mutta nyt varastojen uusiminen nähdään parempana vaihtoehtona. Varastojen toimintavarmuus ja nopeus eivät vastaa nykypäivän tarpeita. (Lehtonen henkilökohtainen tiedonanto 10.1.2012).

Varastoista toinen, vasula, on sijoitettu tuotantolinjojen läheisyyteen, jonka vuoksi kuljetinrata tavaran vastaanottopisteeltä varastoon on pitkä. Tämä aiheuttaa joskus jopa aikaongelmia, kun tavara on vielä kuljetinradalla vaikka se tarvitsisi saada jo ulos varastosta. Toinen varasto, ruuvilaari, on sijoitettu vastaanottopisteen läheisyyteen ja on siksi sijainniltaan toimivampi. (Lehtonen henkilökohtainen tiedonanto 10.1.2012).

### 6.2.1 Laatikot

Valmet Automotivella on nykyisin varastoinnissa käytössä standardikokoisia muovilaatikoita eli vasuja. Pienosat tulevat toimittajilta jo valmiiksi vasuissa tai ne siirretään kuorman purun yhteydessä vasuihin. Pääasiassa tulevat osat joudutaan vasuttamaan, sillä vain eurooppalaisten toimittajien tuotteet tulevat valmiiksi vasuissa. Vasuja on käytössä kolmea eri kokoa (Marttila henkilökohtainen tiedonanto 2.1.2012);

- Iso vasu eli leipälaatikko
  - $800 \times 600 \times 200$
  - Tämä laatikkokoko vaatii varastotilaa kahden keskikokoisen verran.



- Keskikokoinen vasu
  - $600 \times 400 \times 200$
  - Mielletään yrityksessä ns. normaalikokoiseksi
  - Eniten käytössä oleva
- Pieni vasu
  - $400 \times 300 \times 200$
  - Tämä laatikkokoko vaatii varastotilaa puolet keskikokoiseen verrattuna.

Tällä hetkellä vasulassa varastoidaan vain yhtä nimikettä per vasu. Vasulan toiminta perustuu siihen, että käyttöpaikalle toimitetaan aina vasu kokonaisuudessaan. Ruuvilaarin metallisissa laatikoissa voi olla useampaa nimikettä per laatikko. Ruuvilaarin laatikosta otetaan kerrallaan vain tarvittavaa nimikettä. Siellä laatikko palautuu keräilyn jälkeen takaisin varastoon, vapaalle hyllypaikalle. Ruuvilaarissa varastoitavat tuotteet on pakattu toimittajien luona jo pahvilaatikoihin ja niissä ne viedään myös käyttöpaikoille. Jatkossakin halutaan pitää kiinni vasujen käytöstä, sillä pahvilaatikoiden ja muiden pakkausmateriaalien säilyttäminen ja hävittäminen käyttöpaikoilla on ongelma. Vasut saadaan tyhjänä kasattua päällekkäin ja niitä tuodaan pois käyttöpaikoilta samalla kun uusia viedään. Vasuja voidaan käyttää ja käytetäänkin uudelleen niin kauan kuin ne säilyvät ehjinä. (Marttila henkilökohtainen tiedonanto 2.1.2012)

Vasujen uudelleenkäytöstä aiheutuu myös ongelmia, koska (Lehtonen henkilökohtainen tiedonanto 10.1.2012):

- Vanhat tarrat pitäisivät poistaa kokonaan, ettei kone pysty niitä lukemaan ja tätä kautta luule tuotetta toiseksi
- Tavarakoodit ilmoitetaan tarralapuissa, jotka eivät kuitenkaan pysy aina koko matkaa laatikossa kiinni ja kun laatikosta puuttuu tarralappu, kone ei pysty laatikkoa tunnistamaan
- Laatikot joutuvat kestävämpään paljon mekaanista käsittelyä, joten ne hajoavat helposti. Rikkoutuneet laatikot jäävät kiinni kuljettimilla, jolloin niitä on au-tettava ja haettava pois varastotyöntekijöiden toimesta.

Vasuihin pyritään laittamaan aina vähintään 25 auton osat. Aina tämä kuitenkin ei ole mahdollista, sillä toimittajalta saattaa tulla pienempi erä tavaraa tai kyseessä voi olla värisidonnainen osa. Etenkin värisidonnaisia osia tulee usein vain muutama kappale. Näitä värisidonnaisia ei voida tällä hetkellä yhdistää samoihin vasuihin, koska vasut viedään kokonaan aina käyttöpaikoille ja täten ei voitaisi varmistua esimerkiksi FIFO-periaatteen toimivuudesta. Vasujen täytössä on otettava huomioon myös paino. Vasun paino voi olla enintään noin 25 kilogrammaa, vaikka hyllystöhissien nostokyky olisikin suurempi. Vasut joudutaan kuljetusten yhteydessä nostamaan manuaalisesti kuljetuskärrystä käyttöpaikoille. Joskus vasuja on haettava syystä tai toisesta manuaalisesti myös varastohyllyistä. Tämä aiheuttaa lisätyötä vasutuksen yhteydessä, sillä saapuva tavarakerä on usein jaettava useampaan vasuun paino huomioiden. (Marttila henkilökohtainen tiedonanto 2.1.2012)

#### 6.2.2 Keräily ja sisäiset kuljetukset

Tuotantolinjoilla eli tavaroiden käyttöpaikalla on käytössä kaksi-laatikkojärjestelmä. Tämä tarkoittaa sitä, että kun toinen laatikoista tyhjenee, käyttäjä tilaa varastosta lisää tavaraa tuotekoodin perusteella ja ottaa käyttöön toisessa laatikossa olevat tavarat. Sinä aikana kun käytetään toisen laatikon tavaroita, on varastohenkilökunnalla aikaa toimittaa tilattu tuote käyttöpaikalle. (Marttila henkilökohtainen tiedonanto 2.1.2012)

Käyttöpaikoilta tehdään siis tavaratilaukset varastoon kun ensimmäinen laatikoista on tyhjentynyt. Tilaus tehdään viivakoodilukijalla, joka lähettää tiedon sähköisesti materiaalinohjausjärjestelmään. Mikäli kyseessä on kiireellinen tarve, voidaan tuote tilata esimerkiksi puhelimitse varastohenkilökunnalta. Sähköisesti tulleet tilaukset kerätään varastopaikalla automaattisesti keräilylistoiksi. Ohjelma järjestää tilaukset automaattisesti käyttöpaikan perusteella. Yhteen keräilylistaan otetaan enintään 18 tilausta. Kun tilaus tulostetaan, materiaalinohjausjärjestelmä lähettää tiedon automaattisesti varastonohjausjärjestelmään, jonka kautta tieto kulkee hyllystöhisseille ja kuljettimille. Näin ollen tilaus saadaan ulos oikeassa järjestyksessä. Yhteen kuljetusvaunuun mahtuu 36 vasua eli kahden täyden keräilylistan verran. Kun vaunu on täynnä, viedään vasut käyttöpaikoille. Mikäli tilauksia ei tule tarpeeksi ja kyseisen

keräilykuorman ensimmäisestä tilauksesta on aikaa, voidaan viedä myös vajaita kuormia. Tällä varmistetaan se, ettei mikään tuote pääse kokonaan ainakaan loppumaan käyttöpaikoilta. (Lehtonen henkilökohtainen tiedonanto 10.1.2012)

### 6.3 Materiaalivirta-analyysi

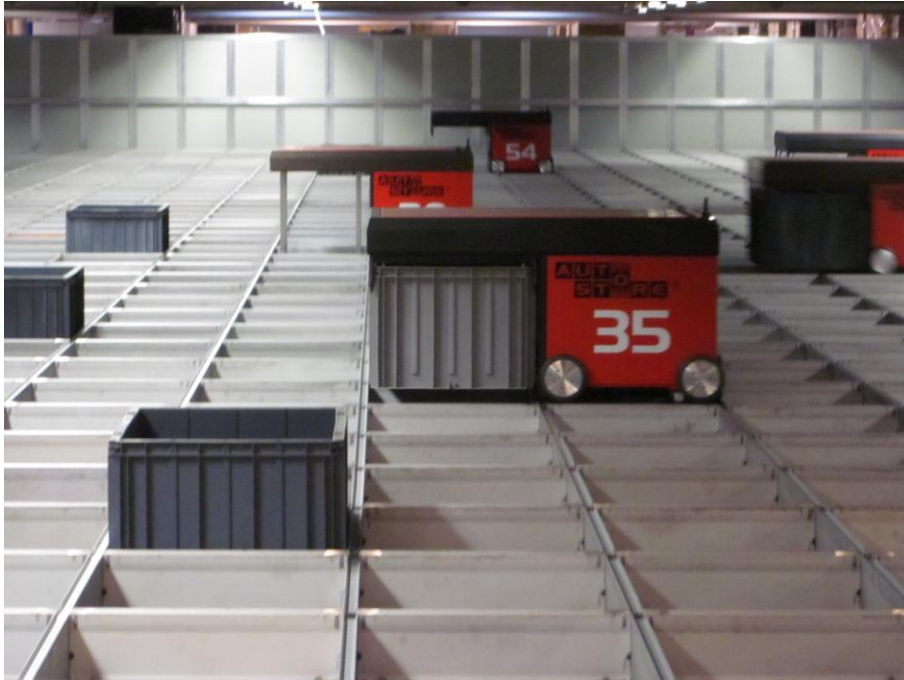
Materiaalivirta-analyysia lähdettiin tekemään selvittämällä aikaisempia ja nykyisiä varastomääriä. Tällä hetkellä vasulassa varastoidaan 12 000 laatikkoa ja ruuvilaarissa 4 000. Arvioitaessa tulevia määriä, käytettiin perusoletuksena 100 auton valmistusta päivää kohden. Osilla pidetään kymmenen päivän varmuusvarastoa, eli kerrallaan varastossa olisi 1 000 auton osat. Yhden auton osien määräksi on arvioitu noin kymmenen laatikkoa, joista kaksi on pieniä laatikoita, seitsemän keskikokoisia vasuja ja yksi leipälaatikko. Näin ollen koko varaston koko olisi 10 000 laatikkoa. (Marttila henkilökohtainen tiedonanto 20.1.2012.)

### 6.4 Tutkimusmenetelmät

Vaihtoehtoisia varastoratkaisuja lähdettiin selvittämään tiedonhakumenetelmillä. Manuaalisen ja puoliautomaattisen varastoinnin ratkaisuja löytyy jo yrityksen muiden osastojen käytöstä, joten toteutettavien yritysvierailujen päämääränä oli tutustua automatisoituihin varastoratkaisuihin. Yritysvierailukohteita lähdettiin selvittämään automaattivarastojen toimittajien kautta. Toimittajiksi valittiin kolme suurempaa toimittajaa Algol Technics Oy, SSI Schäfer sekä Swisslog.

Algol Technics on osa suomalaista Algol-konsernia ja se on erikoistunut teollisuuden tuoteratkaisuihin, nostojen, siirtojen ja varastoinnin järjestelmätoimituksiin sekä käyttövarmuuspalveluihin (Algol Technicsin www-sivut 2012). SSI Schäfer on saksalainen perheyritys, joka toimii maailmanlaajuisesti. Yritys on maailman suurimpia kokonaisratkaisujen toimittajia logistiikan alalla (SSI Schäferin www-sivut 2012). Swisslog on maailmanlaajuinen logistiikkajärjestelmien toimittaja, joka on keskittynyt varasto- ja jakelukeskusjärjestelmien lisäksi muun muassa sairaalalogistiikkaan (Swisslogin www-sivut 2012).

Algol Technicsin ja SSI Schäferin tarjoama automaattivarasto perustuu hyllystöhissien toimintaan, joista kerrottiin jo luvussa 3.5 Miniload. Swisslogin toimittama AutoStore on toimintaperiaatteeltaan erilainen. Siinä laatikoita kuljettavat varaston päällä liikkuvat robotit (kuva 6). Varasto koostuu alumiinikiskoista, laatikoista, roboteista ja porteista. Alumiinikiskoista muodostuu kehikko jokaisen varastolaatikon ympärille. Robotti varastoi laatikoita jokaiseen kehikoista muodostuneen solun sisälle. Laatikot eivät nojaa kiskoihin vaan ovat varastoituna päällekkäin. Erilaiset variaatiot korkeuden ja muodon suhteen ovat mahdollisia kehikkoa rakentaessa ja siksi esimerkiksi tolpat yms. eivät ole rajoittavia tekijöitä varastolayoutin suunnittelussa. Robotit kulkevat varaston päällä alumiinikiskoja pitkin. Roboteissa on kahdeksan pyörää, joista kerrallaan on käytössä neljä. Toisia pyöriä käytetään kun mennään suuntaan X ja toisia suuntaan Y. Roboteissa on myös koukut, joilla se nostaa laatikon varastopaikaltaan, kuljettaa sen haluttuun kohtaan ja laskee paikalleen. Robotit kommunikoivat hallintajärjestelmän kanssa langattomasti ja menevät automaattisesti lataukseen kun on tarve. Normaalisti lataus ajoitetaan yöhön. Robottien lukumäärällä on suora vaikutus in-/out-kapasiteettiin. Portit, joiden kautta laatikoita laitetaan varastoon tai otetaan sieltä ulos, voidaan asentaa varastokehikon mille tahansa laidalle tai jopa alle mikäli varasto on rakennettu muiden toimintojen yläpuolelle. Varaston työntekijät käyttävät järjestelmää porteilta. Työntekijä tilaa haluamansa laatikon tietokonejärjestelmän kautta. Kun robotti on toimittanut laatikon portille, portti vaihtaa uuden laatikon aiemmin tuodun tilalle ja palauttaa aiemmin tuodun takaisin varastoon. Portteja voi olla useampia ja tällöin jokaiselta portilta voidaan ohjata varastojärjestelmää. Porttien lukumäärällä voidaan vaikuttaa in-/out-kapasiteettiin. Oikeassa suhteessa portteja ja robotteja maksimoidaan in-/out-kapasiteetti. Mikäli näitä on tarpeeksi, voi noutoja olla jopa useita tuhansia tunnissa. AutoStoressa käytettävät laatikot ovat standardikokoisia (601x401x310mm). Niiden materiaalina käytetään pääasiassa muovia, mutta niitä on saatavilla tilattuna myös muista materiaaleista valmistettuina sekä antistaattisina. Laatikoita voi saada myös matalampana (210 mm). AutoStoren käyttöjärjestelmä ohjaa vain robotteja. Laatikoiden osalta se kertoo niiden sijainnin (X- ja Y-koordinaatit) sekä korkeuden ja onko laatikko tyhjä vai onko siinä tavaraa (0 tai 1). Käyttöjärjestelmä voidaan konfiguroida asiakkaan tarpeiden mukaisesti. Järjestelmään saadaan ohjelmoitua myös laatikoiden ”tärkeys”, jolloin eniten kiertäviä laatikoita ei viedä alimmaiseksi koska niiden hakeminen olisi hidasta. (Swisslogin www-sivut 2012)



Kuva 6. AutoStore kuvattuna varaston ylätasanteelta.

## 6.5 Varastojärjestelmien vertailu

Valittiinpa uudeksi varastoksi manuaalinen, puoliautomaattinen tai automaattinen ratkaisu, on muovilaatikoiden käyttö haluttu säilyttää varastoinnin osana. Myöskään täydellistä automaatiotasoa pienvarastoinnin osalta ei ole nähty tarpeelliseksi, vaan on päätetty keskittyä ainoastaan varsinaiseen varastointiin. Tällä päätöksellä halutaan säilyttää ihmistyönä osien uudelleenpakkaaminen, syöttäminen varastoon sekä jakaminen tuotannon käyttöpaikoille. (Salminen henkilökohtainen tiedonanto 2.1.2012)

Luvussa kolme on esitetty varastojärjestelmien vertailu optimaalisten olosuhteiden osalta. Kappaleessa 6.1 kuviossa 3 on esitetty automaattivarastointiin liittyvät materiaalitoinnit. Erona automaattivarastointiin manuaalisessa varastoinnissa vasutuksen jälkeen tavarat olisi siirrettävä ja sijoitettava henkilötyöllä varastohyllyille. Myös varastosta keruu tapahtuu manuaalisesti, mutta muuten toiminnot ovat varsin samankaltaisia varastoinnin automaatioasteesta riippumatta.

Manuaalisen ja automaattisen varastoinnin toiminnalliset ja tekniset erot kuitenkin ovat jossakin määrissä ratkaisevia tekijöitä haluttua varastoratkaisua valitessa. Manuaalista varastoa käytettäessä hyllykorkeus saa olla enintään kaksi ja puoli metriä,

jotta työ voidaan tehdä ilman nostimia. Automaattivarastoilla maksimikorkeus voi olla jopa 13 metriä tai suurempikin mikäli varasto toteutetaan useampi kerroksisena. Manuaalisessa varastossa raskaat tavaralaatikat on syytä sijoittaa alas, mutta automaattisessa varastossa ei sijoituksella ole painon suhteen merkitystä. Toki automaattisessa ratkaisussa kaikkien varastoitavien laatikoiden paino on tällöin rajoitettu noin 25 kiloon, jotta se voidaan ihmistyöllä kuitenkin nostaa jakeluvaiheessa käyttöpaikalle. Tämä painoraja on syytä huomioida myös manuaalisessa varastoratkaisussa. Manuaalinen varastointi asettaa nostelun ja fyysisten toimintojen vuoksi erityisvaatimuksia myös henkilöstön kunnolle sekä terveydelle. Valaistukseen on kiinnitettävä manuaalisessa vaihtoehdossa huomiota koko varaston osalta, mutta automaattivarastossa valaistus on oltava parempi vain työskentelyalueilla. Työturvallisuuskäsitteet on huomioitava varastointiratkaisusta riippumatta, tosin manuaalisessa ja automaattisessa ratkaisussa on pohdittava turvallisuutta erilaisten yksityiskohtien osalta. (Nordfors 2002, 89)

#### 6.5.1 Laatikot

Kaikissa muissa vaihtoehdoissa voidaan hyödyntää jo olemassa olevia laatikoita, mutta AutoStoren osalta vaaditaan omanlaisensa. AutoStoren laatikot ovat patentoituja, joten niitä ei ole kannattavaa hankkia kuin yrityksen sisäiseen käyttöön. Jäljempänä olevassa taulukossa 5 on esitetty varastoratkaisujen kustannusvertailu. AutoStoren hinnassa on mukana 12 000 laatikkoa kokoa 600 x 400 x 210 mm, joilla voidaan kattaa sekä varastoinnin tarve että käyttöpaikoilla olevat laatikot.

#### 6.5.2 Hyllyt

Manuaalisessa pientavarahyllytyksessä yhden hyllymoduulin syvyys 0,6 metriä, korkeus 2,3 metriä ja leveys 0,9 tai 1,2 metriä (Kastenin www-sivut 2012). Leveydeltään pienempää hyllyä kannattaa käyttää varastoitaessa leipälaatikoita. Yhteen hyllyyn mahtuu 36 pientä (400 x 300 x 200) vasua, 18 keskikokoista (600 x 400 x 200) vasua tai 6 leipälaatikkoa (800 x 600 x 200). Näin ollen hyllyjä tarvitaan yhteensä 612 kappaletta, joista 167 kappaletta on kapeampia ja 445 kappaletta leveämpiä. Yhden hyl-

lyn hinta on 155 € 0,9 metriä leveälle hyllylle ja 205 € 1,2 metriä leveälle hyllylle (Turun Hylly- ja Trukkitalon www-sivut 2012)

Manuaalisessa matalassa läpivirtausvarastossa yhden hyllymoduulin syvyys on 2,5 metriä, korkeus 1,7 metriä ja leveys 2,7 metriä. Yhteen hyllyyn mahtuu 288 pientä (400 x 300 x 200) vasua, 144 keskikokoista (600 x 400 x 200) vasua tai 72 leipälaatikkoa (800 x 600 x 200). Vain hyllypaikkoina ajatellen tämä ratkaisu vaatisi 70 hyllyä, mutta koska samaan hyllypaikkaan voidaan laittaa vain yhtä nimikettä, on hyllyjä oltava arviolta 90 kappaletta. Yhden läpivirtaushyllyn hinta on 496 € (Turun Hylly- ja Trukkitalon www-sivut 2012)

Varastokaruselleista tapauksessamme on järkevämpää käyttää paternosteria, jolloin tilankorkeutta voidaan paremmin hyödyntää sekä samalla säästetään lattiapinta-alaa. Paternosterin leveys on 4,5 metriä, korkeus 9,5 metriä ja syvyys 2,5 metriä. Paternostereiden hankintamäärää arvioitaessa on kannattavaa laskea tarve tilavuuden perusteella. Yhden paternosterin hyötytilavuus on noin 30 m<sup>3</sup>. Yhteen paternosteriin mahtuu 1250 pientä (400 x 300 x 200) vasua, 625 keskikokoista (600 x 400 x 200) vasua tai 313 leipälaatikkoa (800 x 600 x 200). Yhteensä paternostereita tarvitaan tilavuuden perusteella 16 kappaletta. Yhden paternosterin hinta on 35 300 € (Turun Hylly- ja Trukkitalon www-sivut 2012)

Miniload-varastossa ratkaisevana tekijänä on hyllystöhissin toiminnallinen matka. Tehokkaan toiminnan varmistamiseksi on syytä hankkia kaksi hyllystöhissiä. Näin ollen muodostuu neljä hyllyrivitä ja kaksi hissikäytävää. Yhden hyllyrivin pituus on noin 42 metriä ja korkeus 9,7 metriä. Tällöin varastossa on 5 400 varastopaikkaa. Yhteen varastopaikkaan mahtuu yksi leipälaatikko, kaksi vasua tai kolme pientä vasua. Miniload-automaattivaraston hinta on 1 020 000 €. (Mäki sähköposti 11.4.2012)

AutoStore-varastossa ei varsinaisia hyllyjä ole, mutta kehikot ja kiskot laatikoiden ympärille tulee. Optimaalinen koko varastolle saadaan kun päällekkäin laitetaan 24 laatikkoa. Yhden kerroksen muodostaa kumpaankin suuntaan 25 laatikkoa. Tämän kokoiseen varastoon on kannattavaa sijoittaa kaksi porttia ja tehokkaan toiminnan varmistamiseksi on hankittava viisi robottia. AutoStoren hinta on 780 000 €. (Andersson sähköposti 15.4.2012)

### 6.5.3 Varastonohjausjärjestelmä

Varastonohjausta varten on hankittava tietojärjestelmä jolla voidaan hallita varastointia. Manuaalisiin varastoratkaisuihin järjestelmä maksaa 50 000 € ja automaattivarastoihin 15 000 €. Myöhemmin esitettävässä taulukossa 4, miniloadin toimitushintaan sisältyy varastonohjausjärjestelmä. (Marttila henkilökohtainen tiedonanto 27.4.2012)

### 6.5.4 Laitehankinnat

Varaston toiminnan varmistamiseksi ja tehostamiseksi on syytä hankkia myös apuvälineitä, kuten trukkeja ja puheohjauspäätteitä. Alla olevassa taulukossa 2 on esitetty laitehankinnat.

Taulukko 2. Laitehankinnat varastotyypeittäin. (Marttila henkilökohtainen tiedonanto 27.4.2012)

	Vetotrukki (á 15 000 €)	Pinontatrukki (á 15 000 €)	Puheohjauspääte (á 3 000 €)
Pientavarahyllystö	10 kpl	10 kpl	10 kpl
Läpivirtaushyllystö	10 kpl	10 kpl	10 kpl
Paternoster	9 kpl		6 kpl
Miniload	6 kpl		
AutoStore	7 kpl		

### 6.5.5 Varastorakennus

Varastorakennuksessa on oltava paloturvallisuuden vuoksi sprinklaus. Nykyiset automaattivarastot ovat sprinklattu varaston puolivälistä, mutta tulevaisuudessa, jos käytetään varaston sijoituspaikkana erillistä rakennusta, tällaista ei tarvita vaan riittää tavanomainen, kattoon sijoitettu sprinklaus. Kattoon sijoitettu sprinklaus sopii kaikille varastotyypeille. (Marttila henkilökohtainen tiedonanto 27.4.2012)



Varastorakennuksen kokoa määriteltäessä on huomioitava varsinaisen varaston lisäksi myös pakkauspaikka. Pakkauspaikan vaatima tila varastoratkaisusta riippumatta on  $350 \text{ m}^2$ . (Marttila henkilökohtainen tiedonanto 26.4.2012)

Pientavarahyllystön vaatima tila on  $0,54 \text{ m}^2$  tai  $0,77 \text{ m}^2$ , riippuen hyllyn leveydestä. Koska hyllyjä tarvitaan 612 kappaletta, on niiden vaatima kokonaispinta-ala  $450 \text{ m}^2$ . Käytäväleveydeksi arvioidaan 2,5 metriä, jotta siellä voidaan kulkea myös konein. Tällöin hyllyjen ja käytävien muodostaman alueen pinta-alaksi saadaan  $1\,472 \text{ m}^2$ . Kun tähän lisätään pakkauspaikan pinta-ala, saadaan koko varaston pinta-alaksi  $1\,822 \text{ m}^2$ . Varasto voitaisiin toteuttaa myös kaksikerroksisena, jolloin tilan käyttö lattiapinta-alana parhaimmillaan jopa puolittuisi.

Manuaalinen läpivirtaushylly vaatii lattiapinta-alaa  $7 \text{ m}^2/\text{hylly}$ . Koska hyllyjä tarvitaan 90 kappaletta, on niiden vaatima kokonaispinta-ala  $630 \text{ m}^2$ . Hyllyjen lisäksi varaston sisäänsyöttö ja ulosotto vaativat oman tilansa molemmille puolille hyllyjä. Tilan leveyden arvioidaan olevan 2,5 metriä. Tällöin hyllyjen ja käytävien muodostaman alueen pinta-alaksi saadaan  $1\,519 \text{ m}^2$  ja kokonaistila pakkauspaikan kanssa on  $1\,869 \text{ m}^2$ .

Paternostereiden vaatima lattiapinta-ala on vain  $180 \text{ m}^2$ , joka tekee pakkauspaikan ja käytävien kanssa noin  $720 \text{ m}^2$ . Myös paternostereiden edessä oleva työskentelyalue on oltava 2,5 metriä leveä. Paternosterit eivät välttämättä vaadi erillistä varastorakennusta, vaan ne voidaan sijoittaa jo olemassa olevien tilojen ulkoseiniin, jolloin käsittelyaukkoa varten tehdään reiät olemassa olevan varaston seiniin, mutta muutoin paternosterin kuori toimii varaston seinämänä (Nordfors 2002, 104).

Miniload-varasto vaatii varsinaisten hyllyjen pituuden lisäksi turva-alueen, jolloin varaston kokonaispituudeksi saadaan noin 48 metriä. Hyllystön kokonaisleveys on 7,5 metriä, joten varaston vaatima lattiapinta-ala on  $360 \text{ m}^2$ . Lisäksi pakkausalue vaatii tilaa  $350 \text{ m}^2$ , jolloin kokonaistilantarve on  $710 \text{ m}^2$ . (Mäki sähköposti 11.4.2012)

AutoStore on muokattavissa monenlaisiin tiloihin ja se voidaan rakennuttaa muun muassa muiden toimintojen yläpuolelle, mikäli tilojen korkeus sen sallii. Pyytämäs-

sämme tarjouksessa varastosta on tehty kuutio, jonka korkeus on 6,5 metriä, pituus 12 metriä ja leveys 18 metriä. Varastorakennuksen on kuitenkin oltava vähintään 8 metriä korkea, jotta huoltotoiminnot on mahdollista suorittaa myös varaston päällä. AutoStoren vaatima lattiapinta-ala on 216 m<sup>2</sup>. Kun tähän lisätään pakkauspaikan tarvitsema tila 350 m<sup>2</sup> sekä vaunulastauspaikan tila noin 60 m<sup>2</sup> saadaan koko varaston pinta-alaksi noin 626 m<sup>2</sup>. (Andersson sähköposti 15.4.2012)

Uuden varaston pääomakustannukset ovat 1 000 €/m<sup>2</sup>. Tällaisessa rakennuksessa on huomioitu logistiikan tarpeet ja neliöhintaan sisältyvät myös rakennuksessa tarvittavat vesipisteet, viemäröinti sekä tietoliikenneyhteydet. (Salminen 2012, 61). Pientavarahyllösten vaatima lattiapinta-ala on 1 822 m<sup>2</sup>, joten kustannukset ovat keskimäärin 1 822 000 euroa. Läpivirtausvaraston vaatima lattiapinta-ala on 1 869 m<sup>2</sup>, joten kustannukset olisivat 1 869 000 euroa. Mikäli paternostervarasto toteutetaan varastotilojen sisällä, on sen vaatima pinta-ala 720 m<sup>2</sup>, jolloin kustannukset ovat keskimäärin 720 000 euroa. Miniload-varaston tilantarve on 710 m<sup>2</sup> ja kustannukset ovat tällöin 710 000 euroa. AutoStoren tilantarve on 720 m<sup>2</sup> ja kustannukset 720 000 euroa.

#### 6.5.6 Työntekijät

Mikäli tavara tulee tehtaalle valmiiksi muovilaatikkoon pakattuna, on sen laputtamiseen kuluva aika 40 sekuntia. Kaikkien toimittajien kanssa ei kuitenkaan ole sovittu valmiiksi pakkaamisesta, jolloin saapuvat tavarat ovat tehtaalla vasutettava. Vasutukseen kuluu aikaa 1 minuutti ja 50 sekuntia, eli melkein kolminkertainen määrä valmiiksi vasutettuun tavaraerään verrattuna. Valmiiksi vasutettuja vasuja on noin 45 prosenttia kaikista saapuvista vasuista. Kuten kappaleessa 6.3 Materiaalivirta-analyysin kohdalla todettiin, on varastosta päivässä saatava ulos 1 000 laatikkoa. Samaa lukua voidaan käyttää myös sisäänsyötön tarpeena, jolloin voidaan olettaa varastoitavan jatkuvasti 10 päivän tarvetta. Vasutukseen kuluva aika on päivässä noin 22 tuntia ja AutoStorea käytettäessä 31 tuntia. (Marttila henkilökohtainen tiedonanto 26.4.2012)

Yhden laatikon poisottamiseen pientavaraehyllystä on arvioitu kuluvan aikaa 45 sekuntia. Vastaava aika läpivirtaushyllystä käytettäessä on 37 sekuntia ja paternostereissa 30 sekuntia. (Seitala henkilökohtainen tiedonanto 26.4.2012)

Taulukossa 3 on esitetty työntekijöiden määrä päivää kohden, jotta saadaan käsiteltyä 1 000 vasua päivässä. Yhden työntekijän palkkakustannukset henkilösivukuluineen on 27 €/tunti, eli kokonaisvuosikustannukset ovat 54 432 €/hlö. (Marttila sähköposti 16.4.2012)

Taulukko 3. Työntekijöiden tarve päivää kohden varastotyypeittäin (Marttila & Seitala henkilökohtainen tiedonanto 26.4.2012).

	Uudelleenpakkaus ja sisäänsyöttö 1000 vasua/päivä	Jakelu 1000 vasua/päivä
Pientavaraehyllystä	5,8 hlöä	4,1 hlöä
Läpivirtaushyllystä	5,5 hlöä	3,8 hlöä
Paternoster	5,1 hlöä	3,4 hlöä
Miniload	3,4 hlöä	2,2 hlöä
AutoStore	4,8 hlöä	2,2 hlöä

## 6.5.7 Kustannukset

Alla olevasta taulukosta nähdään varastojärjestelmien kustannusvertailu.

Taulukko 4. Varastoratkaisujen kustannusvertailu.

	Pientavara-hyllystö	Läpivirtaus-hyllystö	Paternoster	Miniload	AutoStore
Hyllyt	117 110 €	44 640 €	564 800 €	1.020.000 €	780.000 €
Varaston-ohjausjärjestelmät	50 000 €	50 000 €	50 000 €		15 000 €
Laitehankinnat (trukit ym.)	330 000 €	330 000 €	153 000 €	90 000 €	105 000 €
Varastorakennus	1 822 000 €	1 869 000 €	720 000 €	710 000 €	720 000 €
Investointi yhteensä	2 319 110 €	2 293 640 €	1 487 800 €	1 820 000 €	1 620 000 €
Poistot vuodessa (käyttöaika 10 v)	=231 911€/v	=229 364€/v	=148 780€/v	=182 000€/v	=162 000€/v
Työntekijät	10*54 432 =544 320 €	10*54 432 =544 320 €	9*54 432 =489 888 €	6*54 432 =326 592 €	7*54 432 =381 024 €
<b>YHTEENSÄ</b>	776 231 €	773 684 €	638 668 €	508 592 €	543 024 €

## 7 TULOKSET

### 7.1 Varastotyypin valinta

Varastoitavien osien nimikkeiden määrä on useita tuhansia ja laatikkopaikkojakin tarvitaan 10 000, joten ei ole kannattavaa käyttää pientavara- tai läpivirtaushyllystöjä. Käyttämällä manuaalisia varastointiratkaisuja työntekijöiden työstä tulee huomattavasti fyysisempää ja ergonomian huononee merkittävästi. Huonon ergonomian aiheuttamia sairaus- ja poissaolokustannuksia on vaikea arvioida. Myös liikenne kasvaa merkittävästi manuaalisen varastoinnin seurauksena ja siksi työturvallisuuskäytännöidenkin kannalta on parempi käyttää automatisoituja varastoratkaisuja.

Automatisoiduista varastoratkaisuista kustannuksiltaan edullisin on miniload. Valinnan puolesta puhuu myös käyttökokemukset vastaavanlaisesta varastojärjestelmästä, jollaisia Valmet Automotiven nykyiset varastot ovat. Miniloadia käytettäessä työntekijöiden määrä on alhaisin muihin varastoratkaisuihin verrattuna ja uusia laitehankintojakin on tehtävä vähiten.

Saimme Algolilta tarjouksen kolmelle erikokoiselle varastolle. Nämä vaihtoehdot on esitetty taulukossa 5. Vaihtoehto 1 on suunniteltu varastolle, jonka korkeus on kymmenen metriä ja jossa on laatikkopaikkoja 10 766 kappaletta. Vaihtoehto 2 on suunniteltu 13 metriä korkeaan varastorakennukseen ja siinä on laatikkopaikkoja 11 069 kappaletta. Vaihtoehto 3 on myös 13 metriä korkeaan varastorakennukseen suunniteltu, mutta siinä on laatikkopaikkoja 15 793 kappaletta.

Taulukko 5. Algol Technicsin tarjoamat miniloat-varastot (Mäki sähköposti 11.4.2012)

	<b>Vaihtoehto 1</b>	<b>Vaihtoehto 2</b>	<b>Vaihtoehto 3</b>
<b>Hyllystöhissi</b>	2 kpl	2 kpl	2 kpl
Käsittely	yksitellen, laatikon sivuilta	yksitellen, laatikon sivuilta	yksitellen, laatikon sivuilta
Käsittelylaite	kuorman leveyden mukaan säätävä	kuorman leveyden mukaan säätävä	kuorman leveyden mukaan säätävä
kapasiteetti/hissi	120 yksittäisajoa/h 72 in/out	125 yksittäisajoa/h 74 in/out	115 yksittäisajoa/h 68 in/out
Kuorma	30 kg	30 kg	30 kg
hissin korkeus	9500 mm	n. 12600 mm	n. 12600 mm
Käytäväleveys	1450 mm	1450 mm	1450 mm
Ajonopeus	240 m/min	240 m/min	240 m/min
Nostonopeus	120 m/min	120 m/min	120 m/min
haarukan nopeus	90/40 m/min	90/40 m/min	90/40 m/min
Käyttöjännite	3-vaihe, 400 V / 50 Hz	3-vaihe, 400 V / 50 Hz	3-vaihe, 400 V / 50 Hz
Ohjausjännite	230 V / 50 Hz 24 V	230 V / 50 Hz 24 V	230 V / 50 Hz 24 V
solan pituus	n. 48 m	n. 38 m	n. 51,6 m
Ohjaus	yksi PC ohjaa hissejä, järjestelmässä myös vara-PC	yksi PC ohjaa hissejä, järjestelmässä myös vara-PC	yksi PC ohjaa hissejä, järjestelmässä myös vara-PC
<b>Hyllystö</b>	1 kpl	1 kpl	1 kpl
hyllystön pituus	n. 42 m	n. 32,3 m	n. 46,1 m
varaston kokonaispituus	n. 48 m	n. 38,4 m	n. 52,2 m
hyllystön kokonaisleveys	n. 7,5 m	n. 7,5 m	n. 7,5 m
käytäviä	2 kpl	2 kpl	2 kpl
hyllystön korkeus	n. 9,7 m	n. 12,8 m	n. 12,8 m
varastopaikkoja	5400 kpl, laatikoista isoja 700 kpl, keskikokoisia 8066 kpl ja pieniä 2000 kpl	5544 kpl, laatikoista isoja 745 kpl, keski- kokoisia 8146 kpl ja pieniä 2178 kpl	7920 kpl, laatikoista isoja 1026 kpl, keski- kokoisia 11830 kpl ja pieniä 2937 kpl
<b>Ohjausjärjestelmä</b>	PC/Windows pohjai- nen	PC/Windows pohjai- nen	PC/Windows pohjai- nen
hissien ohjaimet	2 kpl	2 kpl	2 kpl
liityntä kuljetinjärjestel- miin	on	on	on

käyttöliittymät	varastonohjausjärj. ja asiakkaan tietojärj.	varastonohjausjärj. ja asiakkaan tietojärj.	varastonohjausjärj. ja asiakkaan tietojärj.
käyttöönotto ja koulutus	on	on	on
PC ja verkko	Valmet Automotive vastaa	Valmet Automotive vastaa	Valmet Automotive vastaa
Rajapinnat	Valmet Automotive vastaa	Valmet Automotive vastaa	Valmet Automotive vastaa
<b>Kuljetinjärjestelmä</b>	varaston täydennys, oksat hisseille sekä lajittelu ja työntö va- sukärryyn	varaston täydennys, oksat hisseille sekä lajittelu ja työntö va- sukärryyn	varaston täydennys, oksat hisseille sekä lajittelu ja työntö va- sukärryyn
nopeus	0,5 m/s	0,5 m/s	0,5 m/s
lisävarusteet	kaiteet	kaiteet	kaiteet
<b>Huolto</b>	sop. mukaan	sop. mukaan	sop. mukaan
<b>Käytettävyys</b>	98 %	98 %	98 %
<b>Aikataulu</b>	n. 10 kk tilauksesta	n. 10 kk tilauksesta	n. 10 kk tilauksesta
hyllystön asennus	n. 8 viikkoa	n. 8 viikkoa	n. 8 viikkoa
hissien ja kuljettimien asennus	n. 2 viikkoa	n. 2 viikkoa	n. 2 viikkoa
käyttöönotto ja koeajot	n. 3 viikkoa	n. 3 viikkoa	n. 3 viikkoa
<b>NETTOHINTA</b>	1.020.000 €	1.060.000 €	1.175.000 €
<b>Hinta/vasupaikka</b>	94,74 €	95,76 €	74,40 €
<b>Hinta/varastopaikka</b>	188,89 €	191,20 €	148,36 €
<b>Tilantarve</b>	360 m <sup>2</sup>	288 m <sup>2</sup>	392 m <sup>2</sup>

Kuten yllä olevasta taulukosta nähdään, kannattavinta on rakentaa suurin varasto. Varaston kustannukset vasu- ja varastointipaikkojen suhteen on tällöin pienimmät. Investoimalla heti suurempaan varastoon, voidaan varautua mahdollisesti kasvaviin tarpeisiin paremmin. Mikäli varastointitarpeet ovat nyt tehtyjen arvioiden mukaisia, voidaan ylimääräistä tilaa hyödyntää puskuri- tai varavarastona. Varaston laajentaminen myöhemmin vaatii suurempia toimenpiteitä ja tulee sitä kautta kustannuksiltaan kalliimmaksi, kuin jo hankintavaiheessa hieman suuremman varastoratkaisun hankkiminen. Tarpeettoman suuriin varautumisiin ei toki ole kannattavaa investoida.

## 7.2 Investoinnin perustelu

Investoinnin tarkoituksena on hankkia yritykselle voimavaroja, joita voidaan hyödyntää monen vuoden ajan. Investointipäätökset on tehtävä harkiten, koska niillä on usein suuri taloudellinen merkitys yritykselle. Investoinnin kohdalla on suunniteltava sen käyttöä ja kustannuksia useaksi vuodeksi eteenpäin. Varsinaisten investointikustannusten lisäksi niistä syntyy myös käyttökustannuksia, kuten huolto-, ylläpito- ja työntekijöiden henkilöstökustannuksia. (Nordfors 2002, 108–111)

Annuiteetilaina on yksi vaihtoehtoisista laskentamenetelmistä, joilla isoja investointeja maksetaan pois. Annuiteetilainassa lyhennykset tapahtuvat samansuuruisina erinä, jotka sisältävät varsinaisen lyhennyksen lisäksi myös korkokulut. Aluksi lyhennyserä sisältää pääasiassa vain korkokustannuksia, mutta laina-ajan kuluessa pääomalyhennyksen osuus kasvaa ja korkojen osuus pienenee, vaikka maksuerä pysyykin muuttumattomana. Taulukossa 6 on esitetty kaikkien miniload varastojen vuosikustannuslaskelma annuiteetilainana, kun korko on viisi prosenttia ja pitoaika kymmenen vuotta.

Taulukko 6. Annuiteetilainan vuosikustannuslaskelma.

Lainan pääoma	1 020 000 €	1 060 000 €	1 175 000 €
Vuosikorko	5 %	5 %	5 %
Maksuerät vuodessa	12 kpl	12 kpl	12 kpl
Takaisinmaksuvuodet	10 vuotta	10 vuotta	10 vuotta
Korkokaudet	120 kpl	120 kpl	120 kpl
Maksu/erä	10 818,68 €	11 242,94 €	12 462,70 €
% pääomasta	1,061 %	1,061 %	1,061 %
Vuosimaksu	129 824,19 €	134 915,34 €	149 552,38 €



### 7.3 Sijoittaminen

Nykyinen vasula sijaitsee keskellä tehdasta, tuotantolinjojen läheisyydessä. Uutta varastoa ei kuitenkaan ole kannattavaa sijoittaa sinne, koska tästä aiheutuu pitkiä kuljetinjärjestelmiä, jotka nyt jo aiheuttavat aikataulullisia ongelmia kiireellisten tavaroiden kohdalla. Uusi varasto tulisi sijoittaa vastaanottoaikan läheisyyteen, sillä laatikoiden kuljettaminen vaunulla käyttöpaikoille on huomattavasti nopeampaa kuin kuljettimella vastaanottoaikalta varastoon ja sieltä edelleen vaunulla käyttöpaikalle. Vasulalta vapautuva tila voitaisiin hyödyntää muissa toiminnoissa, joiden sijoittaminen tuotantolinjojen läheisyyteen on kannattavampaa.

Uusi varastojärjestelmä on kooltaan 12,8 metriä korkea, 52,5 metriä pitkä ja 7,5 metriä leveä, mikäli päätetään valita suurin miniload. Tällaista tilaa ei kovinkaan helposti saada nykyisen vastaanottoaikan läheisyydestä vapautettua edes nykyisen ruuvilaarin purkamisen vuoksi, joten uuden varastorakennuksen rakennuttaminen on siltä osin perusteltua. Pelkästään uutta automaattivarastoa varten sen rakentaminen ei kuitenkaan ole kannattavaa, ja siksi sen käyttö logistiikkarakennuksena on perusteltua. Kuten Salmisen Mikko (2012, 91) on diplomityössään todennut, kokonaisen logistiikkakeskuksen rakentamista kannattaisi miettiä yhtenä vaihtoehtona. Ruuvilaaria voitaisiin hyödyntää jatkossa muunlaisten tavaroiden varastoinnissa, kuten työkalujen tai -vaatteiden säilytyksessä.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä on etsitty vaihtoehtoja korvaamaan nykyiset automaattivarastot. Vaihtoehtoina on esitetty sekä manuaalisia että automaattisia varastoratkaisuja kustannusten ja toimintojen näkökulmasta. Työn tuloksena ohjataan yritystä käyttämään nykyisten kaltaista automaattivarastoa jatkossakin. Koska nykyiset varastot ovat kuitenkin yli 20 vuotta vanhat, on niiden hyödyntäminen jatkossa pidemmän päälle ainakin poissuljettu vaihtoehto pienosien varastoinnissa ja siksi ne olisi syytä korvata kokonaan uudella ratkaisulla.

Tutkimuksen suorittaminen sujui lähestulkoon alkuperäisen aikataulun mukaisesti. Oman haasteensa työn etenemiselle aiheuttivat toimittajien kanssa tehty yhteistyö, sillä usein uuden automaattivaraston hankinta on pitkäaikainen prosessi ja yhteisen suunnittelun tulosta, mutta nyt kaipasimme nopeita arvioita tämän työn kannalta. Kun tulevaisuudessa varastouudistusta lähdetään toteuttamaan, on toimittajan mukaan ottaminen jo suunnitelmavaiheessa kannattavaa. Varastoratkaisujen toimittajilla on osaaminen ja ammattitaitoinen näkemys uuden ratkaisun tehokkuuden ja kannattavuuden osa-alueilla. Tätä työtä tullaan toivottavasti hyödyntämään varastouudistuksen selvityksen ja päätöksen teon pohjana tulevaisuudessa.

## LÄHTEET

Algol Technicsin www-sivut. Viitattu 30.3.2012.

<http://www.algoltechnics.fi/yrittysesittely>

Andersson, L. Budget proosal Autostore. Vastaanottaja maria.korpela@valmet-automotive.com. Lähetetty 15.4.2012 18:48. Viitattu 16.4.2012.

Hokkanen, S., Karhunen J. & Luukkainen, M. 2004. Logistisen ajattelun perusteet. Jyväskylä: Kopijyvä Oy. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisu 38.

Intologin www-sivut. 2010. Viitattu 15.4.2012. <http://www.intolog.fi/>

Kaivos, P., Laamanen, K., Salonen, L. & Valpola, A. 1995. Benchmarking – Huipputasosta oppiminen Suomalaisia käytännön kokemuksia. Tampere. Tammer-Paino Oy. Metalliteollisuuden Keskusliitto, METin Toiminnan kehittäminen –julkaisuja.

Kastenin www-sivut. 2012. Viitattu 15.4.2012. <http://www.kasten.fi/>

Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2008. Kuljetukset ja varastointi – järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet. Toinen painos. Helsinki: Suomen Logistiikkayhdistys ry.

Kokonaisratkaisut yhdestä paikasta – Monipuoliset järjestelmät varastointiin ja tuotantoon. 2009. Neunkirchen: SSI Schäfer. SSI Schäferin esite Sho\_fi\_FI 0540\_112008\_ss 4.6/032011. Viitattu 16.1.2012. [http://media.ssi-schaefer.de/uploads/tx\\_ssibrochure/ssi\\_k2009\\_complete\\_catalogue\\_fi.pdf](http://media.ssi-schaefer.de/uploads/tx_ssibrochure/ssi_k2009_complete_catalogue_fi.pdf)

Lehtonen, T. 2012. Tehdastyöntekijä, Valmet Automotive Oy. Uusikaupunki. Henkilökohtainen tiedonanto 10.1.2012.

Marttila, J. 2012. Sisäisen logistiikan päällikkö, Valmet Automotive Oy. Uusikaupunki. Henkilökohtainen tiedonanto 2.1.2012, 16.1.2012, 20.1.2012, 26.4.2012 ja 27.4.2012.

Marttila, J. Tehdashenkilön kustannukset. Vastaanottaja maria.korpela@valmet-automotive.com. Lähetetty 16.4.2012 10:30. Viitattu 16.4.2012

META Storage Systems UK Ltd:n www-sivut. 2012. Viitattu 15.4.2012. <http://meta-online.de/>

Mäki, T. Algol Technics budjettitarjous miniload varasto. Vastaanottaja miko.salminen@valmet-automotive.com, maria.korpela@valmet-automotive.com ja janne.marttila@valmet-automotive.com. Lähetetty 11.4.2012 12:50. Viitattu 16.4.2012.

Nordfors, V. 2002. Automaattivaraston vaihtoehtoiset ratkaisut. AMK-opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu.

Pelastuslaki. 2011. L 29.4.2011/379.

Pouri, R. 1983. Varastojen suunnittelu. Helsinki: Oy Rastor Ab. Rastor-Julkaisut Varastoinnin käsikirjat 3.

Richards, G. 2011. Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. Lontoo: Kogan Page Limited.

Salminen, M. 2011. Logistiikkainsinööri, Valmet Automotive Oy. Uusikaupunki. Henkilökohtainen tiedonanto 16.12.2011 ja 2.1.2012.

Salminen, M. 2012. Vaihtoehdot logistiikan tilojen lisäämiseksi. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto: Tuotantotalouden laitos.

Seitala, T. 2012. Logistiikkasuunnittelija, Valmet Automotive Oy. Uusikaupunki. Henkilökohtainen tiedonanto 26.4.2012.

Solakivi, T., Ojala, L., Töyli, J., Hälinen, H-M., Lorentz, H., Rantasila, K., Huolila, K. & Laari, S. 2010. Logistiikkaselvitys 2010. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 36/2010. Viitattu 10.2.2012. [http://www.lvm.fi/c/document\\_library/get\\_file?folderId=964900&name=DLFE-11162.pdf&title=Julkaisu+36-2010](http://www.lvm.fi/c/document_library/get_file?folderId=964900&name=DLFE-11162.pdf&title=Julkaisu+36-2010)

SSI Schäferin www-sivut. 2012. Viitattu 30.3.2012. <http://www.ssi-schaefer.fi/home-finland.html>

Swisslogin www-sivut. 2012. Viitattu 30.3.2012. <http://www.swisslog.com/index.html>

The AutoStore System – extreme utilization of warehouse and volume. 2012. Swisslog. Viitattu 30.3.2012. <http://www.swisslog.com/wds-br-autostore-en.pdf>

Turun Hyllä ja Trukkitalo Oy:n www-sivut. 2012. Viitattu 18.4.2012. <http://www.thtt.fi/>

Työturvallisuuskeskuksen www-sivut. 2012. Viitattu 23.2.2012. <http://www.tyoturva.fi/>

Työturvallisuuslaki. 2002. L 23.8.2002/738 muutoksineen.

Valmet Automotiven www-sivut. Viitattu 11.1.2012. <http://www.valmet-automotive.com>

