

Opinnäytetyö AMK

Kone- ja tuotantotekniikka

Tuotekehitys

2012

Tero Saarinen

# OSAPAKKAUSTEN SUUNNITTELUN TOTEUTUMINEN JA KEHITTÄMINEN UUSTUOTTEILLA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

Turun ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikka | Tuotekehitys

Kevät 2012 | 128 sivua

Kalle Nuutila, Mika Seppänen

Tero Saarinen

# OSAPAKKAUSTEN SUUNNITTELUN TOTEUTUMINEN JA KEHITTÄMINEN UUSTUOTTEILLA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, missä tilassa uustuotteiden osapakkaukset ovat tällä hetkellä Valmet Automotivella. Sen perusteella oli tarkoitus aikaansaada mahdollisia muutosehdotuksia, joilla pystyttäisiin kehittämään pakkaussuunnittelua. Työ rajoitettiin koskemaan vain Think City -autojen HV-osapakkauksia.

Tutkimuksen teoreettisessa osassa käytiin aluksi läpi logistiikan eri osa-alueita, minkä jälkeen käsitellään pakkauksen tehtäviä, kustannuksia, materiaaleja, vaatimuksia sekä pakkausten kierrätystä. Pakkausten kokoa selvitettiin yksikköpakkaus-osiossa, jossa tutkittiin lähinnä Valmet Automotiven käytössä olevaa HV-osapakkaus-kalustoa.

Empiirisessä osassa tutkittiin pakkaussuunnittelun toisen vaiheen tarpeellisuutta, käytiin läpi pakkaussuunnittelun toista vaihetta sekä kerättiin tietoa osapakkausten suunnittelun kehittämiseksi. Näiden perusteella oli tarkoitus löytää mahdollisia muutosehdotuksia HV-osapakkauksille, joilla pyrittiin saavuttamaan säästöjä niin ulkoisessa kuin sisäisessä logistiikassa sekä pakkausjätteen määrässä. Aineistoa kerättiin enimmäkseen osallistuvan havainnonnin ja avoimien haastattelujen avulla.

Tutkimusaineiston perusteella saatiin aikaan toimintasuositus, jossa todettiin HV-osapakkausten suunnittelun toisen vaiheen tarpeellisuus. Suosituksessa on tarvittavat työkalut toisen vaiheen suorittamiseen. Lisäksi muutosehdotuksilla saavutettiin säästöjä niin kuljetusvolyymissa, käsittelykustannuksissa kuin pakkausjätteen määrässäkin. Toimintasuositusta on tarkoitus käyttää jatkossa myös muille uustuotteiden osapakkauksille.

Asiasanat: osapakkaukset, logistiikka, Valmet Automotive

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical Engineering | Product Development

Spring 2012 | 128 pages

Instructors Kalle Nuutila, Mika Seppänen

Tero Saarinen

# EXECUTION OF DESIGN FOR THE PACKAGE OF NEW PRODUCT AND DEVELOPMENT OF THE PACKAGE

The purpose of this study was to determine in what state the packages of new products are in Valmet Automotive at the moment. The objective was to propose ways to develop packaging design. The study was limited to the HV -packages of Think City cars.

The beginning of the thesis discusses the logistics of different areas, and then examines the package itself including the tasks of the package, costs, materials, requirements and recycling of the package. The size of the package is discussed in the section of the packaging unit, where the focus is on the use of the HV -package equipment by Valmet Automotive.

The empirical part discusses the second phase of the packaging design and its necessity and collects information for developing the packaging design. Based on this possible modifications to the HV -packages were determined, aiming to achieve savings in both external and internal logistics-, and the amount of packaging waste. Material was collected mainly from observations and open interviews.

Based on the research data an action plan was recommended where the second phase of the HV -package design was found necessary. The plan presents the necessary tools to complete the second phase of packaging design. In addition savings were achieved in transport volumes, handling costs, and the amount of packaging waste. In the future the action plan is to be used also for other packages of new products.

KEYWORDS:

package, logistics, Valmet Automotive

# SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET	8
1 JOHDANTO	9
1.1 Opinnäytetyön tavoite ja tausta	9
1.2 Rakenne	10
2 LOGISTIIKKA	12
2.1 Hankinta	16
2.1.1 Oston osa-alueet	17
2.1.2 Hankintastrategia	20
2.1.3 Hankintaprosessi	22
2.2 Ulkoinen logistiikka	24
2.2.1 Kuljetussuunnittelu	25
2.2.2 Pakkaussuunnittelu	30
2.2.3 Materiaalisuunnittelu	35
2.3 Sisäinen logistiikka	39
2.3.1 Tavarán vastaanotto	40
2.3.2 Varastointi	42
2.3.3 Sisäiset kuljetukset	48
2.3.4 Pakkaaminen ja tavarán lähetys	49
2.4 Tuotanto	50
2.4.1 Tuotantomuodot	52
2.4.2 Tuotannonohjaus	53
3 PAKKAUKSET	55
3.1 Tehtävät	55
3.2 Kustannukset	58
3.3 Pakkaus logistisessa ketjussa	59
3.3.1 Modulointi	60
3.3.2 Kolliosoitelappu	60

3.3.3	Viivakoodit	61
3.3.4	Merkinnät	63
3.4	Materiaalit	68
3.4.1	Kuitupohjaiset pakkaukset	68
3.4.2	Puupakkaukset	73
3.4.3	Muoviset pakkaukset	74
3.5	Sidontamateriaalit	76
3.6	Pakkaustäyte	78
3.7	Kierrätys ja hyötykäyttö	81
3.7.1	Lainsäädäntö	82
3.7.2	Pakkauksen elinkaari	83
3.7.3	Kierrätys	84
3.7.4	Hyötykäyttö	86
4	YKSIKKÖPAKKAUKSET	88
4.1	Kuormalavat	88
4.2	Kertakäyttölavat	90
4.3	Lavakontit	91
4.4	Oma kalusto	92
5	KULJETUS- JA VARASTOINTIRASITUKSET	99
5.1	Rasituslajit	100
5.1.1	Mekaaninen rasitus	100
5.1.2	Ilmastollinen rasitus	102
5.1.3	Biologinen rasitus	103
5.2	Rasitustilanteet	103
5.2.1	Tiekuljetukset	104
5.2.2	Merikuljetukset	104
5.2.3	Varastot	106
6	TUTKIMUKSEN TAVOITE	106
7	TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN	107
7.1	Kohdeyritys	107

7.2	HV-osapakkausten nykytila	109
7.3	Pakkaussuunnittelun toinen vaihe	112
7.4	Päivitys- ja korjausehdotukset	113
8	TUTKIMUSTULOKSET	119
8.1	Päivitykset ja muutosehdotukset	119
8.2	Muutosehdotuksilla saavutettavat säästöt	121
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	126
	LÄHTEET	128

## LIITTEET

Liite 1. Yksikköpakkauksien koodit ja mitat.

Liite 2. Esimerkkejä havainnointitaulukosta.

## KUVAT

Kuva 1.	Logistiikan suhde yrityksen perinteisiin toimintoihin.....	12
Kuva 2.	Logistiset päävirtaukset. ....	13
Kuva 3.	Ostokustannusten jäävuorimalli. ....	17
Kuva 4.	Edi:n avulla saavutetut hyödyt. ....	28
Kuva 5.	Huolintatoimen osatekijät.....	29
Kuva 6.	Pakkauskehitysprosessin vaiheet. ....	31
Kuva 7.	Kuormalavahyllyn rakenne.....	44
Kuva 8.	Pientavarahyllyjä.....	45
Kuva 9.	Korkeavarasto.....	46
Kuva 10.	Standardoitu kolliosoitelappu. ....	61
Kuva 11.	EAN-koodi.....	62
Kuva 12.	Käsittely- ja varoitusmerkit. ....	64
Kuva 13.	Yhteispohjoismainen vihreä joutsen, NP-kierrätysmerkki, EU:n ekologo ja PYR-merkki.....	66
Kuva 14.	Alumiini-, teräs-, muovi-, lasi- ja uudelleenkäytettävä pakkausmerkit. ...	67
Kuva 15.	Mobius loop-merkki.....	67

Kuva 16. Laatikko, rakenne 0201, aihiona ja koottuna.....	71
Kuva 17. Stanssirakenteinen laatikko aihiona ja koottuna. ....	71
Kuva 18. Pakkausten elinkaari.....	84
Kuva 19. EUR- ja FIN-lavat.....	89
Kuva 20. Kertakäyttölavoja. ....	90
Kuva 21. OW-kaluston lavakontti.....	91
Kuva 22. VA10 kuormalava. ....	93
Kuva 23. VA10:n tyhjien kuormalavojen palautuspino. ....	94
Kuva 24. VA11 lavakaulus, joka sopii VA10-kuormalavaan. ....	95
Kuva 25. VA11-lavakaulusten palautuspino.....	95
Kuva 26. VA20-kuormalava. ....	96
Kuva 27. VA20:n tyhjien kuormalavojen palautuspino. ....	96
Kuva 28. VA21-lavakaulus, joka sopii VA20 kuormalavaan.....	97
Kuva 29. VA21:n lavakaulusten palautuspino. ....	98
Kuva 30. VA120-kuljetuslaatikko ja tyhjien laatikoiden palautuspino. ....	99
Kuva 31. Eri toimijoita, jotka vaikuttavat omilla toiveillaan pakkausten suunnitteluun.....	111
Kuva 32. Esimerkkitapaus hyvästä HV-osapakkauksesta, nimike 5708015D.....	115
Kuva 33. Nimikkeen 5140515D ylipakatut HV-osapakkaukset yläkuvissa ja alakuvissa nimikkeen 5724100F moninkertaisesti pakatut HV-osapakkaukset. .	118

## TAULUKOT

Taulukko 1. PYR Oy:n tilastot Suomen pakkausjätteen hyödyntämisestä 2008 sekä EU:n ja Suomen tavoitteet. Luvut prosentteina pakkausjätteestä. ....	82
Taulukko 2. Osapakkauksista tutkittavia mittareita. ....	112
Taulukko 3. Prosenttiosuudet muutosehdotuksiin johtaneista syistä. ....	116
Taulukko 4. Säästö HV-osapakkausten kokonaistilavuudessa. ....	122
Taulukko 5. Säästö HV-osapakkausten käsittelymäärissä.....	123
Taulukko 6. Säästö pahvi- ja puujätteen määrissä.....	125

## KÄYTETYT LYHENTEET

EDI	Electronic Data Interchange, suomennettuna OVT, Organisaatioiden Välinen Tiedonsiirto, joka on standardoitu tekniikka, jota käytetään organisaatioiden välisten tietojärjestelmien kommunikointiin. (Wikipedia)
FEFCO	Euroopan aaltopahviteollisuuden kattojärjestö.
HV	hyllyvarasto
JIT	Just-In-Time, suomeksi JOT, Juuri Oikeaan Tarpeeseen, joka tarkoittaa teollisuudessa ja kaupassa käytettävää johtamisfilosofiaa, logistista varastonhallinta- ja tuotannonohjausstrategiaa, jolla pyritään parantamaan tehokkuutta tuotanto- tai myyntiprosessin kokonaisuudessa. (Wikipedia)
MRP	Material Requirements Planning, suomennettuna materiaalintarvelaskenta. Tuotannonohjauksen apuohjelma, jonka avulla saadaan laskettua tuotantoaikataulu.
OW-kalusto	OneWay-kalusto, jolla tarkoitetaan VA:n kertakäyttö standardipakkauskalustoa.
PA	polyamidi, muovilaji.
PE	polyeteeni, muovilaji.
PET	polyetylenitereftalaatti, muovilaji.
PP	polypropeeni, muovilaji.
PS	polystyreeni, muovilaji.
PUR	polyuretaanivaahdo, muovilaji.
PVC	polyvinyylikloridi, muovilaji.
PYR Oy	Pakkausalan Ympäristörekisteri Oy, on yritys, joka edistää pakkausten hyötykäyttöä Suomessa.
VA	Valmet Automotive.
Ypkoodi	yksikköpakkauskoodi.



# 1 JOHDANTO

## 1.1 Opinnäytetyön tavoite ja tausta

Nykyinen yhteiskuntamme on kehittynyt sellaiseksi, että ilman pakkauksia ei tule toimeen. Tuotteiden kuljettamiseen, käsittelyyn ja varastointiin tarvitaan pakkauksia. Pakkauksen on suojattava ja säilytettävä tuotetta, kerrottava tuotteesta, mahdollistettava jakelun sekä myytävä tuotetta. Pakkausten moninaiset tehtävät ovat lisänneet merkittävästi haastetta pakkaussuunnittelussa. Pakkaussuunnittelun tehtävänä kun on suunnitella mahdollisimman toimiva pakkaus, joka palvelisi kaikkia käyttäjäryhmiä logistisessa ketjussa.

Teollisuuden pakkaussuunnittelu eroaa usein kaupan alasta siten, että pakkauksen ei tarvitse myydä tuotetta. Riittää, että pakkaus suojaa hyvin tuotetta, siihen mahtuu mahdollisimman paljon osia, se sopii hyvin kooltaan kuljetusyksiköihin ja varastoihin, sitä on helppo käsitellä esimerkiksi trukin kanssa sekä sen materiaaleista mahdollisimman paljon on kierrätettävää tai hyötykäyttöön sopivaa.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tutkia Think City -auton HV -osapakkauksien tämän hetkistä tilannetta Valmet Automotivella ja antaa mahdollisia korjausehdotuksia osapakkausten suunnitteluprosessiin. Tämän niin sanotun toisen vaiheen suunnittelukierroksen tarpeellisuutta tutkitaan, jonka jälkeen pyritään antamaan toimintasuositus, jolla pyritään saavuttamaan osapakkaukset, jotka olisivat oikeankokoisia, kestäviä, kustannustehokkaita ja materiaaliltaan kierrätettäviä.

Teoriaosuudessa pyritään saamaan perustietoa oikeanlaisen pakkauksen löytämiseksi sekä tutkimaan osapakkauksen vaikutusta logistiikkaketjun eri osa-alueisiin. Käytännön työssä haetaan reaaliaikaista tietoa pakkauksista läpikäyden

sen hetkisiä HV -osapakkauksia. Näin saadaan selville lähtötilanne, josta on sitten tarkoitus pyrkiä kehittämään pakkaussuunnittelun toista vaihetta.

Lisäksi tutkimusta on tarkoitus käyttää tulevaisuudessa hyväksi myös muiden uustuotteiden osapakkauksissa, sillä aikaisemmin ei vastaavaa tutkimusta tai selvitystä ole tehty Valmet Automotivella.

## 1.2 Rakenne

Tutkimuksessa perehdytään aluksi logistiikan eri osa-alueisiin, jotka myös Valmet Automotivella ovat käytössä. Logistisella ketjulla, joka muodostuu logistiikan eri osa-alueista, on tärkeä rooli yrityksen koko toimintaprosessin läpiviemiseksi. Siksi sen merkitystä ei voi väheksyä. Toimiva logistiikka voi olla yritykselle merkittävä kilpailuvaltti muihin kilpailijoihin nähden.

Yrityksen toimintaan tarvittavien komponentit, raaka-aineiden ja palvelujen hankinta kuuluu osto-osastolle, jonka tehtävänä on taata saumaton materiaalivirta yritykseen päin. Tavarantoimitukset yritykseen ja sieltä pois päin kuuluu ulkoisen logistiikan vastuuseen. Se pitää sisällään monia eri vaiheita ja toimintoja, jotta tavarat saadaan turvallisesti ja ajallaan tehtaalle. Valmet Automotivella ulkoiseen logistiikkaan kuuluu lisäksi pakkausten ja materiaalien suunnitteluosastot, joista varsinkin pakkaussuunnitteluun perehdytään hieman tarkemmin.

Sisäinen logistiikka vastaanottaa toimitetut tavarat, hoitaa varastoinnin, huolehtii yrityksen sisäisistä kuljetuksista sekä vastaa lähetettävien osien pakkaamisesta ja lähettämisestä. Sisäisen logistiikan oikea-aikaisella osien kuljettamisella tuotantoon pystytään varmistamaan tuotannon moitteeton sujuminen, jota voidaan vielä tehostaa oikeanlaisella tuotantomuodolla ja hyvällä tuotannonohjauksella.

Pakkauksiin perehdytään tarkemmin luvussa 3, missä käydään läpi pakkauksen tehtäviä sekä siitä aiheutuvia kustannuksia. Lisäksi tarkastellaan mitä pakkaukselta

vaaditaan, jotta sen kulkeminen logistisessa ketjussa olisi sujuvaa. Erilaisia pakkauksessa käytettäviä lisäosia (sidontavälineet, pakkaustäytteet) ja pakkausmateriaali vaihtoehtoja tuodaan esille pakkausosiossa ennenkuin tutkitaan lähemmin pakkausten hyötykäyttöä ja kierrätystä.

Yksikköpakkausten merkitys tutkimuksessa on varsin suuri ja siksi sitä on läpikäyty ihan omana lukunaan. Valmet Automotivella on ollut käytössään jo useita vuosikymmeniä standardimittoihin sovitettua omaa kalustoa, jota käytetään vain Euroopan alueella. Nykyään on käytössä myös runsaasti lavakonteiksi kutsuttuja pahvisia pakkauksia, joita tulee lähinnä Aasian tavarantoimittajilta. Pakkausten oikea koko sekä niiden yhdistäminen standardisoituihin yksikköpakkauksiin on yksi tavoitteista tässä tutkimuksessa.

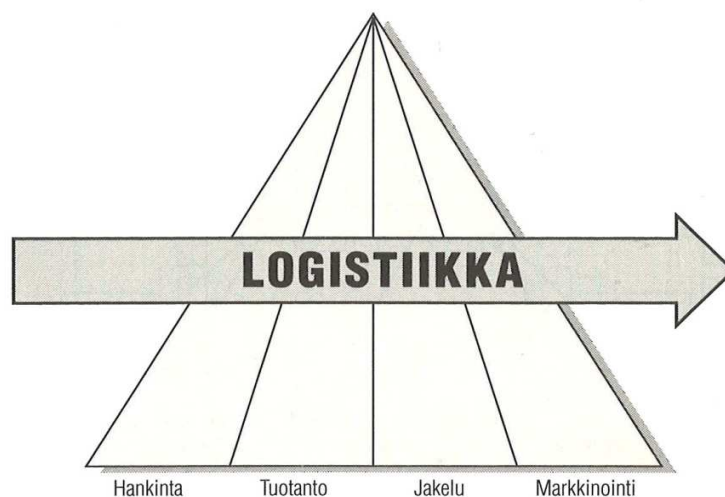
Pakkauksiin kohdistuu erilaisia rasituksia, joista käydään läpi kuljetuksista ja varastoinnista aiheutuvia rasituksia. Ne voidaan jakaa kolmeen rasituslajiin, mekaaniseen, ilmastolliseen ja biologiseen rasitukseen, jotka on otettava huomioon jo pakkausta suunniteltaessa. Eri rasitustilanteista tutustutaan tarkemmin tie- ja merikuljetuksiin sekä varastoihin, jotka todettiin Valmet Automotiven kannalta olennaisemmiksi.

Teoriaosion jälkeen käydään tutkimuksen tavoitteet läpi sekä niistä aiheutuvat toimenpiteet. Siitä jatketaan sitten tutkimuksen suorittamiseen. Siinä käydään läpi miten HV –osapakkausten nykytilaa tarkastellaan ja mitä siitä jatkotoimenpiteitä siitä seuraa. Työn suorittaminen on lähes kokonaisuudessaan pakkaussuunnitelun toista vaihetta. Saavutettujen tulosten kautta siirrytään vielä johtopäätöksiin, mitä tutkimuksen aikana on seurannut ja herännyt.

## 2 LOGISTIikka

Logistiikka on suhteellisen nuori käsite, vaikka se onkin yritysten perustoimintona jo pitkään tunnettu. Nykyinen logistiikkakäsite syntyi kuvaamaan koordinoititehtäviä, jotka liittyvät materiaalien hyödykkeiden toimittamiseen. Tuotannon, jakelun, palvelujen, raaka-aine-, informaatio- ja materiaalivirtojen kokonaisvaltaista ymmärtämistä ja osaamista vaaditaan näiden tehtävien hoitamiseen (Karrus 2001, 12-13).

Logistiikan määritelmänä voidaan pitää seuraavaa: ”Logistiikka on materiaali-, tieto-, pääomavirtojen, hankinnan, tuotannon, jakelun ja kierrätyksen, huolto-, ja tukipalvelujen, varastointi-, kuljetus- ja muiden lisäarvopalvelujen sekä asiakaspalvelun ja –suhteiden kokonaisvaltaista johtamista ja kehittämistä” Se yhdistääkin useita eri toimintoja toimivaksi kokonaisprosessiksi ja muodostaa oleellisen osan arvoketjusta yrityksessä. Logistiikkaa voidaankin pitää läpileikkauksena yrityksen perinteisten toimintojen osalta (kuva 1) (Karrus 2001, 13-14).



Kuva 1. Logistiikan suhde yrityksen perinteisiin toimintoihin (Karrus 2001, 15).

On kuitenkin huomioitava, että logistiikka käsittää myös yrityksen eri sidosryhmiä, kuten tavarantoimittajia sekä asiakkaita. Näillä on tärkeä rooli koko ketjun toiminnan kannalta (Hokkanen ym. 2002, 13).

Logistiikkaa pidetään tärkeänä kilpailutekijänä yrityksen näkökulmasta. Se pitää sisällään materiaalivirran, joka kostuu sisään tulevasta, yrityksen sisällä kulkevasta sekä sieltä ulos lähtevästä virrasta. Oikein ohjautuakseen materiaalivirta vaatii riittävää informaatiota, eli informaatiovirran. Rahavirta asiakkailta yritykselle on perusta koko liiketoiminnalle, jota kontrolloidaan tarkasti tuote- ja tietovirtojen avulla. Kestävän kehityksen mukaisesti täytyy nykyään ottaa huomioon myös kierrätys ja uusiokäyttö. Niinpä asiakkailta tuottajalle kohdistuu uusimpana virtauksena kierrätysvirta. (Kuva 2.) (Reinikainen ym. 1997, 9.)



Kuva 2. Logistiset päävirtaukset (Pastinen ym. 2003, 160).

### **Materiaalivirta**

Materiaalivirta suuntautuu useimmiten tuottajalta asiakkaalle. Sitä pidetäänkin keskeisimpänä logistisena virtana, koska koko yrityksen reaali prosessi perustuu

pitkälti sen varaan. Sitä kutsutaan usein myös fyysiseksi materiaalivirraksi. Konkreettisesti se tarkoittaa tavaroiden fyysistä kuljettamista ja varastointia. Näistä aiheutuvat myös merkittävimmät kustannukset koko materiaalivirrassa. Siksi hankintojen ja jakelun suunnittelu ovat yhä tärkeämpiä, sillä turhaa tavaraa ei ole kannattavaa kuljettaa eikä varastoida (Hokkanen ym. 2002, 15; Sakki 2009, 23).

### **Informaatiovirta**

Informaatiovirta käsittää materiaali- ja rahavirtojen käynnistämiseksi ja ohjaamiseksi vaadittavan tiedonkulun. Tieto virtaa molempiin suuntiin, pääsääntöisesti kuitenkin asiakkaalta tuottajalle päin. Informaation merkitystä logistiikan perustekijänä on pidetty kaksitasoisena. Yrityksen johto ei pystyisi tekemään oikeisiin ratkaisuihin johtavia päätöksiä ilman tehokasta informaatiojärjestelmää. Tämä korostaa varsinkin tiedon strategista roolia. Lisäksi tarkkaa ja reaaliaikaista informaatiota tarvitaan ohjaamaan eri logistiikan toimintoja operatiivisella tasolla. Oikean tiedon avulla vältytään turhilta varastoinneilta ja virrehankinnoilta sekä niihin liittyviltä osto- ja kuljetuskuluilta. Siksi logistisen ketjun osapuolten tulisi kehittää kommunikointia ja eri tietojen jakamista (Reinikainen ym. 1997, 11; Sakki 2009, 22).

Tekninen kehitys eri tietojärjestelmissä ja tietojen välittämisessä on ollut nopeaa. Vanhat menetelmät on korvattu uusilla, minkä johdosta ihmistyön määrä tietovirtojen käsittelijänä on vähentynyt. Kuitenkin paljon on siltäkin alueella vielä kehitettävää. (Reinikainen ym. 1997, 11; Sakki 2009, 22.)

### **Rahavirta**

Rahaliikenteellä yritykseen ja sieltä pois päin ratkaistaan yhdessä sitoutuneen pääoman kanssa liiketoiminnan kannattavuus. Tiedonkululla on myös suuri

merkitys rahaliikenteen sujuvuuden kannalta. Mitä paremmin tieto saadaan kulkemaan osapuolten välillä, sitä nopeammaksi tulee myös rahavirta. Asiakkaille toimitetaan tavarat nopeammin, laskuttaminen nopeutuu ja siitä johtuen maksusuorituskin saapuu nopeammin. Juuri nopealla rahankierrolla on merkittävä vaikutus yrityksen kannattavuuteen. Rahavirta suuntautuu siis asiakkaalta tuottajalle. (Reinikainen ym. 1997, 12; Sakki 2009, 23.)

### **Kierrätysvirta**

Kierrätysvirta voi koostua sekä asiakkailta palaavista materiaaleista että normaalista raaka-ainehankinnasta. Asiakkailta palautuva kierrätysvirta on vastakkaissuuntaista verrattuna tavanomaiseen materiaalivirtaan. Se koostuu muun muassa toimitettujen tuotteiden tai niiden osien palautuksista, palautettavista pakkausmateriaaleista sekä tuotannon jätteistä. Yrityksen itsensä järjestämä uusiokäyttöön soveltuva materiaalinkeräys voidaan lukea myös kierrätysvirraksi. Viime aikoina on kiinnitetty yhä enemmän huomiota ympäristön ekologiaan, jolloin myös kierrätysvirran merkitys on kasvanut nykyaikaisessa logistiikassa (von Bagh ym. 2000, 154; Hokkanen 2002, 15).

Logistisesti ajateltuna keskeisimpinä haasteina pidetään virtojen ja varantojen tunnistamista, hallintaa sekä tehokasta hyödyntämistä. Toisin sanoen kun virtojen läpimenoaika nopeutuu, samalla nopeutuu pääoman kierto ja näin myös sidottua pääomaa on vähemmän. Samalla myös osapuolten välinen riskirakenne kehittyy parempaan suuntaan ja vähentää mahdollisia epävarmuustekijöitä (Karrus 2001, 28).

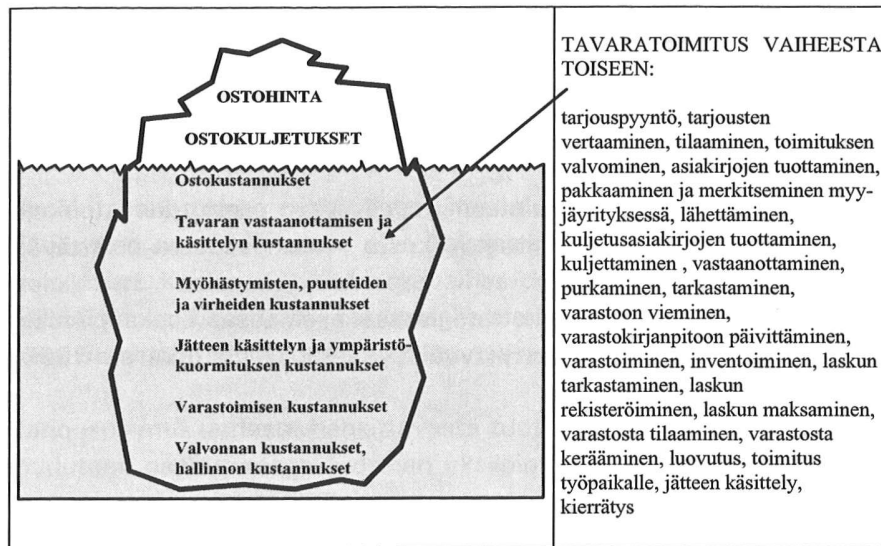
## 2.1 Hankinta

Hankinnan tai arkipäiväisemmin ostamisen tehtävänä on yrityksen toimintaan tarvittavien tuotteiden, raaka-aineiden, komponenttien ja palvelujen takaaminen. Sen toteuttamiseen vaaditaan hintaan, laatuun, määrään sekä aikaan liittyviä päätöksiä. Nämä päätökset ovat merkittäviä yrityksen menestyksen kannalta, sillä yksikin puuttuva osa saattaa aiheuttaa tuotantohäiriön, joka pahimmassa tapauksessa pysäyttää koko tuotannon. Tästä aiheutuvat välittömät kustannukset saattavat nousta jopa miljooniin euroihin (Karrus 2001, 232; Sakki 2009, 181; Hokkanen ym. 2002, 87).

Globaalin kilpailun kiristyminen on johtanut siihen, että oston on kehityttävä rutiinomaisesta tuotannon ja kaupan tarpeisiin vastaavasta toiminnasta koko liiketoiminnan kehittäjäksi. Onkin tunnettava tarkasti niin kotimaiset kuin ulkomaiset toimittajat sekä uudenlaisiksi muotoutuvat hankintasuhteet. Oston täytyy luovia verkostotaloudessa, jossa tarkoituksena on hankkia yhä enemmän tekemällä itse vähemmän. Tämä vaatii taitoa, jotta pystytään hallitsemaan alihankintaverkostoa, luomaan pysyviä partnerisuhteita sekä samalla kykyä kilpailuttaa (Pastinen ym. 2003, 63).

Ostotoiminnan kustannuksia voidaan kuvata moninaisiksi. Helposti mielletään vain ostohinta ja kuljetuskustannukset, kun ollaan tekemässä ostopäätöstä. Nämä näkyvät kustannukset ovat vain jäävuorenhuippu tarkasteltaessa koko ostoprosessin kustannuskertymää (kuva 3). Kun nämä piilokustannukset tiedostetaan, muuttuu käsitys oston hinnasta kokonaan (Hokkanen ym. 2002, 97).





Kuva 3. Ostokustannusten jäävuorimalli (Pastinen ym. 2003, 75).

### 2.1.1 Oston osa-alueet

Osto toimii yhdistävänä rajapintana sekä toimittajiin että alihankkijoihin. Yrityksessä osto tekee läheistä yhteistyötä tuotannon, materiaalitoimintojen ja joskus myös myynnin kanssa. On pystyttävä analysoimaan erilaisia ostotapoja, tarpeita sekä ostavia yksiköitä, koska nämä kaikki vaikuttavat omalla tavallaan itse ostotapahtumaan ja sen suoritustehokkuuteen. Osto luokitellaan usein ostajan, ostotarpeen tai -suhteen mukaan (Karrus 2001, 233; Pastinen ym. 2003, 65).

Ostajat jaotellaan yleensä kuluttajiin, yrityksiin ja julkisiin organisaatioihin. Kuluttajan ostoprosessia pidetään yksinkertaisena johtuen hankittavien tuotteiden luonteesta ja määrästä. Yrityksen kohdalla onkin kyse paljon monimutkaisemmasta ja pidemmästä prosessista. Se sisältää päätöksentekomuodollisuuksia, hyväksymisprosesseja ja tarve- ja toimittaja-analyyssejä. Usein on kyse niin suurista määristä, että on huomioitava myös kuljetus-, varastointi- ja rahoitusasiat.

Yrityksen tulisi pyrkiä rationaaliseen ostotoimintaan, jossa päätökset perutuisivat kustannus-hyöty-analyysiin sekä taloudellisiin tosiasioihin. Julkisten organisaatioiden ostotoiminta on pitkälti samanlaista kuin yritystenkin. Käytännön toteutuksessa on suurimmat erot, jotka johtuvat erilaisista tavoitteista, tavoista sekä lainsäädännöstä (Pastinen ym. 2003, 65).

Ostotarpeen mukaisessa luokittelussa ostotoiminta määritellään sen mukaan, mihin tarpeeseen ostetaan. Voidaan ostaa raaka-aineita tai osia tuotannolliseen toimintaan, hankitaan laitteita toiminnan pyörittämiseen tai tarvitaan tarvikkeita ylläpitämään toimintoja. Myös palvelujen ostaminen sisältyy tähän kategoriaan (Pastinen ym. 2003, 66).

Tuotannollisen toiminnan raaka-ainehankintoja ovat alkutuotannosta ja prosessiteollisuudesta tulevat raaka-aineet sekä raaka-aineet, jotka on noteerattu raaka-ainepörsseissä. Elintarvike- ja metsäteollisuuden raaka-aineet sekä polttoaineet kuuluvat tähän osioon. Prosessiteollisuuden raaka-aineiksi luokitellaan peruskemikaalit, teräs, selluloosa, paperi, muovi ja öljyjalosteet (Pastinen ym. 2003, 66).

Tuotannossa tarvitaan paljon lopputuotteissa käytettäviä osia ja komponentteja, joiden valmistaminen itse ei ole kannattavaa. Tällaisia ovat esimerkiksi komponentit, joiden valmistus tai kokoonpano on monimutkaista. Silloin kannattaa hyödyntää markkinoiden tarjomia mahdollisuuksia alihankintaverkostosta. Komponenttitoimittajat eivät pelkästään toimita osia asiakkailleen, vaan usein myös osallistuvat osien tai osakokonaisuuksien suunnitteluun sekä ymmärtävät asiakkaan toimintaperiaatteet. Tyypillisiä eri teollisuudessa käytettäviä komponentteja ovat muun muassa jouset, laakerit, hydraulikkaosat ja prosessorit (Pastinen ym. 2003, 66).

Tarvikehankinnan kustannukset, varsinkin suurissa yrityksissä, nousevat isoiksi niiden arvoon nähden. Tällaisia ovat muun muassa kunnossapitoon käytettävät tarvikkeet, pakkaustarvikkeet ja kalusteet, joiden varastointi- ja

säilytyskustannukset saattavat olla moninkertaisia tavaran arvoon verrattuna. Tästä johtuen tarvikehankinnoille on tärkeää mahdollisimman yksinkertainen ja sujuva toimintamalli, jossa täytyy sekä tehokas tilaus-toimitusprosessi että kustannustehokkuus-kriteeri (Pastinen ym. 2003, 67).

Kiinteistöt, tuotannossa käytettävät koneet ja laitteet, erilaiset järjestelmät sekä panostus tuotekehitykseen luetaan perinteisesti investointihankintoihin. Ne vaativat yleensä suuria pääomia, mistä johtuen hankintaprosessi on raskaampi moniin muihin hankintoihin verrattuna. Lisäksi ne pitävät sisällään monia omia erityispiirteitä. Sopimusten tekemiseen käytetään paljon aikaa, asiantuntemusta ja huolellista suunnittelua. Prosessi on yleensä hyvin monivaiheinen useine eri osapuolteen (Pastinen ym. 2003, 67).

Osin uutena haasteena lähinnä tuotteiden hankkimiseen tottuneelle ostotoiminnalle on palvelujen tehokas hankinta. Perinteisten pankki-, vakuutus- ja kuljetuspalvelujen lisäksi koulutus- ja huoltopalvelut mielletään nykyään ostettaviksi tuotteiksi, jotka hankitaan yrityksen ulkopuolelta. Nykyään kokonaisia palvelufunktioita sekä perinteisiä talon sisäisiä palveluja, kuten kiinteistön hoito- ja siivouspalvelut, laki-, konsultointi- ja kirjanpitoalvelut sekä varastointi- ja logistiikkapalvelut, ulkoistetaan muille palveluntarjoajille. Tämä lisää varsinkin laadullisia haasteita ostotoiminnalle, koska palvelujen laadun mittaaminen on hyvin vaikeaa. Kun lisäksi palveluja ei voida varastoida mihinkään, se tarkoittaa sitä, että ne pitää tuottaa, kun on tarvetta (Pastinen ym. 2003, 68-69).

Ostosuhteella on merkittävä vaikutus ostajan ja myyjän väliseen tapahtumaan, sillä molemmat pyrkivät täyttämään omat tavoitteensa mahdollisimman hyvin. Tavoitteet kuitenkin vaihtelevat usein osapuolten välillä eri tilanteissa. Ostosuhteet on jaettu neljään luokkaa niiden keston mukaan; kerta-, sopimuskauppa, projektihankinnat ja pitkäaikainen alihankintayhteistyö (Pastinen ym. 2003, 69).

Molempien osapuolten edun maksimoiminen lyhyessä ajassa on ominaista kertakaupalle. Myyjän tavoitteena on myydä mahdollisimman hyvällä hinnalla sekä

varmistaa hyvän palvelun ja toimitusten moitteettoman sujumisen. Ostajan on sovittava myyjän kanssa mahdollisista korvaustoimista, jotta vältettäisiin toimitusten laadussa, ajoituksessa ja palvelussa ilmenevät ongelmat.

Kertakaupalle luonteenomaista on yksinkertaisuus sekä standardimaisuus ja siksi sitä käytetään uusien toimittajien testaamiseen sekä kertaluontoisiin tarpeisiin, joskus myös yleisenä toimintatapana (Pastinen ym. 2003, 69).

Sopimus pohjaisessa kaupassa osapuolten välinen suhde, maine ja tieto vaikuttavat siihen, että kauppaa käydään myös jatkossakin. Ja kun molemmat osapuolet puhaltavat yhteiseen hiileen, niin keskinäinen luottamus lisääntyy. Sama pätee myös pitkäaikaisessa alihankintayhteistyössä. Molemmat yhdessä pyrkivät saavuttamaan mahdollisimman hyvän tuloksen ilman mitään vastakkainasettelua. Sopimukset tehdään usein vuositasolla, jolloin myös seuraavan vuoden pelisääntöjä käydään läpi (Pastinen ym. 2003, 69-70).

Kertaluonteisia hankintoja, jotka liittyvät yleensä johonkin tiettyyn projektiin, kutsutaan projektihankinnoiksi. Niissä käytetään yleensä tuttuja ja pitkäaikaisia kumppaneita, koska ne ovat vaativia hankintoja kriittisen ajoituksen takia (Pastinen ym. 2003, 69-70).

### 2.1.2 Hankintastrategia

Kiristynyt kilpailu markkinoilla on johtanut siihen, että perinteisen reagointiin pohjautuvan hankintatoimen on täytynyt muuttaa luonnettaan ja siirtyä ennakoivaan toimintaan. Siksi myös oston tavoitteiden pitää olla kytkettynä tiukasti sekä organisaation tavoitteisiin että koko yrityksen strategiaan. Ennakoivalla ostotavalla on merkittävä yhteys yrityksen strategian toteutumiseen sekä logistisen tehokkuuden kasvuun. Siksi ostolla onkin oltava oma hankintastrategiansa toiminnan pyörittämiseen. Sen keskeisenä tavoitteena on:

- mahdollistaa keskeytymätön materiaalivirta, toimitukset ja vaaditut palvelut
- pitää varastoarvo ja puutekustannukset minimitasolla
- ylläpitää laatustandardeja
- standardisoida hankintatuotteita tarvittaessa
- hankkia tuotteet ja palvelut mahdollisimman pienillä kokonaiskustannuksilla
- vahvistaa organisaation kilpailuasemaa
- saavuttaa harmoninen, tuottava yhteistyö muiden osastojen kanssa
- saavuttaa hankintatavoitteet mahdollisimman pienillä hallintokustannuksilla.

Näiden haasteiden vastaukset eivät ole välttämättä yksinkertaisia, sillä monet niistä ovat ristiriidassa keskenään, kuten kustannusten minimoiminen ja laadun ylläpitäminen. Tähän kategoriaan voidaan lukea myös varastoarvon ja puutekustannusten yhtäaikainen minimointi. Tämän vuoksi joudutaankin usein tekemään kompromisseja tavoitteiden saavuttamiseksi (Hokkanen ym. 2002, 94-95).

Materiaalien ominaisuuksien tunteminen ja niiden valitseminen ovat keskeisiä hankintatoimen tehtäviä. Oston on oltava ajan tasalla koko ajan, sillä vaihtoehtoiset materiaalit voivat syrjäyttää alkuperäiset paremmuudellaan tai edullisemmalla hinnalla. Tiiviin yhteistyön varsinkin tuotekehityksen kanssa on toimittava moitteettomasti. Pelkästään oston yhteistyö tuotekehityksen kanssa ei riitä, vaan yrityksen kaikkien yksiköiden on oltava harmoniassa keskenään. Tätä edistämään on otettu monissa yrityksissä käyttöön tiimityöskentely. Tiimien välinen yhteistyö on johtanut joustavuuden parantumiseen, jonka johdosta yrityksessä pystytään paremmin vastaamaan asiakkaiden lisääntyviin vaatimuksiin. Informaatiovirta tehostuu ja osaaminen kasvaa ilman lisäkustannuksia (Hokkanen ym. 2002, 95).

Laadunvalvonta on parantunut merkittävästi viime vuosina. Toimitustäsmällisyyden sekä ostettavien tuotteiden ja palvelujen laadun valvominen ovat edelleen hankintatoimen tärkeimpiä tehtäviä. Hankintatoimen tehtäväkenttään kuuluvat myös hallintokustannukset. Yrityksen toimeentuloon vaikuttaa merkittävästi sen läpi virtaavan rahavirran nopeus. Pitkät maksuajat ja lyhyet saantiajat on hyvä perussääntö tästä (Hokkanen ym. 2002, 95-96).

### 2.1.3 Hankintaprosessi

Yrityksen ostotoimeen toimitetaan hankintaehdotus ostettavasta materiaalista. Tämä ostokehottus tulee yleensä yrityksen sisäiseltä toimijalta. Nykyään kun käytössä on erilaisia tietojärjestelmiä, tehdään ja hyväksytään se yleensä siellä. Tämän jälkeen alkaa vasta varsinainen hankintaprosessi, joka muodostuu toinen toistaan seuraavista vaiheista. Hankintaprosessi sisältää:

- ostomarkkinoiden tutkimisen
- tarjouspyyntöjen laatimisen ja lähettämisen
- tarjousten vertailun
- tilausten tekemisen
- toimitusten valvomisen
- laskujen tarkastuksen
- reklamoinnin
- arkistoinnin.

Ostomarkkinoiden tutkiminen pitää sisällään systemaattisen tietojen keräämisen materiaalin saatavuudesta, hintojen kehittymisestä, uusista tavarantoimittajista ja mahdollisista korvaavista materiaaleista. Tavarantoimittajan valinnan tärkeyttä ei tule aliarvioida koskaan, jos on kyseessä materiaali, joka on tuotannosta riippuvainen ( Pastinen ym. 2003, 76-77).

Osto laatii tarjouspyynnöt toimittajille pitkälti hankintaehdotusten perusteella. Tarjouspyyntöjä on lähetettävä kattavasti eri toimittajille, jotta kokonaistaloudellisesti edullisin tarjous löydettäisiin. Tarjouspyyntö on oltava mahdollisimman yksiselitteinen. Siinä tulee olla kaikki tarvittavat tiedot, jotka vastaanottaja tarvitsee tarjouksen tekemiseen. Myös kaikki ne ehdot, jotka sisältyy varsinaiseen tilaukseen, on esitettävä jo tarjouspyynnössä, kuten tavaran yksilöinti, toimitusaika ja –ehto, hinta, maksuehto sekä muut tarvittavat tiedot ( tarjouksen pituus,vakuudet ja pakkaukset) ( Pastinen ym. 2003, 77).

Eri toimittajilta saatujen tarjousten perusteella vertaillaan ja selvitetään tuotteiden hintojen kilpailukykyä sekä niiden tekniset ominaisuudet. Muita tärkeitä, hintasidonnaisia tekijöitä, jotka vaikuttavat ostopäätökseen, ovat toimitusvarmuus, laatu, maksuehdot ja alennukset ( Pastinen ym. 2003, 77-78).

Kun toimittaja on valittu, siirrytään ostosopimuksen eli tilauksen tekoon. Pienimuotoisesta ostosopimuksesta käytetään nimitystä lyhyt tilaus, jossa on tarkoitus antaa yksiselitteiset ohjeet materiaalin, tuotteen ja palvelun toimittamisesta. Yksittäistilaukset muodostavat suurimman osan yrityksen tekemistä ostosopimuksista. Ne ovat usein pienen mittakaavan hankintoja ja joiden tarkoituksena on viedä ostoprosessi nopeasti läpi vähäisin resurssein (Pastinen ym. 2003, 78; Karrus 2001, 234-235).

Jos hankinta on toistuvaa tai sillä on ostajan kannalta suurta arvoa (hinta, toimitusvarmuus, saatavuus jne.), on tavoitteena pidempiaikainen runko-, puite- tai vuosisopimuksen tyyppinen ostosopimus, jossa määritellään hintatasot ja toimitusehdot. Monivaiheisen runkosopimuksen neuvotteluprosessi lähtee liikkeelle hankintatarpeesta. Tarjouspyyntökierroksen jälkeen siirrytään toimittajan valintaan, jonka kanssa käytävien sopimusneuvottelujen päämääränä on mahdollinen sopimus. Sopimuksen jälkeen ostaja on velvollinen tekemään hankintasuunnitelman, jotta toimittaja pystyy varmistamaan tuotteiden toimivuuden kotiinkutsuhetkillä. Sopimus on kestoaltaan yleensä vuodesta useaan vuoteen.

Toimittajavalinnan kanssa on oltava huolellinen, sillä sopimuksen purkaminen voi tulla kalliiksi kummallekin osapuolelle (Karrus 2001, 235).

Lukuisat eri tahoilta saapuvat lähetykset muodostavat materiaalivirran, joka virtaa yrityksen läpi. Näiden lähetysten ajallista, määrällistä ja laadullista seurantaa kutsutaan toimitusten valvonnaksi. Siinä tarkistetaan, että saapuneet kollit ovat vahingoittumattomia, kolliluku täsmää rahtikirjan tietoihin ja kappalemäärä täsmää lähetyslistan tietoihin. Olennaisena osana toimitusten valvontaa on myös laadun tarkastaminen, jonka hoitaa yleensä laatuosasto, mutta joskus myös tuotanto tai varasto ( Pastinen ym. 2003, 78).

Mikäli vastaanottotarkastuksessa todetaan jotain vikaa tai puutteita saapuneessa tuotteessa, tulee siitä reklamoida toimittajaa välittömästi. Näin saadaan tieto nopeasti toimittajalle, ja pystytään toimittamaan uutta käyttökelpoista tavaraa tilalle (Pastinen ym. 2003, 79).

Laskun tarkastuksessa huolehditaan, että maksusuoritukset ovat sopimusten mukaisia ja että laskut tulee tilioidyiksi. Kun laskut on tarkistettu, hyväksytetään ne sen jälkeen (Pastinen ym. 2003, 78).

## 2.2 Ulkoinen logistiikka

Ulkoinen logistiikka pitää sisällään ne toiminnalliset vaiheet ja ohjaustoimenpiteet, joita tarvitaan materiaalin kuljettamiseen yrityksen käyttöön. Sen materiaalivirran lähtöpisteenä on tavaratoimittaja ja päätepisteenä voidaan pitää tavarantoimittajan ajoneuvosta (von Bagh ym. 2000, 158).



### 2.2.1 Kuljetussuunnittelu

Kuljetusten strateginen suunnittelu käsittää koko yrityksen kuljetustoiminnan, jossa kuljetuksia käsitellään osana koko logistiikkaketjua. Sen tavoitteena on määrittää varastojen ja terminaalien sijaintipaikat, yksiköiden toiminta-alueet, kuljetusalueet, käytettävät kuljetusmuodot, palvelutaso ja tavaravirtojen hallinta valtakunnallisella tasolla. Yleensä neljännesvuosittain tehtävä suunnitelma liittyy usein yrityksen vuosisuunnitteluun ja budjetointiin (Reinikainen ym. 1997, 66).

Kuljetusten operatiivisen suunnittelun tuloksena syntyy toimintasuunnitelma, joka pitää sisällään esimerkiksi seuraavan päivän kuormat, ajoreitit ja aikataulut. Suunnitelman toteuttaminen johtaa ns. ohjaustilanteeseen. Siinä on reagoitava nopeasti mahdollisiin toimintahäiriöihin ( autorikko, reitin viivästyminen) sekä jakamaan uusia toimintaohjeita yllättävien muutosten ( uusien tilausten) johdosta (Reinikainen ym. 1997, 66).

Kuorman suunnittelussa pyritään löytämään aina ideaalisin kuljetustapa. Kuljetuskalusto määräytyy pitkälti sen mukaan, liikutaanko maalla, merellä vai ilmassa. Pyrkimyksenä on aina suunnitella kuorma siten, että kuljetusyksikkö ( rekka-auto, kontti ) tulisi mahdollisimman täyteen. Lisäksi kuorman on oltava perillä ajallaan mahdollisimman edullisin kustannuksin, unohtamatta laatu- ja turvallisuusmääräyksiä. Näihin pyritään mm. optimoimalla ajoreitit sekä aikatauluttamalla lastaus- ja purkujärjestys (Reinikainen ym. 1997, 68).

Eri toiminnallisista kokonaisuuksista muodostuu kuljetusten hallintajärjestelmä. Se sisältää seuraavia toimenpiteitä:

- **Kuljetusten suunnittelu**, jolla tarkoitetaan toimintasuunnitelman laatimista ennen varsinaista kuljetustehtävää, esim. kuormien suunnittelu ja ajoreittien optimointi.

- **Kuljetusten ohjaus**, joka on kuljetustoiminnan aikana tapahtuvaa tilanteen operatiivista hallintaa, jonka tavoitteena on pystyä reagoimaan mahdollisimman nopeasti muuttuviin olosuhteisiin ja häiriötekijöihin.
- **Suoritteiden seuranta**, jonka tarkoituksena on rekisteröidä suunnitellut ja toteutuneet suoritteet. Näiden seurantatietojen pohjalta luodaan raportointijärjestelmä, joka perustuu tunnuslukujen analysointiin ja niistä tehtäviin johtopäätöksiin.
- **Kuljetusmaksujen laskenta**, joka perustuu useimmiten toteutuneisiin suorituksiin, jotka on rekisteröityneet seurantatietoihin. Osa tiedoista voi olla suunnittelujärjestelmästä poimittavia laskennallisia tietoja.

Kaikki nämä toiminnot on hoidettavissa joko manuaalisesti tai tietokonetta apua käyttäen. Laaja kuljetusten ohjausjärjestelmä vaatii yleensä tietotekniikan hyväksikäyttöä, jonka etuja ovat nopea tiedonsiito, suuren informaatiomäärän käsittely, toistuvien tapahtumien helppo käsittely, nopeus ja luotettavuus, samojen tietojen käyttö muihin tarkoituksiin sekä mahdollisuus myös ongelmien ratkaisuun manuaalisesti (Mäkelä, Mäntynen 1993, 144-145).

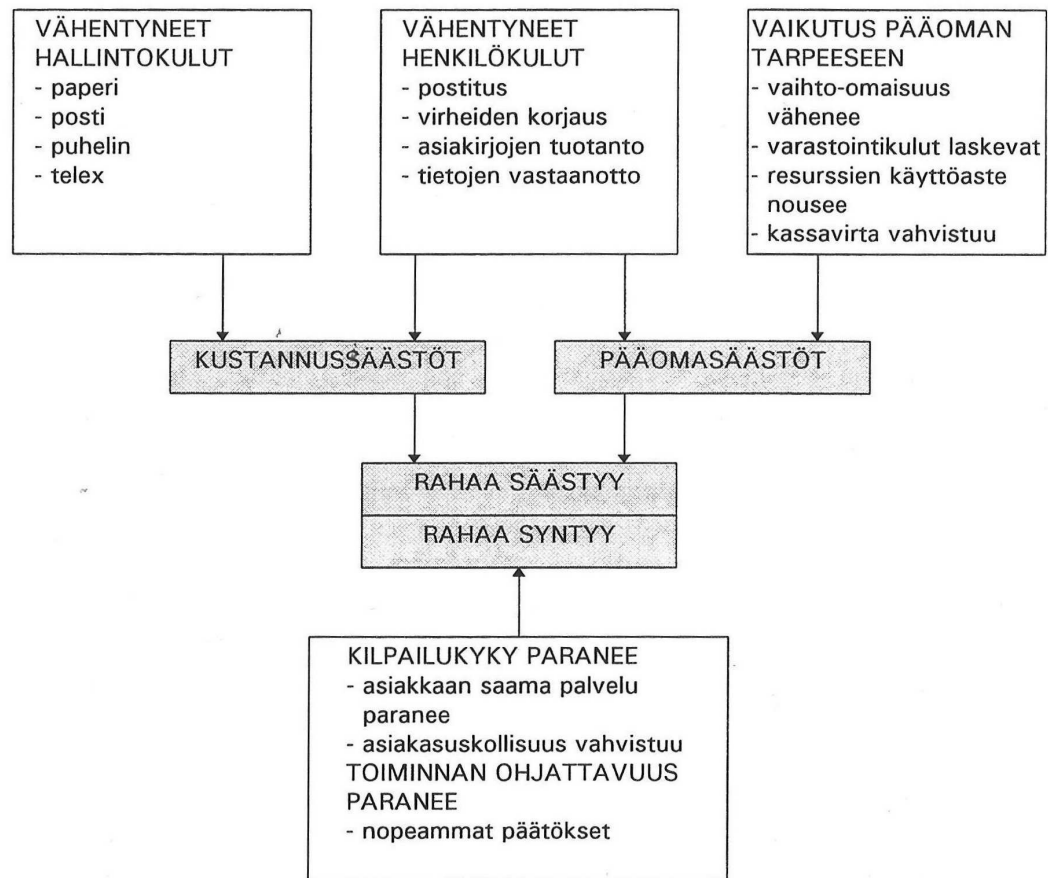
## **EDI**

EDI on määrämuotoisen tiedon siirtämistä sähköisesti tietokoneiden välillä käyttäen hyväksi sovittua sanomastandardia. Kyseinen sanoma voi olla esim. tarjous, tilaus, lasku, tulliselvitys hinnasto tai tuoteluettelo. Nykyään käytettäviä sanomia, jotka kattavat lähes kaiken yritysten välisen kommunikointi tarpeen, on yli 200. Kansainvälisesti sovitut yksityiskohtaiset sopimukset dokumenttien sisällöstä ovat edellytys organisaatioiden välisen tiedonsiirron onnistumiselle. EDI- sanomille on sovittu yhteinen esitystapa, jota eri järjestelmät pystyvät tulkitsemaan. YK:n alainen EDIFACT valvoo ja kehittää standardijärjestelmää (Pastinen ym. 2003, 107-109).

Kuljetusten osalta on tärkeää pystyä seuraamaan ja kontrolloimaan logistiikkaketjun kulkua. Tavaravirran kulkua seuraamalla pystytään ennakoimaan tavarantoimituksen saapumisaika ja -paikka mahdollisimman tarkasti. Samoin mahdolliset aikataulumuutokset pystytään huomioimaan aikaisessa vaiheessa. Tässä EDI-järjestelmän mahdollistama seuranta on ollut huomattavasti tehokkaampaa kuin manuaalinen tapa (Reinikainen ym. 1997, 158-159).

Tullausten ja huolinnan kasvaessa lisääntyneen ulkomaankaupan johdosta EDI:n elektronisen tiedonsiirron edut ovat korostuneet yhä selkeämmin. Kirjalliset asiakirjat korvataan sähköisinä viesteinä, asiointi tullissa vähenee, asiointi virkaajan ulkopuolella mahdollista sekä tavarantoimituksen käyttöönottoa nopeuttava ennakkoluovutus ovat merkittäviä EDI-tullaukset tuomia etuja (Reinikainen ym. 1997, 159).

Elektronisen tiedonsiirron avulla yritykselle syntyviä etuja ovat kustannus- ja pääomasäästöt sekä kilpailukykyä parantavat strategiset edut, jota myös kuva 4 esittää. EDI:n haittapuolena pidetään lähinnä kalliita käyttöönotto- ja käyttökustannuksia (Reinikainen ym. 1997, 159-160; Pastinen ym. 2003, 110).



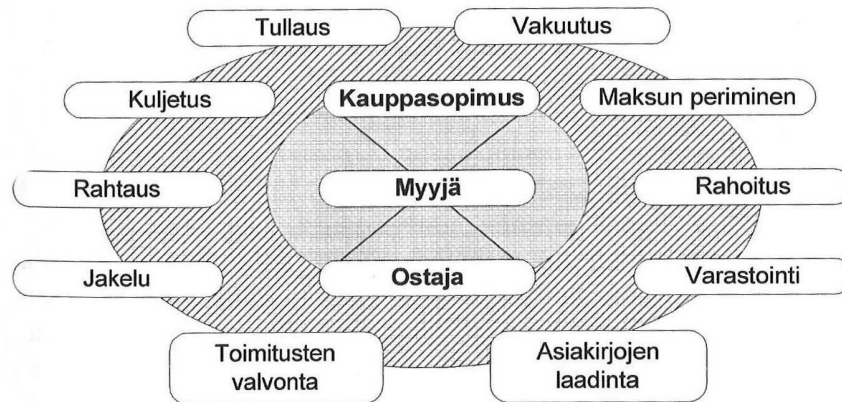
Kuva 4. Edi:n avulla saavutetut hyödyt (Reinikainen 1997, 160).

## Huolinta

Huolinta kuuluu olennaisena osana ulkomaankauppaan ja kansainvälisiin kuljetuksiin liittyvään toimintaan. Globaalisoitumisen sekä laajentuneiden markkina-alueiden johdosta huolinta on noussut tärkeäksi osaksi logistista ketjua.

Huolintatoiminta pitää sisällään useita toisistaan poikkeavia osatekijöitä (kuva 5).

Perusedellytys huolintatoimen menestyksekkääseen hoitamiseen vaaditaan näiden osatekijöiden toiminnan asianmukaista tuntemista (Hokkanen ym. 2002, 136-137).



Kuva 5. Huolintatoimen osatekijät (Hokkanen ym. 2002, 137).

Huolitsija voi olla joko henkilö tai yritys. Huolintatehtävät pitävät sisällään yleensä myyjä- ja ostajamaiden tulliselvitykset, molempien sisäiset huolinta- ja kuljetusjärjestelyt sekä maiden välisen pääkuljetuksen. Huolitsija järjestää tarvittavat kuljetukset ja tullaukset, huolehtii tavarankäsittelystä, merkitsemisistä sekä vakuutuksista. Lisäksi ulkomaankaupassa tarvittavien erilaisten asiakirjojen ja dokumenttien laatiminen vaatii ammattitaitoisen huolitsijan (Hokkanen ym. 2002, 138).

Huolinnasta huolehtii yhä useammin pelkästään siihen keskittyneet yritykset. Ne pyrkivät tarjoamaan vuorokaudenympäri asiakkailleen täydellistä logistiikkapalvelua, jossa huolehditaan kokonaisvaltaisesti sekä materiaali- että informaatiovirrasta (Hokkanen ym. 2002, 138).

Huolinta-alan merkitys on ollut jatkuvasti lisääntymään päin laajentuneiden hankinta- ja markkina-alueiden johdosta. Kansainvälisyys on lisännyt myös haasteita huolintatoiminnassa. Kulttuuri- ja aikaero aiheuttavat paikoin ongelmia yhteistoiminnalle. Toisaalta taas uhkiakin on näkyvässä, sillä huolintapalvelujen tarve saattaa vähentyä tulevaisuudessa. Maailmankaupan vapautuessa ja informaation muuttuessa yhä enempi elektronisempaan muotoon, helpottuu

samalla näiden toimintojen saatavuus kaikille osapuolille (Pastinen ym. 2003, 148; Hokkanen ym. 2002, 140).

### 2.2.2 Pakkaussuunnittelu

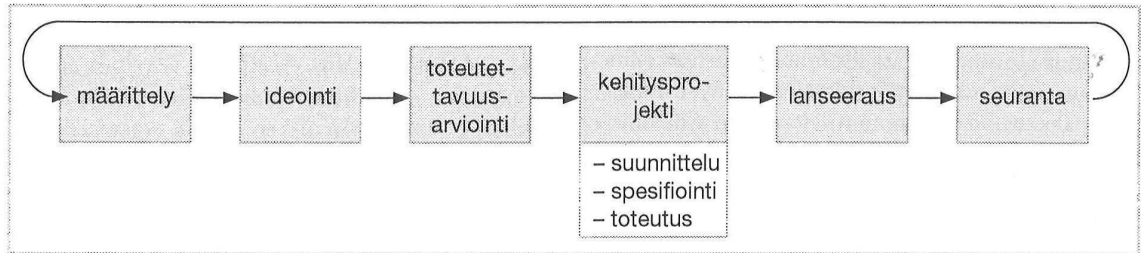
Pakkaussuunnittelun tehtävänä on hakea vaadittavien viestinnällisten, suojaavien, tuotannollisten ja jakelutiehen liittyvien reunaehtojen optimaalinen ratkaisu. Hyvä pakkaussuunnittelu lisää tuotteen haluttavuutta verrattaessa kilpaileviin tuotteisiin. Pakkaussuunnittelu onkin sekä uutta luovaa tuotekehitystä että vanhojen prosessien ymmärtämistä, hyödyntämistä ja kehittämistä (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 216-217).

Perinteisen pakkauksen suunnittelun lisäksi suunnittelijan on toimittava kiinteässä yhteistyössä sekä tuotekehitys- että markkinointiryhmien kanssa. Myös pakkaussuunnittelun tehtävät voidaan jakaa eri vastualueisiin esim. muodon, rakenteen, teknisen ja taloudellisen ratkaisun sekä graafisen ilmeen mukaan. Kuitenkin on huomioitava, että kaikki pakkaussuunnitteluun osallistuvat tähtäävät samaan päämäärään, itse pakkaukseen (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 216).

Pakkaussuunnittelu uudelle tuotteelle on osaksi tuotekehitystä, joka tapahtuu ennen tuotteen varsinaista lanseerausta markkinoille. Suunnittelu ei kuitenkaan jää tähän, vaan se jatkuu osana tuotteen elinkaarta ja tuote-evoluutiota. Strategisesti oikein suunnatulla ja hyvällä pakkaussuunnittelulla sekä olemassa olevien pakkausten uudistamisella voidaan merkittävästi pidentää tuotteen elinkaarta (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 215-216).

## Pakkauskehitysprosessi

Pakkauskehitysprosessi voidaan jakaa kuuteen vaiheeseen, jotka on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Pakkauskehitysprosessin vaiheet (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 40).

Prosessin ensimmäisessä vaiheessa määritellään projektin tavoite ja nimetään ketkä projektiryhmään kuuluvat. Ryhmän tehtävänä on päivittää projektin nykytilanne sekä määrittää menestystekijät tavoitteiden saavuttamiseksi. Lisäksi projekti aikataulutetaan ja kriittiset osatehtävät nimetään (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 41).

Seuraavassa eli ideointivaiheessa kannattaa käyttää apuna eri sidosryhmiä ja systemaattisia innovointimenetelmiä erilaisten idealähteiden löytämiseksi. Kaikki ideat tulee dokumentoida. Ideoinnin tuloksia verrataan karkeasti asetettuihin tavoitteisiin. Riippuen käytettävästä ajasta sekä resursseista, niin valitaan joko useampi kehityskelpoinen idea jatkokehittelyyn tai siirrytään suoraan tiettyjen ideoiden toteutettavuuden arviointiin (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 41).

Toteutettavuusarviointiin voidaan käyttää myös nimityksiä kannattavuusarviointi tai esiselvitys. Siihen kuuluu ideointitulosten vertailua tavoitteeseen sekä arvioidaan toteutettavuutta niin teknisesti kuin taloudellisesti. Pienimuotoisilla testeillä ja koeajoilla on tarkoitus saada lisätietoa hankkeen toteutumiseksi. Lisäksi apuna käytetään aikaisempia selvityksiä, kuluttajatutkimuksia, kirjallisuutta sekä

toimittajakontakteja. Tarkoituksena on koota riittävä määrä tietoa projektin etenemiseksi. Lopullinen päätös hankkeen etenemisestä riippuu kuluttajahyväksynnästä, teknisestä toteutettavuudesta, käytettävissä olevasta ajasta sekä taloudellisista resursseista. Mikäli hanketta päätetään viedä eteenpäin, siirrytään tämän jälkeen pakkauskehitysprojektivaiheeseen (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 40).

Kehitysprojektin lähtökohdat voivat olla laajuudeltaan hyvin erilaiset, riippuen miten tarkasti toteutettavuusarvioinnissa on pystytty asiakokonaisuus rajaamaan. Siksi onkin tärkeää laatia selkeä aikataulu, tunnistaa kriittiset osatehtävät sekä nimetä niille vastuuhenkilöt. Tärkein osa pakkauskehitysprojektiä on suunnitteluvaihe, jossa määritellään pakkaustyyppi ja –materiaali, mitoitus, pakkauslaitteisto sekä koko projektin kustannukset ja aikataulu. Siinä käydään läpi erilaisia lähtökohtia liittyen pakkauskehitykseen. Ne voidaan jakaa seuraavanlaisiin asioihin:

- **Kuluttaja- ja asiakastarpeet**
  - tuotteen kohderyhmä
  - tuotteen käyttötapa
  - tuotteen asemointi
  - asiakastarvetieto
  
- **Tuotevaatimukset**
  - tuoteominaisuudet
  - tuotteen suojaus
  - pakkaustekniikka
  - hygienia
  
- **Logistiikkatarpeet**
  - esillepano
  - jakelureitti



- varastointi
  - suojaustarpeet
  
  - **Pakkausmateriaalit ja –koneet**
    - muoto ja ulkoasu
    - materiaalit
    - pakkauskone
    - kapasiteetti
    - täyttö ja suljenta
    - painomenetelmät ja –alue
    - lakisääteiset ja muuttuvat merkinnät
    - työvoimatarve
  
  - **Pakkausjärjestelmä**
    - kuluttajapakkaus
    - myymäläpakkaus
    - kuljetuspakkaus
    - modulointi
  
  - **Ympäristövaikutukset**
    - lainsäädäntövelvoitteet
    - kuluttajien hyväksyntä
    - jätteen määrä ja käsittely
  
  - **Kustannukset**
    - pakkausmateriaalit
    - työkustannukset
    - jakelukustannukset
    - asiakkaan käsittelykustannukset
- (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 40-43).

Pakkaus on mallinnettava siten, että sitä päästään testaamaan ja tutkimaan halutulla tavalla. Sen tavoitteena on mm. saada pakkauksen muoto hahmotettua, testata käytettävyyttä ja tutkia pakkauksen painatuksia. Suunnitteluvaiheen tuloksena saadaan kuvaus tuotteen koko pakkausratkaisusta tai pakkausratkaisuista kustannuslaskelmineen ja lanseerausaikatauluineen (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 215-216).

Suunnitteluvaiheen työ kasataan yhteen spesifiointivaiheessa. Siinä tehdään tarvittavat päätökset yksiselitteisen pakkausspesifikaation laatimiseksi. Se mahdollistaa hankintojen aloittamisen ja siirtymistä toteutusvaiheeseen. Projektin läpimenoaika riippuu voimakkaasti siitä, kuinka nopeasti konehankinnat saadaan spesifioitua ja edelleen tilaukseen (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 43).

Toteutusvaiheessa asennetaan laitteet ja tehdään tarvittavat koeajot. Kun haluttu tuotantovalmius on saavutettu ja logistinen ketju tarkistettu, niin tuote on teknisesti valmis siirtymään lanseeraukseen (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 43).

Suunnitteluvaiheessa käytyjä pakkausratkaisun teknillisiä määrittelyitä tarkennetaan lanseerauksessa yhdessä pakkausmateriaali- ja konetoimittajien kanssa. Lanseerauksen aikana pääpaino on pakkauksen visuaalisen ulkomuodon suunnittelussa sekä logistiikkaketjun toimivuuden testauksessa ja parantamisessa (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 216).

Kun pakkaus on lanseerattu, analysoidaan tulos. Seurannassa tarkistetaan tuotannon ja logistiikan tunnuslukuja, tuotantonopeutta, tuotanto- ja pakkauslinjan käyttöastetta sekä toimitusvarmuutta. Jälkiseurannalla on tärkeä rooli koko kehitysprosessissa oppimisen ja jatkuvan kehityksen kannalta. Analysoinnin perusteella voidaan tehdä korjaustoimenpiteitä joko pakkaukseen tai koko pakkauskehitysprosessiin (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 44).

Perusteellisesti suunniteltu ja testattu pakkaus on aina eräänlainen kompromissi, sillä siihen kohdistuvat vaatimukset ovat usein erisuuntaisia. Kuitenkin

perusvaatimusten on säilyttävä. Pakkauksen täytyy sisältää tuote mahdollisimman hyvin, sillä ilman kuljettaminen nostaa kuljetuskustannuksia merkittävästi. Sen on suojattava tuotetta rikkoutumiselta, pilaantumiselta, likaantumiselta sekä koko kuljetusketjun rasituksilta. Tuotteen käsittelyn helpottamiseksi pakkaus tai pakkausyhdistelmä on suunniteltava standardien mukaan. Näin saadaan käsittelykertoja vähennettyä ja sitä kautta jakelua nopeutettua. Lisäksi muita perusvaatimuksia liittyen pakkaussuunnitteluun ovat kokonaiskustannuksiltaan mahdollisimman edullinen, hyvä laatukokonaisuus (tuote+pakkaus), ympäristövaikutukset ja riittävä suunnittelu-aika (Karjalainen, Ramsland 1992, 43-44).

Pakkaussuunnittelussa ei puhuta säännöistä, onnistunut pakkaus merkitsee yleensä rajojen rikkomista. Pakkaus on kuin businessstarjous, jossa on riskialtista syöksyä eteenpäin, mutta myös paikalleen jääminen voi olla yhtä vaarallista (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 37).

### 2.2.3 Materiaalisuunnittelu

Materiaalin ohjauksen tavoitteena on varmistaa raaka-aineiden ja osien saatavuus sekä myytävien tuotteiden toimituskyky. Lisäksi hankinnat tai oma valmistus tulisi toteuttaa niin optimaalisesti, että niistä aiheutuva työn määrä olisi mahdollisimman pieni. Työn ja pääoman tuottavuus sekä tilankäytön tehokkuus kuuluvat olennaisesti myös materiaalin ohjaukseen (Sakki 2009, 115).

Materiaalin ohjaus on käytännönläheistä toimintaa, joka liittyy läheisesti niin myymiseen, ostamiseen kuin valmistamiseenkin. Sitä ei pystytä ratkaisemaan matemaattisesti, eikä tietojärjestelmiä kehittämällä, vaikka molemmat tarpeellisia ovatkin. Ohjausjärjestelmän tärkein tekijä onkin sitä toteuttavat ihmiset, joiden toimintatapa ratkaisee lopputuloksen (Sakki 2009, 115).

Varastolähtöisessä ohjauksessa tulee tieto tilaustarpeesta varastosta. Sitä seurataan materiaalikirjanpidon avulla. Se soveltuu parhaiten jatkuvasti kulutettaville tuotteille, vaikka kulutuksessa saattaa olla suurta vaihtelua vuodenajoista riippuen. Osa tuotteista voidaan erilaisissa toimintaympäristöissä ohjata varastolähtöisesti silloin, kun varaston pitäminen katsotaan edesauttavan nopeaa toimituskykyä (Sakki 2009, 120).

Varastoja täydennetään kahdella tavalla joko tilauspistemenetelmällä tai tilausvälimenetelmällä. Tilauspistemenetelmässä tavaratäydennykset tehdään määritetyn rajan eli tilauspisteen ylityttyä. Siinä tilaaminen on epäsäännöllistä, mutta tilauserät pysyvät vakiona. Tilausvälin menetelmässä taas varastoja täydennetään säännöllisesti mutta tilauserät vaihtelevat. Seuraavat kolme tekijää on tunnettava suunniteltaessa varastotäydennystä:

- **Hankinta-aika** on kokonaisaika, joka kuluu tilauksen tekemiseen ja tavaran toimitukseen
- **Tuleva menekki hankinta-aikana**, joka on arvio keskimääräisestä menekistä
- **Varmuusvarasto** on arvioitu minimimäärä varastosta, jonka alle ei saa mennä kuin poikkeustapauksissa. Tähän vaikuttavat hankinta-ajan pituus, menekin muutokset, kriittiset tuotteet sekä käsitys toimitustäsmällisyydestä (Sakki 2009, 120).

Valmistussuunnitelmassa päätetään mitä aineita ja osia valmistuksessa tarvitaan ja miten tarvemäärät ovat kytköksissä lopputuotteen valmistusmääriin. Tuotteiden tarvemäärät voivat vaihdella voimakkaasti riippuen eri lopputuotteiden valmistuksen ajoituksesta. Monen osan kohdalla voi mennä pitkiä jaksoja, ettei tarvetta ole lainkaan. Tällöin varastolähtöiseen ohjaukseen kuuluvia varmuusvarastoja ei ole järkevää pitää (Sakki 2009, 127).

Valmistustoiminnassa jakautuu kahteen erilaiseen materiaalin ohjaus mentelmään, ”työntö” eli materiaalitarvelaskentaan perustuva ja ”imu” eli imuohjaukseen perustuva. Peruseroina on se, että imuohjaus perustuu tämän hetkiseen tarpeeseen ja jossa tulevalla ei ole paljonkaan merkitystä. Kun taas materiaalitarvelaskenta perustuu tuleviin tarpeisiin, jossa ennustamisella on oma roolinsa (Sakki 2009, 127-128).

### **Materiaalitarvelaskenta, MRP**

Materiaalitarpeita ennakoivaa menetelmää kutsutaan työntöohjaukseksi, jossa päätökset materiaalivirtojen kulusta tuotannossa tehdään keskitetysti. Siinä ”työnnetään” tavarat aina seuraavaan valmistusvaiheeseen. Suunnittelutyökaluna käytettävä ohjelma on materiaalitarvelaskenta, MRP. Tuotteen myyntiennusteiden, rakennetietojen ja kulloistenkin varastomäärien perusteella pystytään MRP:n avulla suunnittelemaan kerralla, millaisia määriä eri valmistusvaiheissa tuotetaan (Sakki 2009, 128).

Puumaisessa tuoterakenteessa eli rakennetiedoissa voi olla useita tasoja, jotka koostuvat sekä valmistettavista pääkomponenteista että ulkoa hankittavista osakokoonpanoista ja raaka-aineista. Valmistusaikataulujen ja osien läpimenoaikojen avulla pystytään ennakoimaan hyvissä ajoin ajankohdat, milloin on tarvetta hankkia lukumääräisesti suuria määriä eri osia ja aineita (Sakki 2009, 128).

MRP toteuttamisessa esiintyy monia ongelmia, vaikka se vaikuttakin loogiselta ja järkevältä ohjelmalta. Osa tulevasta tarpeesta on oikeita asiakastilauksia, mutta osa perustuu pelkkiin ennusteisiin, jolloin muutokset ovat hyvinkin mahdollisia. Tuoterakenteen monitasoisuus, äkilliset pullonkaulat tuotantokapasiteetissa sekä muutokset läpimenoajoissa ja osto-osien toimitusajoissa aiheuttavat lisää

epävarmuustekijöitä, mikä johtaa uudelleen laskentaan ja muutoksiin suunnitelman muihin osiin (Sakki 2009, 128).

Heikkona lenkinä materiaalitovelaskennassa pidetään myös tuotteen rakennetietoja, koska laskenta perustuu näihin tietoihin. Tuoterakenne voi muuttua tuotteen elinkaaren aikana useasti. Rakennetiedot saattavat olla monien tietojärjestelmien käytössä. Siksi niiden ylläpitäminen onkin haastavaa, jotta kaikilla järjestelmillä olisi aina oikea tieto käytettävissä (Sakki 2009, 128).

Tieto olemassa olevista varastomääristä on yksi osatekijä, joka tarvitaan MRP:n suorittamiseen. Monesti tiedot ovat kuitenkin varsin epätarkkoja ja aiheuttavat vääristymiä lopputulokseen (Sakki 2009, 128).

## **Imuohjaus**

Käsite just-in-time JIT, Suomessa käytetään JOT, liittyy läheisesti imuohjattuun materiaalinkäsittelyyn. Siinä tietojärjestelmän kautta kokoonpanon työvaiheet tilaavat tarvittavan määrän osia edelliseltä työvaiheelta. JOT-ajattelun vaikutus kattaa sekä hankintatoimen että osatoimittajat, joiden on sopeuduttava mahdollisiin epävarmuustekijöihin ja äkillisiin valmistusmäärien vaihteluun (Sakki 2009, 129).

Kokonaista tuotannollista ajattelua tarkoittava just- in time kattaa paljon enemmän kuin pelkkä materiaalin ohjauksen menetelmä. Sen laaja-alaisuus tulee hyvin esille siinä, kun sen vaikutus koskee tuotesuunnitteluun, tuotantolaitteisiin, laadun hallintaan, tuotannon kulkuun, varastomääriin ja tuottavuuteen. Tavoitteena on lyhentää koko logistiikkaketjun läpimenoaikaa (Sakki 2009, 129).

Ajatus kaiken turhan poistaminen tulee englanninkielen sanoista lean management, jonka suomennettu versio on kevyt ja joustava tuotanto. Siinä ajatellaan, että valmistuksen aikana on vaiheita, joista aiheutuu kustannuksia ilman että tuotteen jalostusarvo lisääntyy. Puhutaan, että 5% läpimenoajasta kuluu

valmistukseen, loput 95%:a odotteluun, virheiden korjaamiseen ja muuhun sähläämiseen. Turhia vaiheita poistamalla parannetaan tuottavuutta. Se vaatii usein uudenlaista asennoitumista työhön (Sakki 2009, 129).

JOT-valmistuksen eräs tavoite on pienentää keskeneräisen työn varastoja. Näin saadaan varastoinnin kuluja pienennettyä, varastotilaa vähennetty sekä laadun hallintaa parannettua. JOT-valmistuksessa pyritään etsimään ratkaisut, jotta päästäisiin oikeanlaatuisen tekemiseen heti kerralla. Puhutaan jopa nollavirhelaadusta, jossa kaikki laatuvirheiden syyt voidaan haluttaessa eliminoida (Sakki 2009, 129).

Eri työvaiheet keskitetään samaan paikkaan lean-valmistuksessa. Työntekijöiden monitaitoisuutta kehittämällä pyritään useita työvaiheita suorittamaan peräkkäin. Jotta mahdollistetaan lyhyemmät sarjat ja siitä seurauksena pienemmät varastot, on valmistuksen asetusajoja saatava lyhennettyä (Sakki 2009, 129).

### 2.3 Sisäinen logistiikka

Sisälogistiikalla tarkoitetaan yrityksen sisäisiä materiaalin käsittely- ja varastointivaiheita sekä niihin liittyviä ohjaustoimenpiteitä. Sisälogistiikan rajapinta tulo- ja lähtölogistiikkaan on kuljetusten ja sisäisen käsittelyn saumakohdassa, lastauslaiturilla. Sisälogistiikan ensimmäinen vaihe on tavaran vastaanotto. Tuotannon sisäisiin logistiikkatoimintoihin kuuluvat yleensä ne vaiheet, joissa ei suoriteta jalostusta. Esimerkiksi materiaalin siirrot ja keskeneräisen työn varastointivaiheet luetaan näihin toimintoihin. Sisälogistiikan viimeisenä työvaiheena tavaran käsittelyssä tulee tavaran lähetys. Siinä valmistellaan eri ajoneuvoihin lastattavat lähetykset lastausta varten (Von Bagh ym. 2000, 159–160).

### 2.3.1 Tavarán vastaanotto

Tavarán vastaanoton tehtävä on ottaa saapuva tavara vastaan, selvittää ja tarkastaa saapuva tavara sekä varastoida saapuneet tuotteet asianmukaisesti, jotta ne ovat aina helposti löydettävissä. Vastaanotto toimii ostajien tärkeänä yhteistyökumppanina. Siellä selvitetään, täyttääkö toimittaja toimituslupauksensa ja mistä toimittajille maksetaan. Lisäksi se kantaa vastuuta varastokirjanpidon virheettömyydestä (Karhunen ym. 2004, 374; Von Bagh ym. 2000, 191).

Vastaanottoon saapuvat lähetykset luetaan joko varastotäydennyksiin, kauttakulkuihin tai palautuksiin. Kun saapuva tavara löytyy varastonimikkeistä ja se on osoitettu varastoon, on kyseessä varastotäydennys. Kauttakulku on jo usein osoitettu tietylle asiakkaalle, vaikka saapuukin varaston kautta. Niitä varasto ei yleensä varastoi. Tyypillisiä kauttakulkuja ovat esim. yrityksen muihin organisaatioihin menevät toimitukset, kuten toimitukset huoltoon, myynti-, talous-, osto- ja tuotekehitysosastolle sekä kiinteistöhuoltoon. Joskus myös kauttakulku voidaan varastoida varastoon, mutta silloin on kyseessä asiakkaan tietty projekti, johon se on tarkoitettu ja osoitettu jo sisääntulovaiheessa. Palautuksia ovat ne varaston nimikkeet, jotka asiakas on jostain syystä palauttanut takaisin. Näitä syitä voivat olla mm. myynnin kanssa sovitut palautukset (tarpeettomat, takuuajana rikkoutuneet) tai toimittaja toimittanut väärää tai laadullisesti virheellisiä tuotteita. Lisäksi henkilökunnalta saattaa palautua varastosta saatuja näytteitä, joita he ovat käyttäneet omiin toimintoihinsa. Kaikki nämä vastaanottoon saapuvat erilaiset lähetykset vaativat erilaisia toimenpiteitä (Karhunen ym. 2004, 374–375).

Vastaanottotyö jakautuu sekä laiturityöhön että varsinaiseen tavarán vastaanottoon. Nämä ovat erilliset prosessit, joiden tekijät voivat olla eri henkilöitä, ja joiden välillä saattaa olla jonkinpitäinen tauko. Laiturityö on tehtävä heti kun tavara saapuu, mutta vastaanottotarkastuksen voi suorittaa vaikka vasta seuraavana päivänä. Henkilö, joka on auton saapuessa paikalla, hoitaa laiturityön.



Vastaanottotarkastuksen voi myös suorittaa henkilö, joka parhaiten tuntee kyseisen tavarän (Karhunen ym. 2004, 375).

Kun laiturityössä otetaan vastaan saapuva lähetys, niin vastuu samalla siirtyy tavarän tuojalta varastolle. Laiturityö käsittää seuraavia asioita:

- Tilaajan tunnistaminen ( kuuluuko tavara meille?)
- Purkuluvan antamisen
- Kollien lukumääräinen tarkastus ja vertailu rahtikirjaan
- Kollien kunnon silmämääräinen tarkastus
- Varaumien merkintä rahtikirjaan
- Rahtikirjan kuittaus
- Lähetysten järjestely vastaanottoalueelle tai purkupaikan osoittaminen
- Tyhjien vaihtolavojen palautus
- Rahtikirjan arkistointi vastaanottotarkastusta varten

Lisäksi laiturityöhön kuuluu oman alueen siisteydestä huolehtiminen sekä tyhjän kaluston varastointi siten, ettei ne vahingoittuisi ja niitä olisi helppo käsitellä (Karhunen ym. 2004, 375–376).

Varsinaiseen tavarän vastaanottoon sisältyy seuraavia toimenpiteitä:

- Ostotilauksen otto tietojärjestelmästä tarkastustyöhön
- Lähetyslistan etsiminen kolleista
- Jälkitoimitustilanteen selvitys varastokirjanpidosta sekä kerätä jälkitoimitukset sovitulla tavalla
- Hyllyosoitteiden tulostaminen tietojärjestelmästä
- Tavarän määrän ja laadun tarkistus lähetyslistaa vertaillen
- Sekalavojen lavoitus tuotekohtaisiin lavakuormiin varastointiin
- Tavarän laittaminen keräyskuntoon, esim. tarpeellisten merkintöjen tekeminen (turva-, käyttö-, koodi-, ja saapumispäivämerkintä)
- Poikkeamien tarkistus sekä mahdolliset merkinnät asiakirjaan

- Viallisten tuotteiden sekä pakkausjätteiden siirto niille osoitettuun paikkaan
- Tavarahan hyllyttäminen
- Vastaanottoilmoituksen tekeminen, josta selvittävää saapuneet tuotteet, määrät (hyväksytyt/hylätyt) sekä hyllytysosoitteet (Karhunen ym. 2004, 376).

### 2.3.2 Varastointi

Tuotanto edellyttää varsin usein varastoimaan joitain nimikkeitä. Kun joitakin raaka-aineita joudutaan tilaamaan suurina erinä, vie niiden kulutus tuotannossa pidemmän aikaa. Toisaalta joitain nimikkeitä saatetaan tehdä varastoon odottamaan tulevia toimituksia ja tilauksia (Karrus 2001, 77).

Teollisuustuotannossa pyritään varastoinnissa lähes poikkeuksetta lyhytaikaiseen toimintaan, koska varastointi ei lisää tuotteen arvoa milläänlailla. Päinvastoin, se aiheuttaa tuotteelle lisäkustannuksia. Se on kuitenkin tärkeä osa valmistavan yrityksen tuotantotoimintaa. Varastoja tarvitaan liiketoiminnassa asiakaspalvelujen ja tuotannollisten toimintamahdollisuuksien turvaamiseen. Varastointia voidaan perustella mm. seuraavilla tekijöillä:

- kuljetuskustannusten pienentäminen
- tuotantokustannusten pienentäminen
- isojen ostoerien edullisuus
- toimitusten varmistaminen
- markkinatilanteen vaihtelujen tasaaminen
- tuottajien ja kuluttajien välisten aika- ja tilaerojen tasaaminen
- yrityksen asiakaspalvelupolitiikan tukeminen sekä halutun tason saavuttaminen mahdollisimman alhaisilla kokonaiskustannuksilla.

Oikein suunniteltu ja onnistuneesti toteutettu varastopolitiikka pystyy tuottamaan logistiseen ketjuun lisäarvoa (Karhunen ym. 2004, 302; Hokkanen ym. 2002, 143-144).

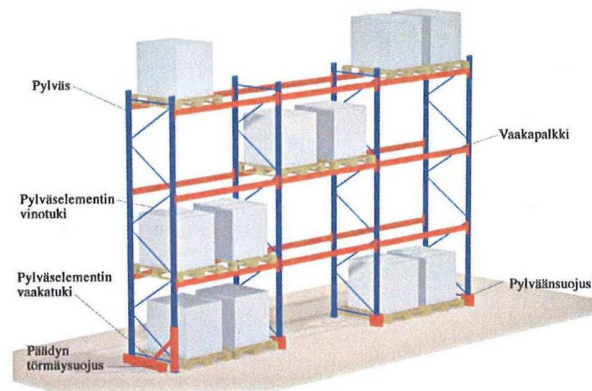
Teollisuudessa varastot luokitellaan yleensä kolmeen päätyyppiin: raaka-aine-, puolivalmiste- ja valmistevarastoihin. Raaka-ainevarastojen tehtävänä on varmistaa edullinen ostohinta sekä häiriötön tuotanto. Puolivalmistevarasto muodostuu keskeneräisistä tuotteista, joihin on allokoitu ja/tai käytetty materiaaleja ja kapasiteettia. Keskeneräisten töiden hallinnalla on oleellinen osuus koko tuotantovirran hallintaan. Lopputuotteet ja puolivalmisteet, joita ei ole allokoitu asiakkaille tai tilauksille, muodostavat yhdessä valmistevarastot. Näiden lisäksi löytyy myös tarvike- ja työvälinevarastoja. Tarvikevarastoissa säilytetään valmistusprosessissa tarvittavia apuaineita ja tarvikkeita, kun taas erilaisten työkalujen säilyttämiseen käytetään työvälinevarastoja (Karrus 2001, 77; Hokkanen ym. 2002, 147; Sakki 2009, 103).

Varastojen muodostumiseen vaikuttavia syitä on kahta tyyppiä. Toinen johtuu etäisyydestä ja kuljetuskustannuksista. Kun pienten erien kuljettaminen tulee kalliiksi, on tavaroiden ostoerien kokoa kasvatettava kustannuksien alentamiseksi. Tällöin ostotoiminnan seurauksena saapuva tavaraerä on kooltaan tarvetta suurempi, joudutaan osa tavarasta varastoimaan myöhempää käyttöä varten. Tätä kutsutaan aktiivivarastoksi. Yritys pystyy jossain määrin vaikuttamaan ostoerien kokoon sekä niistä aiheutuvan varaston suuruuteen, niin puhutaan optimaalisesta eräkoosta.

Toinen syy varastojen muodostumiseen johtuu epävarmuudesta. Kun asiakkaat haluavat nopeita toimituksia tietämättään sen tarkempaa toimitusaikaa ja määrää, joudutaan tavaraa varastoimaan. Tätä nimitetään varmuusvarastoksi tai passiivivarastoksi. Virheelliset menekkiarviot ja puutteellinen suunnittelu ovat syitä passiivivarastojen syntyyn (Sakki 2009, 103-104).

## Varastomuodot

Tavaran koko, muoto tai määrä vaikuttavat siihen, mihin varastointimuotoon päädytään. Yleisimpänä kappaletavaran varastointimuotona käytetään kuormalavahyllyjä kuva 7. Lavakuormat sisältävät usein sen kokoista, laatuista tai muotoista tavaraa, etteivät ne kestä pinoamista, vaan ne on varastoitava kuormalavahyllyihin. Kuormalavahyllyjen käytäväleveys vaihtelee 2-4 metrin välillä riippuen minkälaisia trukkeja käytetään lavakuormien käsittelyyn. Yleisesti käytössä olevia ovat vastapaino-, tukipyörä- ja työntömastotrukit (Karhunen 2004, 325,328,331).



Kuva 7. Kuormalavahyllyn rakenne (Karhunen ym. 2004, 310).

Pienemmälle ja kevyemmälle tavaralle käytetään yleensä pientavarahyllyjä kuva 8. Hyllyrakenteet on suunniteltu elementeistä, joista on helppo muotoilla halutunlainen hyllystö. Käytäväleveys on yleensä 600-800 mm. Hyllyjen keräyskorkeuden tulee olla enintään 2100 mm, koska tavaraa käsitellään normaalisti käsin (Karhunen 2004, 338-339).



Kuva 8. Pientavarahyllyjä (Karhunen ym. 2004, 338).

Kuormalava- ja pientavaravarastoja rakennetaan myös korkeavarastoiksi kuva 9. Niiden toiminta perustuu pitkälti joko kapeakäytävätrukkien tai hissien käyttöön. Kapeakäytävätrukeilla toimintakorkeus yltyä aina 12 metriin, kun hisseillä päästään jopa 45 metriin. Yleisesti korkeavarastot ovat 20-25 metriä korkeita. Käytäväleveys on 1200 mm, koska esim. FIN- ja EUR -lavojen lyhytsivukäsittely onnistuu tämän leveysessä käytävässä. Kapeakäytävätrukit kulkevat hyllykäytävillä lattiaan kiinnitettävien ohjauseinämien välissä. Näin trukki ohjautuu automaattisesti kulkemaan käytävää pitkin. Kapeakäytävätrukkeja on sekä alhaalta ohjattavia että tavarankäytävään nousevasta ohjaamosta ohjattavia. Hissikäyttöisiä korkeavarastoja on kahden tyyppisiä, manuaalisesti toimivia ja automatisoituja. Kun ihminen ohjaa hissiä manuaalisesti, työskentelee hän hissintyökorissa suorittaen joko hyllytys- tai

keräystoimintaa. Automatisoituja korkeavarastoja ohjataan tietokoneohjelmien avulla. Niissä automaattinen hissi poimii lavakuormia varastopaikoista keräyspaikkoihin, joista ne kerätään yleensä manuaalisesti pois (Karhunen 2004, 344,346,348-349).



Kuva 9. Korkeavarasto (Karhunen ym. 2004, 349).

Varastoilla, joissa suurin osa työstä on automatisoitu, tarkoitetaan automaattivarastoja. Niissä eri kuljetinjärjestelmillä yhdistetään varastotapoja toisiinsa. Erilaisilla kuljettimilla, hisseillä ja siirtovaunuilla kuljetetaan tavarat varastoon. Myös manuaalista työtä joudutaan tekemään, sillä saapuva tavara on purettava kuljetuspakkauksesta ja saatettava se keräys- ja varastointikuntoon. Keräys tapahtuu siten, että annetaan koneelle halutun tavaran paikkatiedot, jolloin hissi hakee tavaran kuljettimille, jotka kuljettavat sen keräyspaikkaan ja josta se sitten kerätään manuaalisesti pois (Karhunen 2004, 362,364).

Lattiavarastoissa tavarat joko pinotaan pinovarastoiksi tai varastoidaan rivivarastoiksi. Pinovarastoihin soveltuu ainoastaan kestävästi pakattuja

lavakuormia. Rivivarastot ovat tilaa vievää varastointia, joten niitä käytetään yleensä herkästi vaurioituvien ja kalliiden tavaroiden varastointiin (Hokkanen 2002, 150).

Varastoinnin kustannukset ovat yrityksille usein merkittäviä. Niitä aiheuttavat:

- **Pääoman sitoutuminen.** Yrityksen pääomaa on sitoutuneena varastoon jo maksetuista tavaroista, jotka ovat poissa yrityksen liiketoiminnasta. Pääoma ei lisäännä varastoinnin aikana, vaan aiheuttaa rahoituskustannuksia.
- **Käyttökustannukset.** Varastotilojen rakentaminen, vuokraaminen ja käyttö, kuten lämmitys, aiheuttavat kustannuksia.
- **Käsittelykustannukset.** Varastoinnissa tavaroita joudutaan käsittelemään eri tavoin, josta aiheutuu mm. palkka-, kone- ja pakkauskustannuksia.
- **Tavaran arvon heikentyminen.** On riski, että varastoidun tavaran käyttötarve häviää tai se pilaantuu varastoinnin aikana, jolloin sen arvosta on enää jäljellä romutusarvo tai pahimmassa tapauksessa siitä voi aiheutua jopa hävityskustannuksia arvon laskiessa nolnaan.

Talouden kannalta varastoinnissa on löydettävä se alin määrä tavaraa, jolla vielä pystytään turvaamaan liiketoiminnan häiriöttömän jatkumisen (Karhunen 2004, 305).

Inventointi kuuluu olennaisena osana varastointiin, jossa varastossa olevien tavaroiden määrät lasketaan ja verrataan saatuja tuloksia varastokirjanpitoon. Sen tärkeimpänä tehtävänä onkin varmistaa varastokirjanpidon saldon oikeellisuus. Inventointi pitää suorittaa kullekin nimikkeelle yhtä monta kertaa kuin mitä sen varaston kiertonopeus on. Yleensä varastoissa tehdään kuitenkin jatkuvaa investointia, jossa apuna käytetään tietokonepohjaista ohjelmaa, joka antaa ilmoituksen inventoitavasta nimikkeestä (Karhunen 2004, 385-386).

### 2.3.3 Sisäiset kuljetukset

Sisäiset kuljetukset tai siirrot toimii olennaisena osana tuotantolaitoksen materiaalivirtaa, jotka liittyvät kiinteästi lähetysten purku-, tuotannonohjaus- ja pakkaustoimintoihin. Näillä yrityksen tuotantoon läheisesti liitettävillä siirroilla tarkoitetaan prosessiin liittyviä, eri tuotantopisteiden välisiä kuljetuksia poislukien prosessin sisällä tapahtuvia siirtymiä. Siksi kuljetukset suoritetaan yrityksen omalla kalustolla, kuten erilaisilla trukeilla, vaunuilla ja kuljettimilla (Hokkanen ym. 2002, 163).

Sisäisten siirtojen peruskuljetuksia ovat keruu- ja siirtokuljetukset. Keruukuljetuksen perustehtävänä on kerätä määräerät tuotteita, materiaaleja tai komponentteja joko seuraavaa tuotantovaihetta tai jakelua varten. Siirtokuljetukset ovat tuotteiden tai erien siirtoa varaston ja tuotantopisteiden välillä saman organisaation sisällä. Osa siirtokuljetuksista tapahtuu jalostusketjun suhteen suoraan, mutta osa poikittain (Karrus 2001, 122).

Sisäisten kuljetusten järjestäminen johtuu kuljetustarpeesta. Valittavan siirtotavan määrää pitkälti materiaalivirtojen säännöllisyys ja paksuus (siirtomäärät). Satunnaiskuljetukset suoritetaan erillistoimituksena saatavan tilauksen mukaisesti. Säännölliset kuljetukset suoritetaan suunniteltuja sisäisiä kuljetusreittejä pitkin. Tällöin käytetään tiettyä kuljetusvälinettä, joka kulkee aikataulun mukaisesti varastojen ja osastojen välillä toimittaen osastojen tilaukset. Käytössä voi olla myös kiinteä kuljetinjärjestelmä siirtopisteiden välillä. Sisäisillä kuljetuksilla on neljä perustehtävää varastotoiminnassa, jotka ovat:

1. saapuvan tavaran siirto varastoon purkupaikalta
2. varastojen ja tuotantopisteiden väliset siirrot
3. lähtevän tavaran siirto varastosta lähtöpaikalle
4. kuormaus- ja purkutoiminnot (Hokkanen ym. 2002, 163-164).



### 2.3.4 Pakkaaminen ja tavarankuljetus

Pakkauksen perustehtävä on suojata tuotetta. Pakkauksen on tuotava lisäarvoa tuotteelle ja toimittava kustannustehokkaasti. Pakkaukset toimivat osana pakatun tuotteen logistiikkaketjua, korvaamattomana palvelevana osatoimintona. Ne mahdollistavat kuljetuksen tehokkuuden läpi koko jakeluketjun (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 9).

Suurin osa hankkimistamme tuotteista on pakattu tavalla tai toisella. Pakkauksella onkin usein suuri merkitys pakattuun tuotteeseen. Sillä on monia tärkeitä tehtäviä liittyen suojaamiseen, markkinointiin ja logistiikkaan. Sen tarkoitus on muun muassa:

- suojata tuotetta pilaantumiselta, mekaaniselta kulumiselta, yms.
- markkinoida tuotetta
- helpottaa käsittelyä (standardimitoitus)
- välittää informaatiota
- alentaa jakelukustannuksia (Hokkanen ym. 2002, 178).

Lisäksi pakkauksen tulisi olla edullinen ja käytön jälkeen sen tulisi pystyä hyödyntämään joko materiaalina tai energiana (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 16).

Pakkauksissa käytetään useita eri pakkausmateriaaleja, jotka vaihtelevat käyttötarkoituksen mukaan. Käytössä olevia pakkausmateriaaleja ovat:

- kuitupohjaiset materiaalit, paperi, kartonki, pahvi yms.
- muovit, kesto- ja kertamuovit
- metallit, musta teräs, galvanoitu teräs, alumiini, yms.
- lasi
- puu.

Olkoon pakkauksen materiaali mikä hyvänsä yllä olevista, niin Suomessa on voimassa EU-direktiivin mukainen pakkausasetus, joka edellyttää käytetyistä pakkauksista 82 % uudelleen käytettävän, kierrätettävän tai hyödynnettävän energiana (Hokkanen ym. 2002, 178-179).

Lähtämö valmistele lähtevät kuormat. Sen tehtäviin kuuluu:

- asiakastoimitusten järjestely lähteviksi kuormiksi
- rahtikirjojen muodostaminen
- lähtöjen kollaaminen eli tarkistetaan, että kolliluvut ja rahtikirjan merkinnät täsmäävät
- lähtevän tavaran tietojen antaminen autojen tilausta varten
- asiakastoimitusten osoittaminen tai antaminen niitä hakeville autoille
- kuormauksen valvonta
- tyhjien kuormalavojen vastaanotto
- yleisen järjestyksen ylläpito laiturilla.

Lähtämön toiminnan sujuvuuden kannalta on välttämätöntä riittävät tilat. On oltava tilaa, jossa pystytään erittelemään ja yhdistämään asiakastoimitukset sekä ryhmittelemään lähtevät kuormat. Järjestyksen ylläpitäminen on edellytys toimivaan lähetystoimintaan (Karhunen ym. 2004, 382-383).

## 2.4 Tuotanto

Jotta teollinen tavaratuotanto toimisi hyvin, tarvitaan siihen sujuvaa logistiikkaa. Sen tehtävänä on muun muassa varmistaa materiaalien oikea-aikainen saaminen tuotantoa varten, tehostaa sisäistä tavaravirtojen hallintaa ja ohjausta tuotannossa sekä varastoida valmiit tuotteet ja siirtää ne ketjun seuraavaan vaiheeseen (Karrus 2001, 72-73).

Tuotteet ja niiden rakennekuvaukset, tuotantoon vaadittava laite- ja henkilökapasiteetti, aika, käytettävät raaka-aineet, materiaalit sekä komponentit täytyy määritellä tuotannon suunnittelua varten. Varastoinnilla ja hyvin toteutetulla hankinnalla pystytään varmistamaan tarvittavat raaka-aineet, materiaalit ja komponentit. Raaka-aineet, materiaalit ja komponentit on ohjattava mahdollisimman oikea-aikaisesti tuotantoon. Lisäksi tuotantoyksikön sisällä tarvittavien tavaroiden saatavuus on varmistettava keskeneräisen työn ohjauksella. Lopputuotteet voidaan joko varastoida väliaikaisesti, siirtää jakeluketjuun tai toimittaa suoraan asiakkaalle (Karrus 2001, 73).

Tuotetta pidetään teollisen tuotannon lähtökohtana, joka kehitetään ja suunnitellaan tiettyä käyttötarkoitusta varten. Tuotesuunnittelussa on tarkoitus ottaa huomioon seuraavia asioita:

- tuotteen käyttötarkoitus
- tuotettavuus
- tuotantokustannukset
- tuotanto-osien ja -laitteiden saatavuus
- potentiaalinen kysyntä
- jakelutapa
- huolto mahdollisuus
- loppusijoitus ja kierrätys (Karrus 2001, 73).

Tuotteen materiaalien ja komponenttien tyypit ja määrät määritetään tuoterakenteessa, joka luodaan kehittämisvaiheessa. Lisäksi tehdään kokoamis- ja työohje aikatarvearvioineen. Tuotteesta tehdään yleensä prototyypit ennen koesarjoja. Vasta näiden jälkeen siirrytään varsinaiseen tuotantoon. Tuotannon alkuvaiheessa on varauduttava mahdollisiin tuotantohäiriöihin ja hitaaseen tuotantotahtiin. Tuotteen siirtyessä tuotantoon, on sovittava tarvittavien osien ja materiaalien perusvarastoista sekä volyymihankintatoimista (Karrus 2001, 74).

Koveneva globaali kilpailu ajaa yritykset toimintaan, jossa kustannuksia on jatkuvasti alennettava. Tulevaisuudessa vaaditaankin tuotantojärjestelmiltä resurssitehokkuutta sekä joustavuutta tuotantovolyymien ja varianttien osalta (Pastinen ym. 2003, 86-87).

#### 2.4.1 Tuotantomuodot

Teollista tuotantoa harjoitetaan hyvin erilaisissa mittasuhteissa. Tuotteita valmistetaan yksittäisiä kappaleita tai muodostetaan täysin vakioituja massatuotteita. Lisäksi käytetään erilaisia tuotantoprosesseja riippuen, millaisista tuotteista tai tuotantomääristä on kysymys (Karrus 2001, 74-75).

Tuotantomuodoiksi kutsutaan luokitteluja, jotka on tehty tuotannon rakenteen mukaan. Ne selittävät pääpiirteisesti, mitä tunnuspiirteitä tuotannon organisointi ja ohjaus pitävät sisällään. Tuotantomuodot voidaan jakaa seuraaviin kriteereihin:

- **Tuotteen mukaan**
  - *tilaustuotantossa* suunnitellaan tuote aina tilauksen mukaan joko kokonaan tai osittain uudelleen
  - *vakiotuotannossa* pysyy tuote pitkälti samanlaisena ostajasta riippumatta
- **Valmistusaloitteen mukaan**
  - *asiakasohjautuvassa tuotannossa* tilaus antaa impulssin tuotantotapahtumalle
  - *varasto-ohjautuvassa tuotannossa* tuotteita valmistetaan varastoon odottamaan myymistä
- **Valmistusprosessin jatkuvuuden mukaan**
  - *yksittäistuotannossa* valmistetaan usein arvokkaita, yksilöllisiä ja asiakasta varten suunniteltuja tuotteita. Määrät ovat yhdestä muutamaan kappaleeseen.

- *sarjatuotannossa* valmistetaan tuotteita erinä. Tuotannossa saattaa olla samanaikaisesti monen tuotteen valmistuseriä. Valmistuserät uusiutuvat määrätyissä ajanjaksoissa pitkälti samansisältöisenä.
- *massatuotantossa* valmistetaan tiettyjä tuotteita pitkän aikaa käynnistyksen jälkeen. Jatkuvassa tuotannossa tuotevalikoima on pieni ja valmistus kulkee tasaisena työvaiheesta toiseen.

Kappaletavaratuotannossa käytetään myös termiä toistuva tuotanto. Sillä tarkoitetaan lähinnä sarja- tai jopa jatkuvaa tuotantoa, jolle ominaista on juuri toistuvuus, pieni tuotevalikoima sekä lyhyin väliajoin toistuvat samanlaiset valmistuserät (Hokkanen ym. 2002, 175-176).

Useissa tuotantolaitoksissa on käytössä eri tuotantomuotojen piirteitä. Osa tuotannosta voi esimerkiksi olla varasto-ohjattua, osa asiakasohjattua. Rajat eri tuotantomuotojen välillä ovat käytännössä hyvin häilyviä (Hokkanen ym. 2002, 176).

Tuotannon järjestely eli tuotannon layout yhdistetään läheisesti tuotantomuotoon. Layoutin valinnalla pystytään vaikuttamaan tuotannon tehokkuuteen. Tuotantolaitoksen sisällä saattaa esiintyä erilaisia layouteja rinnakkain. Oikean tuotantomallin valinta on usein hankalaa ja siksi tuotannon vaatimukset ja käytettävissä olevat tilat ratkaisevat, mihin valintaan päädytään (Hokkanen ym. 2002, 176-177).

#### 2.4.2 Tuotannonohjaus

1950-luvulla alkoi kehittyä teoria tuotannonohjauksesta, josta silloin käytettiin nimitystä työnsuunnittelu. Se sisälsi erilaisia tuotannon ajoitustekniikoita. 1960-luvulla kiinnostus varastoihin kasvoi merkittävästi, kun taas 1970-luvulla siirryttiin tapahtumien ennakkointiin seurannan sijaan. Tällöin käyttöön tuli myös termi

tuotannosuunnittelu. Nykyinen termi tuotannonohjaus yleistyi hieman myöhemmin (Hokkanen ym. 2002, 233).

Tuotannonohjausta ei välttämättä yhdistetä logistiikan osa-alueeksi, vaikka sillä on iso merkitys yrityksen läpi virtaavan materiaalin hallinnassa. Se pitää sisällään operatiivisia suunnittelu-, toteutus- ja valvontatoimenpiteitä, joiden avulla voidaan hallita resurssien käyttöä tuotantotavoitteiden saavuttamiseksi. Tuotannonohjaus sisältää:

- tuotesuunnittelun
- tuotannon suunnittelun
- materiaalinohjauksen
- valmistuksenohjauksen
- tuotannon seurannan
- tuotannon kehittämisen.

Tuotannonohjaus toimintona on tiukasti sidoksissa yrityksen muihin toimintoihin. Sillä pyritään hallitsemaan muutoksia, joita yrityksen tuotantoympäristössä tapahtuu. Tällaisia epävakaita muutoksia aiheuttavat muun muassa kysynnän vaihtelut sekä toimitusketjun toiminnan luotettavuus. Tuotannonohjauksen perustehtäviin kuuluu markkinoiden tarpeiden ja tuotannon mahdollisuuksien yhteensovittaminen. Mikäli näitä ympäristön vaatimuksia ja tuotantoprosessin ominaisuuksia ei saada sopimaan yhteen, niin vaikutukset tuntuvat juuri tuotannonohjauksessa. Tuotannonohjauksella pyritään seuraaviin tavoitteisiin:

- hyvä toimituskyky
- hyvä kapasiteetin käyttöaste
- pieni vaihto-omaisuuteen sidottu pääoma
- lyhyt kokonaisläpimenoaika (Hokkanen ym. 2002, 234).

### 3 PAKKAUKSET

Pakkaukset ovat läsnä jokapäiväisessä toiminnassamme. Kuluttajan lisäksi pakkaukset palvelevat monia teollisuuden aloja sekä turvaavat kaupan toiminnan tavaravirtojen ja logististen vaatimusten noustessa ja muuttuessa. Pakkausala palvelee yhteiskuntaa monipuolisesti ja sen merkitys kasvaa kokoajan lisää, kun siirrytään yhä globaalimpaan kaupankäyntiin. Suomessa käytetään vuosittain n. 800 000 tonnia uusiopakkauksia ja noin 400 000 tonnia kertapakkauksia. Suomessa käytössä olevien ainutlaatuisten uudelleenkäyttöjärjestelmien ansiosta on voitu oleellisesti vähentää syntyvän pakkausjätteen määrää. Pakkausjätettä syntyy Suomessa ”vain” noin 85 kg henkeä kohden, kun se esimerkiksi EU:ssa on 160 kg (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 15).

#### 3.1 Tehtävät

Pakkauksen päätehtävä on suojata itse tuotetta. Tämän lisäksi eri vaatimuksia asettavat kuljetustoiminnot, kauppa, kuluttaja, laki ja ympäristö. Nämä pakkauksen perustehtävät eivät tule muuttumaan lähitulevaisuudessakaan, sillä jatkossakin pakkaus suojaa, säilyttää, tekee jakelun mahdolliseksi, kertoo ja sisältää tuotteen, parantaa käyttömukavuutta ja myy (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 15).

#### **Tuotteen suojaus**

Pakkauksen on suojattava tuotetta fysikaalisilta, kemiallisilta ja biologisilta rasituksilta. Mekaanisia rasituksia aiheutuu eniten kuljetusten ja käsittelyn aikana, joissa erilaiset iskut ja värinä koettelevat pakkauksen kestävyyttä. Lisäksi ilman

kosteus ja pöly aiheuttavat fyysikaalisia rasituksia. Kemiallisia rasituksia aiheutuu lähinnä elintarvikkeisiin mm. valon ja hapen vaikuttaessa tuotteisiin. Oikeilla pakkauksilla pystytään vähentämään myös mikrobiologisten muutosten, tuhoeläinten, vieraiden hajujen ja makujen aiheuttamia haittoja. Pakkauksen suojaamisella vaikutetaan myös tuotteen turvallisuuteen. Pakkauksesta tulee selvittää, onko sitä asiattomasti avattu tai onko tuote vahingoittunut käsittelyssä (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 11).

### **Pakkauslinjat**

Suurilla nopeuksilla toimivat uudenaikaiset pakkauslinjat vaativat pakkauksilta monia eri ominaisuuksia tuote- ja pakkaushävikkien vähentämiseksi. Pakkausten kitkaominaisuuksien ja muotojen tulee olla oikeanlaisia, jotta niiden liikkuminen kuljetushinnoilla oikealla nopeudella olisi mahdollista. Kuljetushihnalla on pysyttävä samalla pystyssä sekä kohdistuttava oikeaan paikkaan täytössä. Näiden lisäksi pakkauksilta usein vaaditaan myös lämmönkestävyyttä, tehokasta sulkumekanismia, riittävää kaasutilaa sekä hygienian toteutumista (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 11).

### **Logistiset vaatimukset**

Erilaisia pakkausyhdistelmiä käytetään kuljetusten, varastoinnin ja käsittelyn helpottamiseksi. Oikein mitoitetuilla kuljetuspakkauksilla saadaan lastattua kuljetusvälineet mahdollisimman täyteen. Lisäksi ne on toimittava sekä lavauskoneiden että varastojärjestelmien kanssa. Hyvä tilankäyttö taataan 600 mm x 400 mm perusmoduuliin perustuvalla modulointijärjestelmällä, joka on käytössä mm. Pohjosmaissa ja Saksassa. Muita logistisia vaatimuksia, joita pakkauksen on



toteutettava, ovat jäljitettävyyys, aitous sekä globaalin toimintaympäristön aiheuttamat poikkeukselliset olosuhteet (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 11).

### **Tuotteesta kertominen, markkinointi**

Pakkaukset kertovat monenlaisin eri merkinnöin itse tuotteesta. Päälyllymerkinnoilla on omat säädöksensä niin elintarvikkeilla kuin kulutustavaroillakin. Pakkauksista voi selvittää tuotteen käyttö- ja huolto-ohjeet tai se voi kertoa tuotteen säilymisestä ja säilyttämisestä. Tuotteesta voidaan myös saada tietoa erilaisin koodijärjestelmin sekä pakkausketjun osapuolille että tieto- ja tilausjärjestelmien käyttöä varten (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 11).

Pakkaukset toimivat apuna tuotteen markkinoinnissa. Useat tuotteet tunnistetaan jo pakkauksen perusteella. Näin pakkaus auttaa osaltaan tuoteimagon luomista ja varmistaa tuotteiden aitouden. Pakkaus muistuttaa itsestään pidempään kuin mainos (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 11).

### **Käyttäjä, kuluttaja**

Pakkauksen avulla valmistaja pystyy lähestymään kuluttajaa sekä kommunikoimaan hänen kanssaan. Apuna käytetään mm. symboleja, tuotemerkkejä, sloganeja, ohjeita, varoituksia, takuita ja teknisiä selosteita. Näillä on suuri merkitys huomion herättäjänä (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 12).

Kuluttajien tarpeiden tyydyttämiseksi pakkausten on tarjottava tuotteille käyttömukavuutta. Pakkaukset tulisi pystyä avaamaan ja sulkemaan sekä säilyttämään ja tyhjentämään kotona. Kuluttajalle on annettava riittävät tiedot käytetyn pakkauksen hävittämiseksi. Lisäksi lapsiturvalliset pakkaukset takaavat,

etteivät lapset joudu tekemisiin myrkyllisten tai muutoin haitallisten tuotteiden kanssa (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 12).

## **Ympäristö**

Ympäristöä rasittaa niin pakkaukset, tuotteet kuin niiden kulutuskin. Hyvä pakkaus säästää ympäristöä. Ympäristöä ajatellen eri pakkausmateriaalien väliset erot pysyvät pieninä silloin, kun pakkaus toimii tuotteen suojana ilman ylipakkaamista. Siitä huolimatta pakkaussuunnittelussa on koko ajan otettava ympäristö huomioon, jotta vältytään turhilta ympäristörasitteilta. Lisäksi toimiva pakkaus tulisi olla edullinen sekä se olisi mahdollista hyödyntää materiaalina tai energiana käytön jälkeen (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 12).

### **3.2 Kustannukset**

Teollisuudessa pakkauskustannusten osuus on maailmanlaajuisesti noin 2 % tuotantokustannuksista. Ne koostuvat materiaali-, työ-, energia- ja tilakustannuksista. Näistä materiaalikustannusten osuus on puolet kaikista pakkauskustannuksista. Se pitää sisällään kaiken materiaalin, joita tarvitaan pakkaamisessa. Pakkauskustannuksista voidaan sanoa, että se sisältää kaikki tuotteen valmistamisen jälkeen ja ennen lähettämistä syntyvät kustannukset (Karjalainen, Ramsland 1992, 7; Kehittyvä Elintarvike & Elintarviketieteiden Seura ry).

### 3.3 Pakkaus logistisessa ketjussa

Pakkauksilla on merkittävä rooli tuotteen logistisessa jakeluketjussa. Ne suojaavat tuotetta ja mahdollistavat tehokkaan kuljettamisen läpi koko jakeluketjun.

Pakkauksen osuus koko tuotteen hinnasta on melko pieni, muutama prosentti.

Tuotteen pakkaamisen hinta pystytään säästämään monin kerroin toimivan pakkauksen avulla esimerkiksi tuotehävikeissä, kuljetuksissa sekä tuotteen muissa elinkaaren vaiheissa. Toimiva pakkaus pienentää kuljetusriskiä, uhkaa, ettei tavara saapuisi perille oikeaan aikaan ja paikkaan, täysimääräisenä ja ehjänä (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 232).

Teollisuudessa yritysten välisiltä pakkauksilta halutaan tuotteen suojaamisen ja säilyvyyden lisäksi pieniä kokonaiskustannuksia, helppoa käsiteltävyyttä, moduulimitoitusta sekä mahdollisimman vähäistä jätemäärää. Teollisuudessa käytetään runsaasti suurpakkauksia, kontteja ja säiliöautokuljetuksia. Uudelleen käytettäviä pakkauksia käytetään paljon varsinkin vakituisten kumppanien kesken. Tyypillisesti ne ovat joko sisäkkäin meneviä tai kokoontaitettavia, jotta ne mahtuisivat tyhjänä pienempään tilaan joko varastoitaessa tai kuljetettaessa. Lisäksi niiden on kestettävä pitkään kiertosysteemissä sekä oltava helposti puhdistettavissa (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 24).


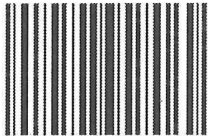

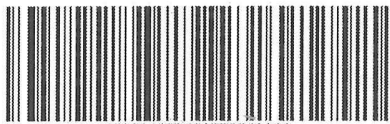
Logistiikassa on oleellista, että tiedetään, kuka lähettää, minne lähettää ja mitä lähetetään. Nykyaikainen logistiikka vaatii toimiakseen koneellisesti luettavat merkinnät ja sähköisen tiedonsiirron yritysten välillä. Suurista tietomääristä johtuen käytetään yleensä sähköistä EDI-järjestelmää. Lisäksi käytössä on standardoituja osoitelappuja, joista voidaan koneellisesti lukea tietojärjestelmiin erilaisia tietoja, kuten kollitunnisteet (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 233).

### 3.3.1 Modulointi

Pohjoismaissa ja Saksassa on jo pitkään ollut käytössä modulointia, jonka tarkoituksena on järjeistää kuljetusten ja varastoinnin tilankäyttöä. Perusmoduuli on pohjamitaltaan 600 mm x 400 mm, josta käytetään lisäksi kerrannaisia ja jakosia esim. hyllymitoituksessa. Moduulimitoitettut pakkaukset sopivat hyvin sekä rullakoihin että lavakuormiin. Perusmoduulilla 600 x 400 tarkoitetaan ulkomittoja, joten ladottujen pakkausten koko on oltava hieman pienempi sopiakseen kuljetuspakkaukseen (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 26).

### 3.3.2 Kollisoitelappu

Lähetysten pienin käsiteltävä yksikkö on kolli. Lähetyksessä voi olla yksi tai useampi kolli, jotka kaikki kuljetetaan samasta paikasta johonkin tiettyyn samaan toimitusosoitteeseen. Logistiikka-ala suositteleeekin, varsinkin tavarantoimittajille, joilla ei ole hyväksytyjä käytäntöjä kollojen merkitsemisestä, standardoidun kollisoitelapun käyttöä kuva 10. Osoitelapusta on löydyttävä seuraavat tiedot: mistä, mihin, kuljetusohjeet, tuote/lähetystiedot, kollin yksilöllinen tunnistenumero sekä viivakoodillinen kollitunniste. Tämä tunniste on oltava aina alimmaisena. Samassa kollissa saa olla vain yksi kollitunniste. Kollisoitelapun materiaalin ja tulostuksen on kestävä eri olosuhteet niin käsittelyn, kuljetuksen kuin varastoinninkin aikana (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 233).

<p>Mistä - Från - From Lappeenrannan kemikaalituonti Oy c/o Tuontivarastohotelli Oy astiavarasto ovi 6 Saimaankatu 12 53300 LAPPEENRANTA Puh. - Tel. (05) 555 666 777 Lauri Lähettäjä</p>		<p>P (lähettäjän tiedot)</p>
<p>Läh.pvm. - Avs.dat. - Desp.Date 7.11.2003</p>		<p>V (yhteyshlö ja puh.) P (lähetyspäiväys)</p>
<p>Mihin - Till - To Varsinais-Suomen Tuotetukku Oy Kemikaaliosasto Rautatehtaankatu 2 <b>20200 TURKU</b></p>		<p>P (vastaanottajan tiedot)</p>
<p>Kemikaalivarasto, ovi 3 Viite 1234567890 Puh. - Tel. (02) 888 999 000 Lars Larsson</p>		<p>V (toimitusos. lisätiedot) V (tietoja vastaanottajalle)</p>
		<p>V (kulj.ohjeet -viivakoodi)</p>
<p>Postinro - Postnr - Postal Code 20200</p>		
<p>Kuljetusohjeet - Transportinstruktioner - Transports instructions Kuljetus Oy, Helsinki, ADR-kuljetukset <b>JÄLKIVAATIMUS</b> Lämpötila +0...+30°C 2074 Akryyliamidi 6,1 III VAK Puh./Tel. (09) 111 222 333</p>		<p>V (kuljetusyritys ja -lapa) V (lisäpalvelut) V (kollin käsittelyohjeet)</p>
<p>Lähetys - Sändning - Shipment ID <b>223344556</b></p>	<p>Koli - Item <b>1/5</b></p>	<p>Paino - Vikt - Weight <b>25/100</b></p>
<p>Tuotetiedot - Arskeldata - Product Information Tuolenumero 784533478, teholiima, 20 l astia</p>		<p>P (lähetyksen / kollin tiedot)</p>
		<p>V (tuotetiedot)</p>
<p>Koli - Item ID (00)364123456776543211</p>		<p>P (kollin yksilöivä tunniste)</p>
		<p>P (edellinen selväkielisenä)</p>

Kuva 10. Standardoitu kollioitellappu (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, s. 233).

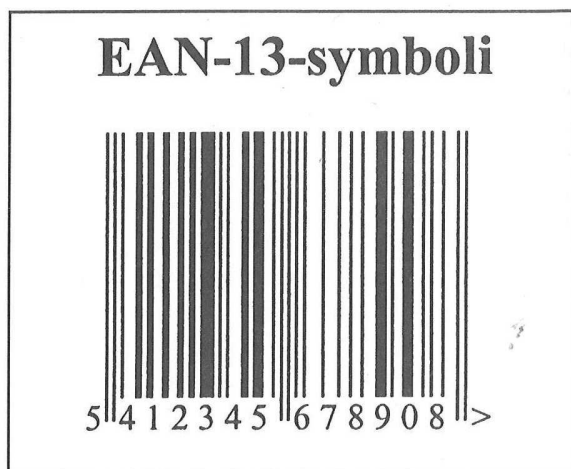
### 3.3.3 Viivakoodit

Viivakoodit ovat merkkijonoja, joita luetaan optisella koneella. Jokainen merkki (numero tai kirjain) on koodattu käyttäen erilaisia viivoja sovitun järjestelmän mukaisesti. Perinteisissä viivakoodeissa jokaista merkkiä vastaa tietty yhdistelmä kapeita ja paksuja viivoja sekä viivojen välejä. Viivakoodi luetaan lukulaitteella, joka tulkitsee eli dekodaa sen ymmärrettävään muotoon joko tietojärjestelmään,

päätteelle tai ohjausjärjestelmälle (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, s. 64).

Viivakoodin avulla saadaan nopeutettua tiedonsyöttöä moninkertaisesti verrattuna käsinäppäilyyn. Lisäksi viivakoodin lukemisessa tapahtuvien virheiden mahdollisuus pienenee merkittävästi. Viivakoodi pystytään lukemaan pitkänkin etäisyyden päästä sekä liikkeestä. Koodien avulla saadaan automatisoitua yksitoikkoiset tarkastus- ja ohjaustoiminnot, mikä lisää samalla tarkkuutta ja tehokkuutta (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, s. 64).

Käytetyin ja tärkein viivakoodi pakkauksissa on EAN-koodi (kuva 11), josta käytetään myös nimitystä tuotteen ”henkilötunnus”. EAN-koodi muodostuu sekä tuotteen yksilöivästä numerosta että tätä vastaavasta symbolista (viivakoodista), joka koneellisesti luetaan. EAN-koodi on käytössä maailmanlaajuisesti sekä kansallisessa että kansainvälisessä tiedonsiirrossa.



Kuva 11. EAN-koodi (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 234).

Viivakoodi-järjestelmällä saavutetaan monenlaisia etuja, joita ovat :

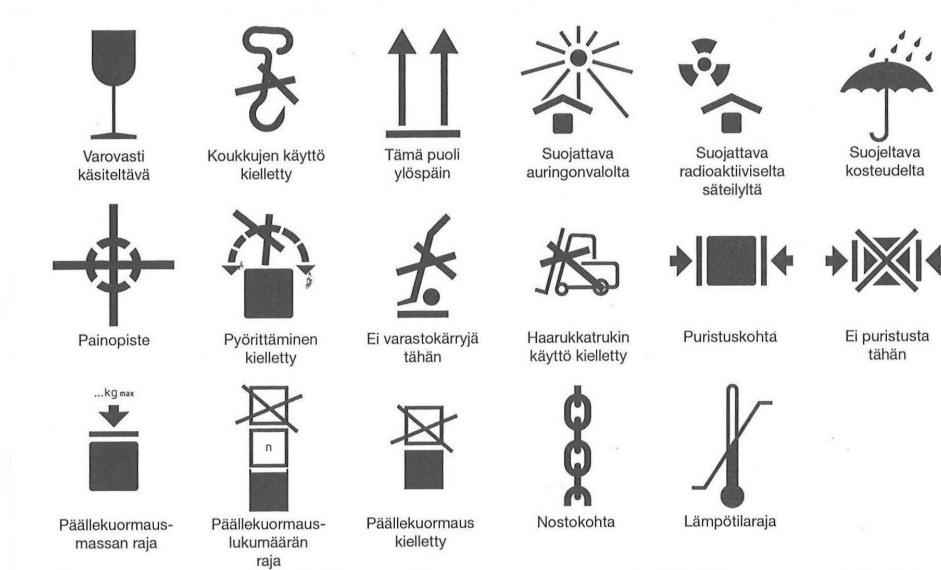
- toimitusketjujen tehokas hallinta, jossa pystytään yksilöimään tuotteet, toimitusyksiköt, osapuolet ja palvelut

- sähköisen kaupan prosessien helpottuminen, kuten jäljitettävyys ja seuranta
- kaupankäynnin tehostaminen
- asiakaslähtöisyyden lisääminen
- EDI:n käytön hyödyntäminen, jolloin pystytään parantamaan siirtojen nopeutta ja tarkkuutta
- lisätietojen merkitseminen viivakoodeilla, kuten parasta ennen käyttöpäivä, valmistus- ja eränumerot (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 234).

### 3.3.4 Merkinnät

Pakkaukset sisältävät varsin suuren joukon erilaisia merkkejä. Osa käytettävistä merkeistä on virallisia tuotetietomerkkejä, joiden käyttöoikeus tulee anoa merkin omistajalta. Osa taas on enemmän tai vähemmän tiedottavia merkkejä, joilla kerrotaan jostakin tuotteen ominaisuudesta. Pakkauksissa käytetään muun muassa seuraavia merkintöjä:

- lakisääteiset merkinnät
- käsittely- ja varoitusmerkinnät (kuva 12)
- standardinmukaisuusmerkinnät
- vaarallisten aineiden kuljetusmerkinnät



Kuva 12. Käsittely- ja varoitusmerkit (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 237).

Pakkauksissa käytettäviä kuvasymboleja ja –merkkejä, jotka viittaavat ympäristökysymyksiin, on käytössä varsin monenlaisia:

**1. Vapaaehtoisia merkkejä, jotka perustuvat tiettyihin myöntämiskriteereihin.**

Tällaisia ovat mm. Suomen Standardisoimisliiton SFS myöntämä yhteispohjoismainen ympäristömerkki, vihreä joutsen sekä EU:n ekologo (kuva 13).

**2. Johonkin olemassa olevaan järjestelmään kuuluvat merkit.**

Vanhin Suomessa käytössä oleva merkki on NP-kierrätysmerkki (kuva 13), joka löytyy mm. maito- ja mehutölkeistä sekä vastaavista nestekartonkipakkauksista. Lisäksi Suomessa on käytössä Pakkausalan Ympäristörekisteri PYR Oy:n oma PYR-merkki (kuva 13), jota saavat käyttää pakkauksissaan yritykset, jotka ovat tehneet sopimuksen PYR:n kanssa. Merkki ei ole pakollinen.



### **3. EU:n pakkaus- ja pakkausjätedirektiivin vaatimat merkinnät**

EU:ssa on valmisteltu kierräystä ohjaavia merkintöjä jo pidemmän aikaa, mutta toistaiseksi päätökseen asti on viety vain materiaalien tunnistusmerkinnät-asetus. Siinä voidaan kertoa kirjain/numero-tunnuksilla käytetyt pakkausmateriaalit, jotta niiden hyötykäyttö olisi helpompaa. Suomessa tämä asetus tuli voimaan vuonna 2005.

Jo 1990-luvulla EU:ssa käsiteltiin erilaisia symboleja, joita käytettäisiin joko sellaisenaan tai edellä mainitun asetuksen täydentäjänä. Nämä EU-parlamentin ehdottamat materiaalimerkinnät ovat olleet jo laajalti käytössä (kuva 14).

### **4. Ns. kierrätysmerkit**

Virallista merkitystä näille erilaisille nuolikolmioille ei ole vielä määritelty.

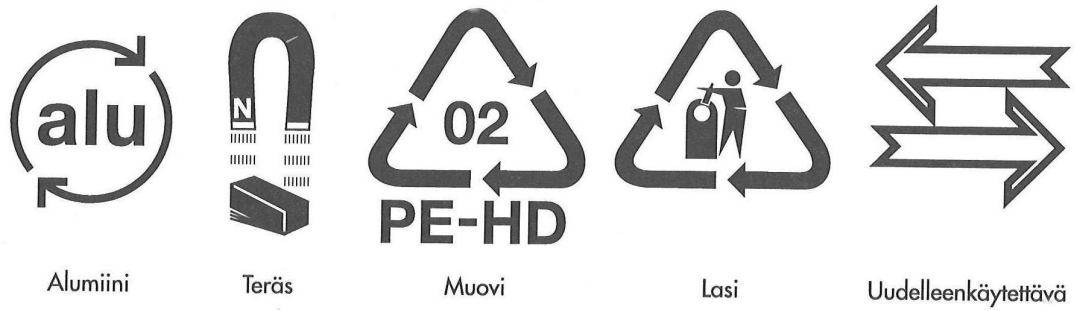
Tuotteen markkinoille saattava yritys vastaa tuotekohtaisesti merkin tarkoituksesta ja käytöstä. Esimerkkinä Mobius loop-merkki (kuva 15), jolle ollaan saamassa standardimerkitys omaehtoisena ympäristömerkkinä (ISO 14012:1999).

### **5. Muut ympäristömerkit**

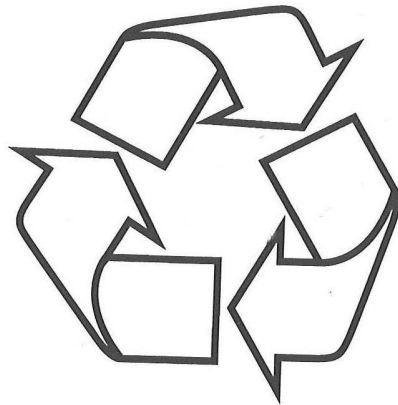
Käytössä on myös erilaisia symboleja, jotka kuluttajan silmissä mieltyy ympäristömerkeiksi, kuten WWF:n panda ja Suomen Luonnonsuojeluliiton norppa (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 271-274).



Kuva 13. Yhteispohjoismainen vihreä joutsen, NP-kierrätysmerkki, EU:n ekologo ja PYR-merkki (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 272-273).



Kuva 14. Alumiini-, teräs-, muovi-, lasi- ja uudelleenkäytettävä pakkausmerkit (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 273).



Kuva 15. Mobius loop-merkki (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 274).

### 3.4 Materiaalit

#### 3.4.1 Kuitupohjaiset pakkaukset

Pakkausteollisuudessa on käytössä paljon kuitumateriaaleja, jotka toimivat pakkausrakenteiden raaka-aineena. Luonnosta peräisin olevat puu ja ei-puumaiset kuitumateriaalit muodostavat hyvin tärkeän ja keskeisen raaka-ainekomponentin jalostus- ja pakkausteollisuuden käyttöön. Näiden tärkeimpiä ominaisuuksia ovat uusiutuva luonnonmateriaali, kierrätettävyys ja kompostoitavuus. Kuitupohjaisia pakkauksia ovat muun muassa pakkauspaperit, kuituvalokset, joustopakkaukset, kartongit ja aaltopahvit. Näistä perehdytään tarkemmin kahteen viimeiseen (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 129).

#### **Kartonkipakkaukset**

Yleisimpiä käytettäviä pakkauksia ovat kartongista valmistetut kartonkikotelot. Niiden avulla tuote saadaan nopeasti, suojattuna ja tehokkaasti jakeluketjuun ja edelleen käyttöön. Koteloissa käytetään erityyppisiä kartonkilajeja riippuen mitä ominaisuuksia pakkaukselta vaaditaan, jäykkyyttä, kosteuden kestoa, sitkeyttä vai koneajokelpoisuutta. Koteloiden painatus tapahtuu ennen kuin pakkaus saavuttaa varsinaisen muotonsa pääasiassa offset-tekniikalla (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 143-144, 147).

Kotelo saatetaan oikeaan muotoon erillisiä työkaluja hyväksikäyttäen stanssaus koneella. Nykyaikaisissa stanssaus koneissa on kolme työvaihetta, itse stanssaus eli kotelon muodostus, leikkausjätteen poisto kotelon sisältä ja koteloaihioiden irrotus toisistaan. Muotoon stanssattujen koteloiden avoinaiset sivut yleensä liimataan yhteen sivuliimauksella, myös teippausta ja nitomanastoja

käytetään. Näin kartonkikotelo on valmis tuotteiden pakkaamista varten (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 148-149).

Kartonkikotelot hävitetään joko laittamalla ne kotelokierrätykseen, polttamalla muun poltettavan materiaalin kanssa tai kompostoimalla. Muovipinnoitettujen kartonkikoteloiden turvallinen hävittäminen tapahtuu joko kotelokierrätyksenä tai polttamalla. Alumiiniä sisältävä kartonkikotelo tulee laittaa kotelokierrätykseen (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 149).

Kartonkikoteloilla saavutettavia etuja ovat :

- edullinen hinta
- korkeatasoinen painatus → markkinointietu
- toimivuus hyllyissä
- pysyy hyvin pystyssä
- painettu teksti tai kuva helposti havaittavissa
- vie tyhjänä vähän tilaa
- nopea pakata
- toimii hyvin sekä kuljetuksen että varastoinnin aikana
- uusiutuva luonnonvara
- ympäristömyötäinen (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 149).

### **Aaltopahvipakkaukset**

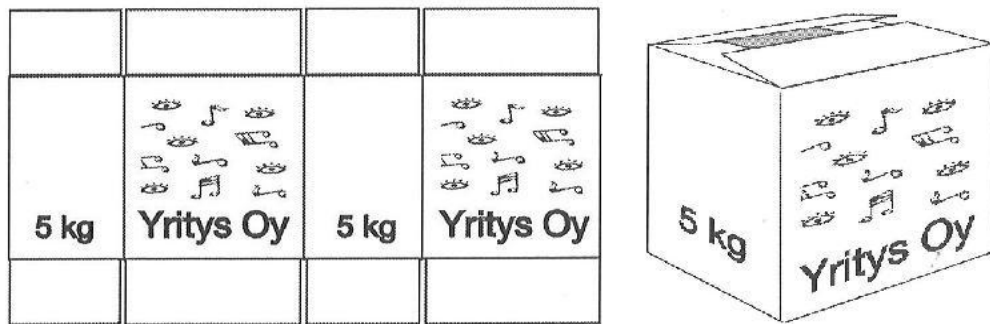
Yleisin maailmalla käytetty pakkausmateriaali on aaltopahvi. Sen tunnistaa aaltomaisesta kartonkikerroksesta, joka liimataan joko yhteen tai kahteen suoraan pintakartonkiin. Myös aaltokerroksia voi olla enemmän kuin yksi. Pintakartongit ovat väriltään joko ruskeita tai valkoisia, joihin voidaan painattaa haluttuja merkkejä, kuvia ja tekstejä tai päällystää pinta jollakin aineella. Yleisimmin aaltopahvia käytetään kuljetuspakkauksissa, mutta paljon myös

kuluttajapakkauksina, arkkeina, paperirullien päätypaloina sekä erilaisina kontteina, myyntitelineinä ja –esitteinä (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 150).

Aaltomaisen kerroksen johdosta aaltopahvi on jäykempää verrattuna vastaavanpainoiseen kompaktiin pahviin. Aaltopahvin jäykkyys paranee merkittävästi aallon korkeuden kasvaessa. Pakkausdirektiivissä 94/62/EY on määritelty aaltopahvin rakenne, jota on muutettu direktiivissä 2004/12/EY koskien mm. vaatimusta pakkausjätteen synnyn ehkäisystä. Aaltopahvin perusraaka-aineet lukeutuvat uusiutuviin luonnonvaroihin; uusio- tai ensikuituja sekä tärkkelysliimaa. Vakiintunut kierrätys on johtanut siihen, että keräyspahvi on haluttu raaka-aine kartonkiteollisuudelle ympäri maailman (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 151).

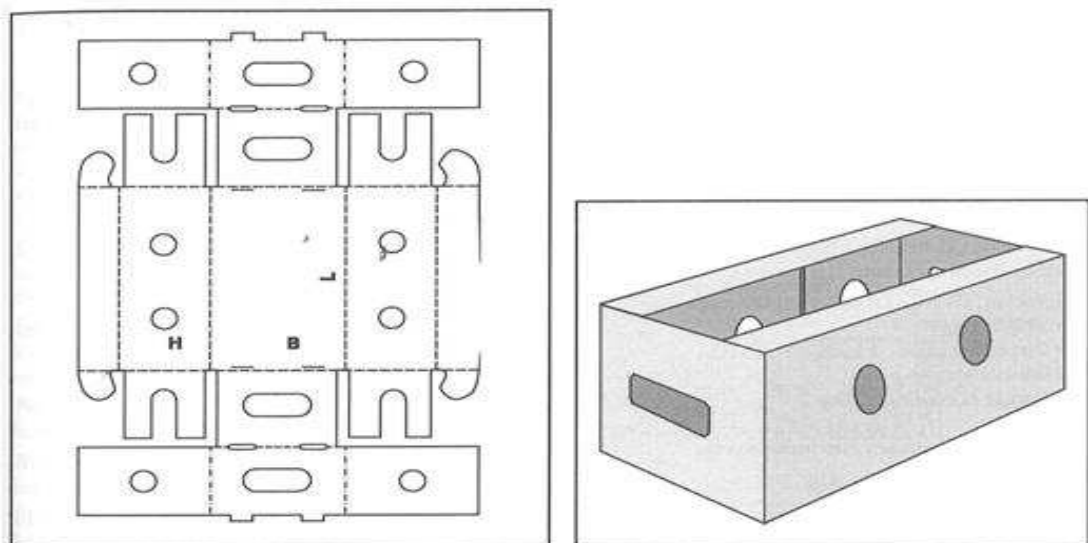
Aaltopahveja valmistetaan sekä yksipuolisena että kaksipuolisena. Yksipuolinen aaltopahvi sisältää vain yhden pintakartongin ja aallotuskartongin, kun taas kaksipuolisessa on aallotuskartongin molemmilla puolilla pintakartongi. Pintakartongin eli linerin tehtävänä on toimia sileänä painatuspintana ja antaa lujuutta. Aallotuskartongin eli flutingin tehtäviin kuuluu pitää pintakartongit tietyllä etäisyydellä toisistaan ja antaa siten suurta lujuutta ja jäykkyyttä aaltopahviin. Linerin ja flutingin liittäminen tapahtuu liimaamalla. Yleisimmin käytetään tärkkelysliimaa, jolla saavutetaan luja ja kierrätyskelpoinen sauma. Lisäksi voidaan käyttää myös kaksi- tai kolmeaaltoisia pahveja suurta lujuutta vaativiin kohteisiin (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2007, 175-176).

Pakkauksista, jotka valmistetaan aaltopahvista, noin kolmasosa on läppä- eli slitsilaatikoita. Tunnusomaista näille painoavatuille laatikoille on se, että taivutukset ja leikkaukset menevät kohtisuoraan tai samansuuntaan keskenään. Tunnetuin esimerkki näistä rakenteista on FEFCO:n koodiston 0201-mallinen pakkaus (kuva 16) (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 154).



Kuva 16. Laatikko, rakenne 0201, aihiona ja koottuna (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 154).

Stanssaus-menetelmässä leikataan sekä tehdään taivutuksia aaltopahviarkkiin. Näin saadaan tehtyä useita eri muotoja ja rakenteita. Stanssatut pakkaukset toimitetaan asiakkaalle yleensä aihioina, jossa ne sitten kootaan ja pakataan usein koneellisesti (kuva 17) (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 155).



Kuva 17. Stanssirakenteinen laatikko aihiona ja koottuna (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 155).

Aaltopahvien yleisimpänä painatusmentelmänä käytetään Flexo Postprint, jossa painatus tapahtuu vesiliukoisilla painoväreillä. Muita käytettäviä menetelmiä ovat Preprint- ja offset- menetelmät sekä silkkipainatus. Pakkausten liittäminen ja sulkeminen voidaan suorittaa monin tavoin, kuten liimaamalla, nitomalla, teippaamalla sekä liimaamalla ja nitomalla. Lisäksi pakkauksen rakenne voidaan tehdä sellaiseksi, että se on mahdollista lukita (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 155-156).

Kierrätyksen onnistuminen edellyttää seuraavien perusvaatimusten toteutumista; toimiva ja kattava talteenottojärjestelmä, uusiomateriaalin jalostukseen tarvittavat tuotantokoneet sekä uusiotuotemarkkinat. Kaikki nämä vaatimukset ovat olleet käytössä jo muutaman vuosikymmenen ajan aaltopahvin kohdalla. Lujista kuiduista valmistettu aaltopahvi on ollut arvokasta raaka-ainetta pakkausikäytön jälkeen. Käytetty aaltopahvi palaa suurimmaksi osaksi takaisin aaltopahvin raaka-aineeksi. Suomessa sen kierrätysaste on maailman korkeimpia (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2007, 182).

Aaltopahvipakkauksilla on monia hyviä ominaisuuksia, kuten esimerkiksi:

- keveys
- kestävyys, joka saavutetaan aaltorakenteen avulla. Se antaa jäykkyyttä ja pinoamiskestävyyttä.
- iskunkestävyys, joka saavutetaan aaltokerroksen ja pintakartongin yhdistelmästä. Mm. kuljetus ja käsittely aiheuttavat mahdollisia kolhuja.
- lämmöneristys, joka saavutetaan aaltokerroksessa olevan ilman ansiosta.
- asiakaskohtainen, jossa pakkaus suunnitellaan tuotteen mukaan, raaka-aineen käytön minimointi
- edullinen, koska työstäminen nopeaa ja helppoa, joten pienetkin sarjat edullisia.
- painettavuus, joka on mahdollista monilla eri painatusmenetelmällä.



- moduulimitoitus, joita on Euroopassa käytössä kaksi kokoa, 600 mm x 400 mm ja 400 mm x 300 mm. Soveltuu myös pakkaus- ja täyttökoneille.
- hygieeninen, joka saavutetaan lämpökäsittelyllä valmistuksen aikana.
- kierrätettävyyden, koska kattavat talteenottojärjestelmät ja toimiva kierrätysjärjestelmä (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 151,158).

### 3.4.2 Puupakkaukset

Puupakkauksissa hyödynnetään puun kestävyyttä ja lujuutta. Tärkeimpiä pakkauslaitteita ovat lavat, häkit ja laatikot. Kantavuus puisissa kuormalavoissa nousee helposti yhteen tonniin. Tavallisesti kuormalavojen kasaamiseen käytetään nautoja, mutta saatavilla on myös tappiliitoksilla koottuja lavoja, jotka helpottavat käytettyjen lavojen kierrätystä, kuten haketusta (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 191; Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 69).

Yleisimmät käytössä olevat standardin mukaiset kuormalavat ovat 1000 mm x 1200 mm, FIN-lava, 800 mm x 1200 mm, EUR-lava sekä 600 mm x 800 mm, myymälälava. Näistä FIN- ja EUR-lavat ovat nelitielavoja, koska niitä on mahdollista nostaa trukilla joka sivulta. Lavoja voidaan käyttää aina uudelleen, kunnes ne rikkoutuvat. Standardimitoitettujen lavojen on kestävä määrätyt vetolujuus- ja pudotustestit. Siksi ne soveltuvat käytettäväksi turvallisesti mm. korkea- ja automaattivarastoihin (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 69).

Puuhäkkejä, kuvainnollisemmin harvaan laudoitettuja puulaatikkoja, käytetään varsinkin vientipakkauksina sekä vaativien ja/tai raskaiden tavaroiden pakkauksina. Häkkiin on suunniteltava tukeva kehikko, mikä ympäröi tuotetta joka puolelta. Siksi se usein rakennetaankin vasta pakkauspaikalla, jotta se olisi pakattavan tuotteen mittojen mukainen sekä koneellisesti siirrettävissä (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 69-70).

Umpinaisia puu- ja vanerilaatikoita käytetään mm. metalliteollisuuden osakuljetuspakkauksissa alihankkijalta tuottajalle. Aikaisemmin puu- ja vaneripakkaukset tehtiin itse, mutta nykyään ne hankitaan alalle erikoistuneilta yrityksiltä. Saatavana on niin kiinteärakenteisia kuin koottavia vanerilaatikoita sekä tyhjänä vähän tilaavieviä kertakäyttölaatikoita. Lisäksi kone- ja laiteoimituksissa on runsaasti käytössä erilaisia puisia tukirakenteita ja kehikkoja, jotka tarjoavat joustavat pakkausratkaisut (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 70).

Suomessa puupakkauksissa käytetään pitkälti kuusi- ja mäntylautaa sekä vaneria. Kun puupakkaus on oikein valmistettu ja pakattu, suojaa se erinomaisesti tuotetta haastavissakin olosuhteissa iskuilta, töytäisyyiltä, näpistelyltä sekä mahdollistaa pinoamisen ja helpottaa käsittelyä. Sisäpakkauksella, kosteudelta suojattu arkakin tuote, kestää pitkien vientikuljetusten rasitukset vahingoittumattomana.

Puupakkausten kuljetuskestävyyteen vaikuttavat mm. kosteus, rakenne, naulojen tyyppi ja lukumäärä. Koko EU:ssa vaaditaan ulkomailta tuotavilta puupakkauksilta standardin mukaista lämpökäsittelyä tai kaasutusta sekä merkintää näistä. Näin pyritään estämään, ettei pakkausten mukana tulisi eläviä kasvituholaisia tai niiden toukkia. Standardi ei koske alle 6 mm puuainesta, vanerista, lastulevystä tai muusta prosessoidusta materiaalista valmistettuja puupakkauksia. Puupakkausten on myös tarkoitus siirtyä vuonna 2008 EU:n pakkausedirektiivin alaisuuteen, jossa pyritään 15 %:n kierrätystavoitteeseen (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 70-71).

### 3.4.3 Muoviset pakkaukset

Pakkaussuunnittelussa pyritään hyödyntämään eri muovilajien ominaisuuksia pakkauksissa. Usein päädytään yhdistelmärakenteisiin. Teknisesti ne eivät olisi mahdollisia ilman muoveja. Siksi muovien osuus pakkausmateriaaleissa on osoittanut jatkuvaa kasvua. Myös jatkuvasti kehittyvä kemian teollisuus on edesauttanut muovien esiinmarssia pakkausmateriaalina. Muovipakkausten

tulevaisuutta arvioitaessa on otettava huomioon, millainen merkitys öljyn hintakehityksellä ja ympäristötekijöillä voi odotettuun kasvuun olla (Karjalainen, Ramsland 1992, 76; Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 85).

Länsi-Euroopassa pakkausten osuus kaikista käytetyistä muoveista on noin 39 %. Luku olisi huomattavasti suurempi, jos katsottaisiin pelkästään niin sanottuja valtamuoveja. Toisaalta taas öljystä vain 4 % käytetään muoviteollisuuteen (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 85).

Pakkauslalla käytössä olevia valtamuoveja ovat polyeteeni PE, polypropeeni PP, polyvinyylikloridi PVC sekä polystyreeni PS. Näillä taas on monia alalajeja riippuen mitä ominaisuuksia milloinkin halutaan, lujuutta, sitkeyttä, jäykkyyttä, muovattavuuta, lämmönkestävyyttä vai läpinäkyvyyttä. Öljy toimii näiden kaikkien alkuraaka-aineena, mutta uusien raaka-ainelähteiden löytämiseksi tehdään jatkuvasti valtavaa tutkimustyötä (Karjalainen, Ramsland 1992, 78).

PE on ylivoimaisesti käytetyin muovi pakkausteollisuudessa. Sitä käytetään sekä kalvoina ( pussit, säkit, kutisteet, kiristeet ) että jäykkinä muovipakkauksina ( pullot, kanisterit, kuljetuslaatikot ) (Karjalainen, Ramsland 1992, 80).

PP on polyeteeniä hieman kovempi ja jäykempi. Lisäksi sillä on parempi vetolujuus, mutta heikompi iskulujuus. Tärkeimpiä pakkaussovelluksia ovat ruiskuvaletut kuljetuslaatikot ja pakkaukset, kuidutetut suursäkit, syvävedetyt rasiat sekä biaksiaalisesti orientoitu kalvo BOPP, joka on pikku hiljaa syrjäyttänyt sellofaanikalvot. Kulutuksen kasvu on ollut valtamuoveista suurinta juuri polypropeenilla (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 93-94).

PVC:n käyttö pakkausteollisuudessa on vähäistä, enimmäkseen sitä käytetään rakennusteollisuudessa. Pehmitettyjä PVC-kalvoja käytetään kutiste- ja käärintäkalvoina, kun taas kovista PVC-kalvoista valmistetaan syvävedettäviä pulloja, kansia ja rasioita. Suomessa PVC:n vähäinen käyttö pakkauksissa johtuu

päätöksestä, jossa kauppaketjut kielsivät PVC:n käytön pakkauksissa mikäli korvaavan materiaalin käyttö on mahdollista (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 96-97).

Pakkausalalle tärkeitä PS-laatuja löytyy kolme eri vaihtoehtoa; lasinkirkas polystyreeni, iskunkestävä polystyreeni sekä solupolystyreeni. Tärkeimpiä PS:n käyttökohteita ovat kuljetuslaatikot ja –alustat sekä läpinäkyvät purkit, lasit ja rasiat. Solupolystyreenipakkaukset soveltuvat taas kylmien ja lämpimien elintarvikkeiden kuljettamiseen hyvän lämmöneristyskyvyn johdosta. Lisäksi niitä käytetään vaimentamaan pakkauksia mahdollisilta iskuilta. Polystyreenin merkitys pakkausteollisuudelle on nykyään todella suuri (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 95).

### 3.5 Sidontamateriaalit

Suljentatavalla on iso merkitys pakkauksen kestävyys, sillä yksi pakkauksen heikoista paikoista löytyy liitoskohdasta. Kun valitaan suljentatapaa, on otettava huomioon laatikoiden rakenne, suljentamäärät, sulkemisen tarkoitus, materiaali-, investointi- ja palkkakustannukset. Eri suljentatavoille on olemassa niin käsikäyttöisiä kuin automaattisia laitteita. Vaikka sidontamateriaalin osuus jääkin hyvin pieneksi pakkauskokonaisuudesta, niin sitä valittaessa on otettava huomioon myös ympäristöasiat, hyödyntämismahdollisuudet ja –kustannukset (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 202).

Liitospaperi soveltuu varsinkin aaltopahvilaatikoiden suljentaan. Se on kestävä, suljenta on pölytiivis ja laatikoiden avaaminen on helppoa. Liitospaperin liimapinta täytyy kostuttaa käytettäessä, joten se ei sovellu vaha- tai muovipinnoitetuille laatikoille. Liitospaperia löytyy eripainoisina, -kokoisina ja -värisinä. Liitospaperin suosio on jälleen lähtenyt kasvuun, johtuen lisääntyneestä ympäristöajattelusta sekä pyrkimyksestä käyttää vain yhtä materiaalia (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 202).

Yleisimpiä teippien käyttökohteita ovat aaltopahvilaatikoiden ja erilaisten kuljetuslaatikoiden suljennat. Teippejä valmistetaan eri materiaaleista sekä painettuna että ilman painatusta. Oleellista on kuitenkin hyvä liiman tarttuvuus. Kiinnitys vaatii pölyttömän ja kuivan pinnan. Teippisauman etuja ovat tiivis, kätevä ja vahva suljenta sekä toimintavarmat apuvälineet. Pakkauksissa näkee käytettävän usein liikaa teippiä. Nykyään myös käytetyt teipit pystytään hyödyntämään energiaksi yhä paremmin (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 202).

Nitomanastoja löytyy erilevyisinä ja –paksuisina, joita käytetään lähinnä paksumpien laatikoiden kiinnittämiseen. Etuja niiden käytössä on edullinen hinta, asennusnopeus ja kestävyys. Nitomanastalla suljetut laatikot eivät ole pölytiivitä, eivätkä sovi ohuille laatikoille. Niiden avaaminen on hankalaa ja laatikot rikkoutuvat usein avattaessa. Nastat voivat myös vahingoittaa pakattua tuotetta kuljetuksen ja käsittelyn aikana. Lisäksi nastamateriaali päätyy harvoin kierrätykseen. Näiden haittapuolien johdosta on oletettavaa, että niiden käyttö tulee selvästi vähenemään tulevaisuudessa (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 202).

Lujia, erivärisiä ja -levyisiä muovivanteita tehdään eri materiaaleista. Kevyitä ja taipuisia PP-vanteita käytetään keveille lavakuormille, kun taas PA- ja PET-vanteita vähän raskaampaan sitomiseen. Vanteitus tapahtuu joko käsikäyttöisellä tai automaattisella koneella, jossa liitokset tehdään muovisolkien tai metallilukkojen avulla tai saumaamalla. Sidottu muovivanne saattaa ajanmittaan löystyä johtuen muovin venymisestä. Tämä taas aiheuttaa ongelmia pakkauksen koossa pysymisen kanssa. Lisäksi muovivanteiden sitkeys hankaloittaa niiden kierrätettävyyttä ja energiahyödyntämistä. Onneksi vanteiden pilkkomiseen valmistettuja koneita on jo nykyään saatavilla (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 202).

Lujuutensa ansiosta taloudellisin vannetyyppi on teräsvanne. Niiden materiaaleina käytetään kirkasta terästä, oksidoitua mustaksi maalattua terästä sekä

sinkkilakattua terästä, jotka kaikki ovat kierrätettävää materiaalia. Teräsvanteita käytetään esimerkiksi puulaatikoiden, lavakuormakokonaisuuksien, paalien sekä lujien ja raskaiden tuotteiden sidontaan. Mikäli aaltopahvilaatikoita sidotaan teräsvanteilla, on käytettävä kulmapaloja, sillä laatikko ei kestä teräsvanteen kiristystä. Vanteilla sidotaan erityisesti sellaisia materiaaleja, jotka pyrkivät laajenemaan tai eivät painu kasaan (Karjalainen, Ramsland 1992, 117; Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 202).

### 3.6 Pakkaustäyte

Pakkausten irtotavaran pakkaamiseen ja suojaamiseen käytetään täytteitä. Niiden tarkoituksena on täyttää pakkaukseen jäävä tyhjä tila ja estää tuotteen liikkuminen kuljetuksen aikana. Pakkaustäyteinä käytetään erilaisia rouheita, rypistettyä paperia, paperisilppua sekä muovista valmistettuja pehmusteita ja kalvoja (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 203).

Devipack-Snapsit on kierretyistä paperiratapaloista koostuva korkealaatuinen pakkauspehmuste, joka on myös patentoitu. Sen materiaalirakenne on 100 prosenttista paperia, jossa ei ole käytetty liimaa eikä tartunta-aineita eli se on kokonaan kierrätettävissä. Snaapseja on saatavilla myös antistaattisina. Lisäksi ne imevät kosteutta hyvin itseensä. Hyvän kitkaominaisuuden ansiosta hyviä käyttökohteita ovat raskaiden tuotteiden paikoillaan pitäminen (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 203).

Koneellisesti valmistettava, osittain rypytetty kolminkertainen voimapaperia käytetään mm. tuotteiden käärintään ja väleihin sekä tyhjän tilan täyttämiseen. Joustoa antava rypytys estää tavaran liikkumisen pakkauksessa kuljetuksen aikana. Materiaali on kierrätettävää (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 204).

Pakkaustyynyt valmistetaan valkaisemattomasta voimapaperista. Liimatut tyynyt ovat täytetty paperisilpulla. Tyynyn koko on melko vapaasti valittavissa paitsi leveys, joka on minimissään 150 mm (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 204).

Kuituhipsi on pakkaustäyte, joka valmistetaan uusiopaperista ja tärkkelyksestä. Sen ominaisuuksia ovat mm. melko hyvä kosteudenkestävyys, kokonaan biologisesti hajoava ja käyttölämpötila-alue +65 °C:sta alaspäin. Vedenkestävyys on huono, sillä vesi tuhoaa sen (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 204).

Koneellisesti valmistettavat ilmatyynypussit ovat ilmatäytteisiä muovipusseja, joiden päät on saumattu kiinni. Ne ovat hyvin kevyitä, helposti hävitettäviä ja kierrätettäviä pusseja (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 204).

Kolminkertaisesti vaahdotetut polystyreenilastut sitovat hyvin tuotteen pakkaukseen sekä suojaavat tehokkaasti iskuilta ja kolhuilta. Lastu on erittäin kevyt, elastinen, pölyämätön ja myrkytön materiaali, joten se soveltuu myös elintarvikepakkauksiin. Muita hyviä ominaisuuksia ovat mm. antistaattisuus, ei sido kosteutta, ei edesauta palamista sekä lämmöneristyskyky (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 204; [www.mercamer.fi](http://www.mercamer.fi)).

Ilmakuplakalvo on valmistettu kahdesta PE-kalvosta, jossa sileään kalvoon laminoidaan ilmakuplakalvo. Ilmakuolia on saatavilla eri kokoisina.

Ilmakuplakalvoja käytetään pehmusteena, suojaamaan tuotetta iskuilta, kosteudelta ja lialta sekä eristeenä kylmyydeltä ja kuumuudelta. Se kestää kovaakin räsitusta. Lisäksi ilmakuplakalvo säästää pakkaus- ja postituskuluissa helpon työstettävyyden ja keveiden ansiosta (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 204; PakkausÖhman, 2011a).

Vaahdotetusta polyeteenistä valmistettua kalvoa on saatavilla eri levyisinä ja paksuisina sekä rullissa että arkkeina. Materiaali on hajuton, pölytön, joustava, erittäin kevyt ja helposti muunneltavissa. Se hylkii hyvin sekä likaa että kosteutta ja

sen eristysominaisuudet ovat erinomaiset. Sitä käytetään suojaamaan kolhuilta ja iskuilta sekä arkoja pintoja. Kalvoa voidaan myös käyttää uudelleen ja hävittää polttamalla ilman haittavaikutuksia. Kalvo soveltuu mainiosti helposti särkyvien ja naarmuuntuvien tuotteiden pakkaukseen (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 204; PakkausÖhman, 2011b).

Yleisin käytettävä joustomateriaali on paisutettu polystyreeni PS-E, joista kaikkein tunnetuin materiaali on styroksi. Styroksista saadaan valmistettua hyvinkin moninaisia ja mittatarkkoja rakenteita. Sen jousto-ominaisuuksia saadaan muutettua raekokoa muuttamalla. Styroksin muita hyviä ominaisuuksia ovat vedenpitävyys, edullinen hinta, keveys, hyvä ääni- ja lämmöneristys sekä laaja käyttölämpötila-alue. Styroksin käytössä havaittavia ongelmia on muun muassa staattisuus sekä taipumus murentua iskuista. Nykyään on myös saatavilla antistaattisia laatuja, mutta on huomioitava, että niiden antistaattisuus pysyy vain jonkin aikaa (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 204).

Ulkoisesti styroksi muistuttavat paisutettu polyeteeni/-propeeni ovat varsinkin jousto ja vetolujuus ominaisuuksiltaan selvästi styroksia parempia. Ne pyrkivät palautumaan alkuperäiseen muotoonsa painumisen jälkeen ja ovat näin uudelleen käytettävissä. Ne kestävät paremmin iskuja, eikä näin ollen hajoa eikä murene kuten styroksi. Nämä materiaalit kestävät siis kovatkin kuljetuksen ja käsittelyn aiheuttamat rasisukset (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 205).

Kolmas käytetty joustomuovimateriaali on avosoluinen, pehmeä polyuretaanivaahdo PUR. Sen iskunvaimennusominaisuudet vaihtelevat merkittävästi riippuen materiaalin tiheydestä. Matalatiheksinen materiaali painuu helposti kasaan, mutta myös palautuu alkuperäiseen muotoonsa nopeasti paineen hävittyä. Ainetta käytetään myös vaahtona, jolloin se ruiskutetaan joko suoraan pakkaukseen tai pusseihin, joita sitten asennetaan pakkaukseen tarpeen mukaan. Polyuretaanivaahdoa käytetään lähinnä silloin, kun erimuotoisten tuotteiden pakkaamiseen tarvittavien muottien tekeminen tulee liian kalliiksi.



Polyuretaanivaahdon käyttöä rajoittavat mm. se, että se imee vettä helposti itseensä sekä kierrätysongelmat, sillä lähin kierrätykeskus löytyy Ruotsista (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 205).

### 3.7 Kierrätys ja hyötykäyttö

Tuotehävikin vähentäminen on eräs pakkauksen tärkeimmistä tehtävistä. Koko tuotantoketjuun tulisi optimoida järjestelmä, jolla vähennettäisiin syntyviä jätemääriä ja ympäristövaikutuksia. Toimivan järjestelmän toteutumiseksi tulisi ymmärtää pakkausten merkitys yhtenä tuotehävikkiä vähentävänä tekijänä. Pakkausten suunnittelussa ympäristöasioita tarkastellaan yhtäläisesti kuin muitakin pakkaukselle vaatimuksia asettavia tekijöitä (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 275).

PYR Oy:n tilaston mukaan vuonna 2008 Suomessa syntyi noin 700 000 tonnia pakkausjätettä, mikä oli vain alle kolmannes pakkauksiin käytetyistä liki 2,5 miljoonasta tonnista. Tästä syntyneestä pakkausjätteestä kierrätettiin noin 56 prosenttia ja hyödynnettiin peräti 90 prosenttia. Lisäksi Suomessa on käytössä aivan omaa luokkaansa oleva pakkausten uudelleenkäyttö/täyttö-järjestelmä. Varsinkin elintarvike- ja juomateollisuudessa uudelleenkäyttö on noussut merkittäväksi, joista hyvinä esimerkkeinä ovat palautuspullot sekä kiertävät liha-, leipomo- ja pakkauslaatikot (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 276; PYR Oy, 2011a).

Taulukko 1. PYR Oy:n tilastot Suomen pakkausjätteen hyödyntämisestä 2008 sekä EU:n ja Suomen tavoitteet. Luvut prosentteina pakkausjätteestä.

<b>Vuosi</b>	<b>Hyötykäyttö</b> Sis. Energiakäytön %	<b>Kierrätys</b> Yhteensä %	<b>Kuitu</b> %	<b>Lasi</b> %	<b>Metalli</b> %	<b>Muovi</b> %	<b>Puu</b> %
<b>2008 saavutettu</b>	90	56	93	80	75	23	20
<b>2008 tavoite</b> (Suomi)	61	55	60	60	50	22,5	15
<b>2008 tavoite</b> (EU)	60	55-80	60	60	50	22,5	15

### 3.7.1 Lainsäädäntö

Ympäristölliset perusvaatimukset, jotka koskevat pakkauksia, on esitetty EU:n pakkaus- ja pakkausjätedirektiivien (94/62/EY ja 2004/12/EY) sekä Suomessa valtioneuvoston päätöksen 962/1997 ja asetuksen 817/2005 liitteissä. Nämä perusvaatimukset sisältävät tiivistäen seuraavat vaateet:

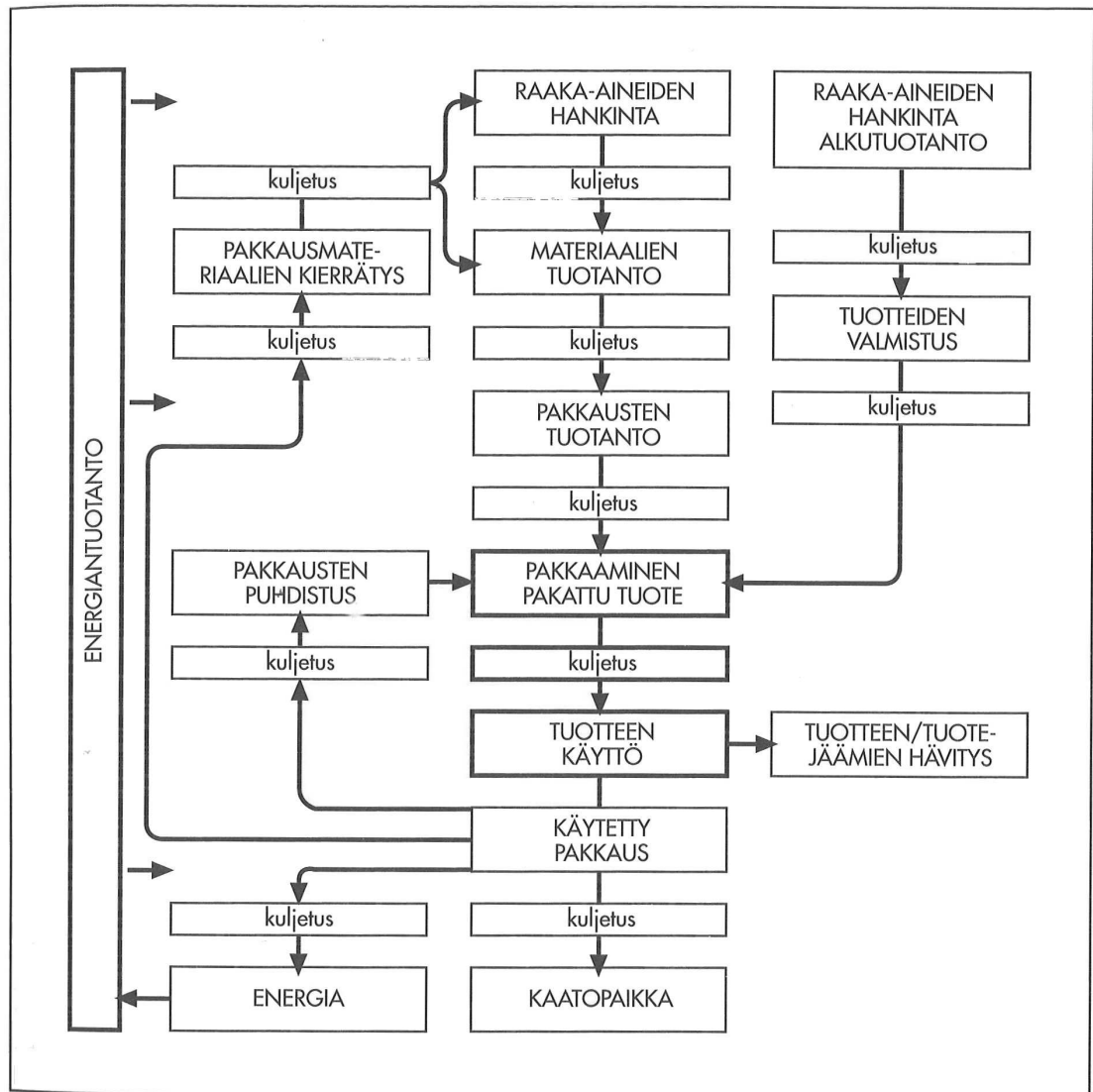
- pakkausten valmistamiseen on käytettävä vain pakkauksen toimivuuden kannalta tarpeellinen määrä materiaalia.
- raskasmetallien määrä pakkauksissa pysyttävä sallituissa rajoissa
- mahdollisten haitallisten aineiden määrä pakkauksissa mahdollisimman vähäinen
- uusiokäytettävien tai –täytettävien pakkausten kuljetus ja käsittely tulee olla turvallista useita kertoja
- käytetty pakkaus hyödynnettävä joko materiaalina, energiana tai kompostina (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 276).

### 3.7.2 Pakkauksen elinkaari

Pakkausten ympäristövaikutuksista on melko paljon tutkittua tietoa.

Elinkaariarvioiden ja ympäristövaikutustutkimusten laatiminen on tärkeää, koska pakkauksien kanssa toimivan teollisuuden ja kaupan tavoitteena tulisi pyrkiä ylläpitämään ja kehittämään kilpailukykyisiä vaihtoehtoja ajanmukaisen tutkitun tiedon pohjalta. Vastuu omista tuotteistaan ja niiden ympäristövaikutuksista on yrityksillä. Tästä johtuen ympäristövaikutusten arvioinnin merkitys kasvaa myös yrityksen sisäisessä toimintatapojen suunnittelussa ja kehittämisessä. Positiivisia tuloksia ympäristön kannalta voidaan saavuttaa esimerkiksi prosesseja kehittämällä tai uusilla materiaalivalinnoilla. Lisäksi omat tavoitteensa elinkaariarvioinnin toteuttamiselle asettavat eri kansainväliset suositukset ja lainsäädäntö, kuten esimerkiksi EU-direktiivit.

Pakkauksen elinkaaren (kuva 18) hallinta vaatii raaka-aineiden, koko tuotantoprosessin, kuljetusten ja päästöjen tuntemusta niin omassa kuin alihankkijoidenkin toiminnassa. On tunnistettava ja määritettävä pakkauksen elinkaareen liittyvät materiaali- ja energiavirtaukset sekä tunnettava niiden suuruudet. Näiden tietojen perusteella pystytään vertaamaan eri pakkausvaihtoehtojen ympäristövaikutuksia toisiinsa. Elinkaarilaskennalla pyritään saavuttamaan puolueeton lopputulos, johon yleinen mielipide ja tunteet eivät vaikuttaisi (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 72-73).



Kuva 18. Pakkausten elinkaari (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 73).

### 3.7.3 Kierrätys

Kierrätys on määritelty pakkausjätelainsäädännössä siten, että pakkausmateriaalia muokkaamalla siitä saadaan uusia, markkinoitavia tuotteita. Myös kompostointi luetaan kierrätystoiminnaksi. Pakkausten hyötykäyttö pitää sisällään sekä

kierrätyksen että hyödyntämisen materiaalina tai energiana (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 276).

Pakkausten kierrätys tapahtuu siten, että ensiksi käytetyt pakkaukset murskataan ja käsitellään materiaalikohtaisesti. Käsittelyn jälkeen eri materiaaleista valmistetaan joko uusia pakkauksia tai muita tuotteita. Pakkausjätteen kierrätys yleisesti sisältää ainakin seuraavia operaatioita:

- keräys
- lajittelu
- murskaus
- puhdistus
- prosessointi
- uuden tuotteen valmistus
- markkinointi
- kuljetus ja muu oheistoiminta

Lähes kaikki pakkausmateriaalit ovat kierrätyskelpoista. Kuitenkin niiden keräyskustannukset ja käyttökohteet asettavat tiukkoja rajoja, joiden perusteella katsotaan, kannattaako materiaalin kierrätys. On lähes mahdotonta toteuttaa kierrätystä, mikäli materiaalin keräys ei ole taloudellisesti kannattavaa, lajittelua ei ole olemassa ja kerätylle materiaalille ei löydy uudelleenkäyttöä (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 276-277).

### **Paperi, aaltopahvi, kartonki**

Näitä materiaaleja voidaan käyttää uusien paperien, aaltopahvien ja kartonkien valmistuksessa. Käytetty materiaali kerätään, jonka jälkeen se pulperoidaan kuiduksi. Sitä käytetään kartonginvalmistuksessa raaka-aineena. Lajittelu on tarpeellista, sillä eri materiaaleissa tarvitaan erilaisia kuituja ja lisäaineita. Suurin

osa papereista ja kartongeista voidaan myös kompostoida ja polttaa. Suomesta löytyy tehtaita, joissa pystytään prosessoimaan paperia ja pakkausmateriaaleja (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 277).

### **Metallit**

Pakkauksia valmistetaan ja niissä käytetään lähinnä terästä ja alumiinia, jotka molemmat ovat kierrätyskelpoisia ja varsinkin uusioraaka-aineina haluttuja. Metalleja ei voi kompostoida ja lisäksi ne on eroteltava poltettavasta materiaalista. Suomessa metallien kierrätyksestä vastaa lähinnä Kuusakoski Oy (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 277).

### **Muovit**

Muovien kierrätyksessä ongelmia aiheuttavia tekijöitä ovat varsin pienet määrät, pitkät kuljetusmatkat, niiden keveys, eri muovilajien runsas määrä ja pakatuista tuotteista tulleet jäämät. Suomessa on monia muovia kierrättäviä yrityksiä. Kierrätettäviä muoveja ovat osa PE:stä, lavakalvot sekä suurkäyttäjien isot ja puhtaat kertymät. Loput muovit voidaan hyödyntää energiana, paitsi PVC (Karjalainen, Ramsland 1992, s. 242; Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 277-278).

#### 3.7.4 Hyötykäyttö

Pakkausten polttaminen, jossa energia otetaan talteen, pidetään varteenotettavana hyötykäyttömenetelmänä. Lämpövoimaloissa voidaan hyödyntää eri paperi-, kartonki- ja muovimateriaaliyhdistelmiä tukipolttoaineena kiinteiden polttoaineiden lisänä. Näin pakkausjätteellä pystytään osittain korvamaan sekä öljy että kivihiili.

Omien materiaalien, kuten puhtaan pakkausmateriaalin, käyttäminen energiantuottoon, on lisääntynyt viime aikoina. Parasta polttoon tarvittavaa raaka-ainetta saadaan pakkauksista, jotka eivät ole kosketuksissa pakatun tuotteen kanssa. Polttoon menevistä pakkauksista on poistettava metallit, lasi, ongelmajätteet ja kompostoitavat jakeet (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 278).

On arvioitu, että Suomessa syntyy jätettä noin 65 miljoonaa tonnia vuodessa, josta pakkausjätteen osuus on vain noin 1%. Perinteisesti pakkausjäte on päätynt kaatopaikalle. Kuitenkin ympäristön kannalta ainut kestävä vaihtoehto on sen hyödyntäminen. Pakkaus- ja pakkausjätedirektiivi 94/62/EY vaatii, että kaikkien EU-maiden on huolehdittava pakkausten hyötykäytöstä. Tätä päätöstä on päivitetty tämän jälkeen useana vuotena. Tällä hetkellä on voimassa valtioneuvoston asetus 817/2005, jossa vaaditaan seuraavia materiaalikohtaisia hyödyntämis- ja kierrätysvelvoitteita:

- kaikista pakkauksista uudelleen käytetään tai hyötykäytetään 82 %
- kaikesta pakkausjätteestä hyödynnetään 61 %, josta vähintään 42 % kierrätetään, vuonna 2008 : 55-80 %
- kuitupakkaukset: kierrätetään 53 %, vuonna 2008: hyödynnetään 75 %, kierrätetään 60 %
- metallipakkauksista kierrätetään 25 %, vuonna 2008: 50 %
- muovipakkauksista kierrätetään 15 %, vuonna 2008: 22,5 %
- puupakkauksista kierrätetään vuonna 2008 15 % (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 278).

Suomessa on käytössä järjestelmä, jossa Pakkausalan Ympäristörekisteri PYR Oy valvoo hyötykäytön tavoitteiden toteutumista valtioneuvoston asetuksen mukaisesti. Järjestelmän tarkoituksena on, että koko pakkausketju olisi mukana auttamassa hyötykäytön toteutumista (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 278-279).

## 4 YKSIKÖPAKKAUKSET

Yksiköinnillä tarkoitetaan tavaraerän eli yksikkökuorman muodostamista, joka kootaan tai sidotaan erilaisilla apulaitteilla. Yksiköinti on välttämätöntä, jotta yksikkökuormien käsittely olisi helpompaa ja tehokas kuljetus olisi mahdollista. Yksikkökuorman muodostamiseen on olemassa useita eri menetelmiä, kuten niputus, vannehtiminen tai lavakuorman tekeminen. Suurimpia yksikkökuormia ovat kontit, suurlavat, -säkit sekä itsekantavat varastointi- ja kuljetusyksiköt (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 96; Karhunen ym. 2004, 307).

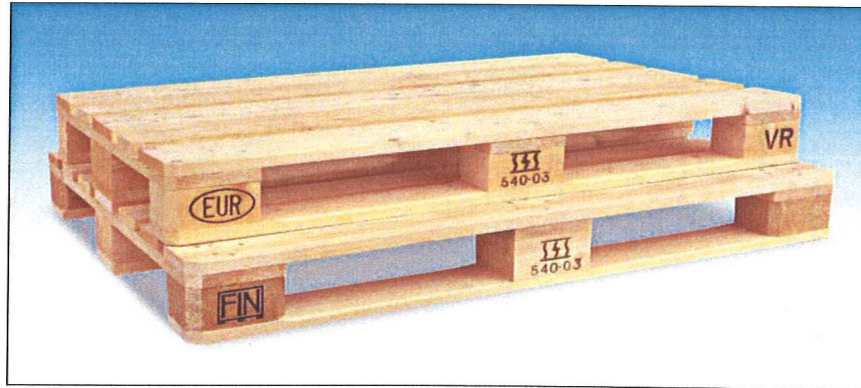
Kansainvälisesti standardisoitujen pakkausten peruskoko on 600 mm pitkä ja 400 mm leveä pakkaus, jossa korkeutta ei ole määritelty. Tästä pienemmät koot saadaan aina puolittamalla pisimmän sivun mitta, eli koot 400 mm x 300 mm, 300 mm x 200 mm ja niin edelleen. Suuremmat standardikoot taas saadaan kaksinkertaistamalla lyhin sivu, eli 600 mm x 800 mm ja 800 mm x 1200 mm (Karhunen ym. 2004, 307).

### 4.1 Kuormalavat

Käytetyimpinä yksikkökuormina kappaletavaroissa käytetään lavakuormia. Niiden pohjana käytettävä kuormalava (kuvassa 19) on yleensä joko FIN-lava, 1000 mm x 1200 mm tai EUR-lava, 800 mm x 1200 mm. Rakennusmateriaaleina käytetään puu- ja muoviperäisiä raaka-aineita. Kuormalavojen kantavuus on hyvinkin 1000 kiloa. Se mahdollistaa suurtenkin tavaramäärien käsittelyn helposti ja nopeasti. Standardoidut kuormalavat on mitoitettu siten, että lavakuorma ei ylitä kuormalavan mittoja, kun käytetään standardipakkauksia. Näin saadaan tavarat säilymään ehjinä käsittelyn ja kuljetuksien aikana. Korkeussuunnassa lavakuormia suojaamaan on kehitelty joukko erilaisia lavakauluksia. Puisten lavakaulusten



käsittely on helppoa ja pinottuna ne vievät vähän tilaa kulmissa olevien saranoiden ansiosta (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 96,191; Karhunen ym. 2004, 105, 307-308, 312).



Kuva 19. EUR- ja FIN-lavat (Karhunen ym. 2004, 309).

Standardoidut kuormalavat on suunniteltu palvelemaan myös kuljetuksia. Kuormatilat on mitoitettu kuormalavojen mukaan, jotta niihin jäisi mahdollisimman vähän hukkatilaa. Lisäksi kuormalavojen mukaiset yksikkökuormat vaikuttavat varastotilojen ja käsittelylaitteiden mitoitukseen. Kuormalavahyllistöt ovat mitoitettu standardikuormalavojen mittojen mukaan, joissa normaalisti lavat ovat lyhyt sivu käytävään päin. Lavojen rakenne on myös sellainen, että sen käsittely on helppointa lyhyeltä sivulta (Karhunen ym. 2004, 308-310).

Kuormalavoilla on maassamme käytössä vaihtojärjestelmä, joka perustuu FI 2002-kuormalavajärjestelmään. Se käsittää sekä FIN- että EUR- lavat. Siinä tavara toimitetaan lavoineen päivineen asiakkaalle ja paluukuormana toimittaja saa vastaavia lavoja tilalle. Järjestelmällä pyritään kuormalavojen tehokkaaseen ja sujuvaan käyttöön. Lisäksi toiminnasta halutaan tasapuolista ja taloudellisesti kannattavaa. Muualla Euroopassa on käytössä EUR-kuormalavajärjestelmä, josta vastaa rautateiden kansainvälinen järjestö UIRR (Mäkelä, Mäntynen 1993, 169; Karhunen ym. 2004, 105-106; Puupakkausten Kierrätys PPK Oy, 2011).

## 4.2 Kertakäyttölavat

Useissa teollisuusyrityksissä joudutaan pakkaamaan tuotteet kertakäyttölavoihin (kuva 20). Tähän vaikuttavia tekijöitä ovat tuotteen mittojen huono sopivuus standardilavoihin, standardilavojen paluukuljetuksen kallis hinta sekä vaihtolavajärjestelmän toimimattomuus, jossa pitkien kuljetusmatkojen takia toiminta ei ole taloudellisesti järkevää. Kertakäyttölavojen käyttö onkin lisääntynyt huomattavasti viime aikoina (Karhunen ym. 2004, 311).



Kuva 20. Kertakäyttölavoja (Karhunen ym. 2004, 311).

Kertakäyttölavat on tarkoitettu käytettävän nimensä mukaisesti kertatoimituksiin. Ne ovat standardikuormalavoja kevyempiä ja halvempia. Niiden mitoitus riippuu pitkälti kuormattavasta tuotteesta, mutta myös tehokas kuormatilojen ja varastojen käyttö on otettava huomioon. On vältettävä lavaylityksiä, jotta lavan käsittely olisi mahdollisimman helppoa ja säästyttäisiin tuotevaurioilta (Karhunen ym. 2004, 311-312).

### 4.3 Lavakontit

Lavakontit ovat käsittely-yksiköitä, jotka perustuvat usein FIN- tai EUR-lavojen pohjamittoihin (kuva 21). Kuormalavan päälle tehtävien laatikoiden materiaaleina käytetään puuta, vaneria, muovia tai aaltopahvia. Jotta saataisiin vähennettyä varastotilan tarvetta ja tehostettua kuljetustilojen käyttöä, on lavakontteja myös voitava pinota. Tuotteen paikallaan pitämiseksi laatikon sisään on mahdollista rakentaa erilaisia tukiosia joko pahvista tai pehmusteista ( Karhunen ym. 2004, s. 315; Vindea, 2011).



Kuva 21. OW-kaluston lavakontti.

#### 4.4 Oma kalusto

Tietyillä yrityksillä tai toimialoilla on todettu omiin tarpeisiin sopivan kaluston käyttö järkevämmäksi kuin standardikaluston. Tähän ovat vaikuttaneet mm. pakattava tuote, varastointijärjestelyt, tuotantolinjat, asiakas ja taloudellisuus. Oma kalusto on usein tarkoitettu uudelleen käytettäväksi eli se on kiertävää kalustoa. Siksi se on suunniteltava sellaiseksi, että myös tyhjän kaluston palauttaminen on taloudellisesti kannattavaa (Karhunen ym. 2004, 105).

Valmet Automotivella on käytössä sekä kuormalavoihin että muovisiin kuljetuslaatikoihin perustuvaa omaa kalustoa. Omaa kalustoa otettiin käyttöön heti yrityksen alkuaikoina, samalla kun yhteistyö Saab-Scanian kanssa alkoi, koska siellä oli jo käytössä vastaavanlaista kalustoa. Näitä puisia, standardimittoihin perustuvia kuormalavoja on kahta kokoa, 800 mm x 1200 mm ja 1200 mm x 1600 mm, joihin sisältyy myös omat lavakaulukset. Ne ovat kiertävää kalustoa Euroopan alueella. Myöhemmin käyttöönotettuja muovisia kuljetuslaatikoita käytetään lähinnä pienten tavaroiden kuljetuksiin. Niiden pohjana toimii kuormalava. Oma kalusto ovat merkitty Valmet Automotive-tunnuksilla, jotta ne eivät sekoittuisi muuhun standardipakkauskalustoon. Lisäksi kuormalavoissa on maalattu sinisiä merkkejä määrättyihin paikkoihin (J. Aaltonen avoin haastattelu 11.4.2011).

#### **VA10**

VA10 on kuormalava (kuva 22), joka on EUR-lavan kokoinen eli 800 mm x 1200 mm. Ne ovat kiertävää kalustoa. Tyhjä VA10-kuormalava palautetaan yhdeksän lavan pinoissa, kuten kuvassa 23 on esitetty. Näin tyhjä kuormalavapinot vievät mahdollisimman vähän tilaa ja ovat sopivan kokoisia käsitellä ja kuljettaa.



Kuva 22. VA10 kuormalava.

Lisäksi lavakuorma sisältää aina vähintään yhden kansilevyn VA12 ja pohjalevyn VA13. Vanerista valmistettavat kansilevyt ovat kooltaan 800 mm x 1200 mm, paksuudeltaan noin 5-6 mm, kun taas pohjalevyt ovat 750 mm x 1150 mm ja noin 3-4 mm paksuja. Myös nämä ovat kiertävää kalustoa, ja siksi niille on annettu tarkat ohjeet, millaisissa pinoissa ne palautetaan takaisin (Packing Manual, VA).



Kuva 23. VA10:n tyhjien kuormalavojen palautuspino.

## VA11

VA11 on puinen lavakaulus (kuva 24), joka sopii VA10-kuormalavaan. Se on vajaa 200 mm korkea, jossa jokaisessa kulmassa on saranat, jotta se saadaan taitettua mahdollisimman pieneen tilaan. Niiden tarkoituksena on suojata ja pitää kasassa korkeita lavakuormia. VA11-kaulukset ovat kiertävää kalustoa, jotka palautetaan 50

kauluksen pinoissa kahden VA10-lavan päällä, kuten kuvassa 25 (Packing Manual, VA).



Kuva 24. VA11 lavakaulus, joka sopii VA10-kuormalavaan.

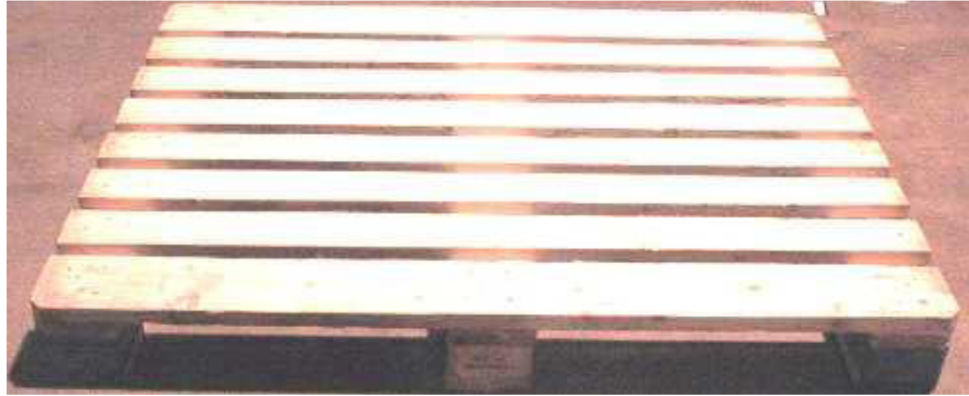


Kuva 25. VA11-lavakaulusten palautuspino.

## **VA20**

VA20 on kuormalava (kuva 26), joka on kooltaan 1200 mm x 1600 mm ja hieman standardikuormalavoja korkeampi. Nämäkin lavat ovat kiertävää kalustoa. Tyhjät VA20-kuormalavat palautetaan yhdeksän lavan pinoissa, kuten kuvassa 27 on

esitetty. Näin tyhjät kuormalavapinot vievät mahdollisimman vähän tilaa ja ovat sopivan kokoisia käsitellä ja kuljettaa (Packing Manual, VA).



Kuva 26. VA20-kuormalava.



Kuva 27. VA20:n tyhjien kuormalavojen palautuspino.

Lisäksi lavakuorma sisältää aina vähintään yhden kansilevyn VA22 ja pohjalevyn VA23. Vanerista valmistettavat kansilevyt ovat kooltaan 1200 mm x 1600 mm, paksuudeltaan noin 5-6 mm ja pohjalevyt ovat 1150 mm x 1550 mm ja noin 3-4



mm paksuja. Myös nämä ovat kiertävää kalustoa, ja siksi niille on annettu tarkat ohjeet, millaisissa pinoissa ne palautetaan takaisin (Packing Manual, VA).

### **VA21**

VA21 on puinen lavakaulus (kuva 28), joka sopii VA20-kuormalavaan. Se on vajaa 200 mm korkea, jossa jokaisessa kulmassa ja lyhyiden sivujen keskellä on saranat, jotta se saadaan taitettua mahdollisimman pieneen tilaan. Lavakaulusten tarkoituksena on suojata ja pitää kasassa korkeita lavakuormia. VA21-kaulukset ovat kiertävää kalustoa, jotka palautetaan 55 kauluksen pinoissa VA20-lavan päällä, kuten kuvassa 29 (Packing Manual, VA).



Kuva 28. VA21-lavakaulus, joka sopii VA20 kuormalavaan.



Kuva 29. VA21:n lavakaulusten palautuspino.

### **VA120**

VA120 on muovinen kuljetuslaatikko, kooltaan 600 mm x 400 mm x 200 mm ja väriältään sininen (kuva 30). Se on suunniteltu automaattivarastoon sopivaksi, jossa sitä myös pääsääntöisesti käytetään. Se on tarkoitettu pienten tavaroiden pakkaukseksi, sillä sen kantavuus on vain 20 kg. Sen käyttö hyllytavaroiden pakkauksina on hyvin vähäistä, mutta joitakin pieniä osia tulee niihin pakattuina. Tällöin VA120-laatikot on pinottuna kuormalavan päälle. Näitäkin kuljetuslaatikoita kierrätetään eri toimittajien kanssa. Siksi niidenkin palautuksista on annettu ohjeet, miten se hoidetaan ja millaisissa pinoissa (Packing Manual, VA).



Kuva 30. VA120-kuljetuslaatikko ja tyhjien laatikoiden palautuspino.

## 5 KULJETUS- JA VARASTOINTIRASITUKSET

Ulkoiset rasitukset, jotka tavaraan aiheutuvat kuljetuksen aikana, ovat perustana pakkauksen rakenteen ja lujuuden suunnittelulle. Etenemissuuntaiset rasitukset aiheutuvat kuljetusvälineen kiihdyttäessä ja hidastaessa, kun taas pystysuuntaiset rasitukset johtuvat pinotusta tavaran painosta ja kuljetusvälineen liikkeestä pystysuunnassa. Lisäksi kuljetusrasituksiin vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa käsittelykertojen määrä, kuljetusmatkat, keliolosuhteet ja lämpötila. Esimerkiksi kosteudella ja lämpötilalla on suuri merkitys pakkausmateriaalien lujuusominaisuuksiin ja iskunvaimennuskykyyn. Ominaista on myös, että jokaisella kuljetusmuodolla on omanlaiset kuljetusrasituksensa. Kuitenkin pakkaukselta voidaan vaatia seuraavia asioita kuljetusmuodosta välittämättä:

- tuote täyttäisi pakkauksen kokonaan
- pakkauksen tulisi mitoittaa ja valita materiaali siten, että se kestäisi kuljetuksen aikana tapahtuvat lämpötilan ja kosteuden vaihtelut
- tuotekohtainen ja riittävä iskunvaimennus
- tavaran yksiköintimahdollisuus trukilla käsiteltäväksi
- standardien noudattaminen ( kuljetuspakkaukset, yleiset merkitsemissäännöt, käsittelymerkit)

- kiinnitys- ja nostokohtien merkintä tarpeen mukaan (Mäkelä, Mäntynen 1993, 178; Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 24-25).

## 5.1 Rasituslajit

Pakkauksen on suojattava tuotetta normaaleilta kuljetusrasituksilta, joita ovat mekaaniset, ilmastolliset ja biologiset rasitukset. Mekaanisilla rasituksilla tarkoitetaan tavaraan kohdistuvia iskuja, puristusta, tärinää tai vääntöä. Ilmastollisiin rasituksiin luetaan kastuminen, lämpötilan vaihtelut ja korrosio. Biologiset rasitukset ovat tavaran omasta ominaisuudesta aiheutuvia tai pieneliöiden aiheuttamia haittavaikutuksia niin tavaralle kuin pakkauksellekin. Lisäksi riski, että tavara varastetaan tai häviää, on kasvanut jatkuvasti varsinkin kansainvälisissä kuljetuksissa. Tämän estämiseksi on pyrittävä vähentämään pakkauksessa olevaa informaatiota tuotteesta, tehostamaan pakkauksen suljentaa sekä käyttämään järkeviä yksikkökuormia (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 24-25).

Kuljetuspakkauksille on voimassa joukko standardoituja käsittelymerkkejä, jotka informoivat kuinka pakkausta tulee käsitellä. Näin pyritään ennaltaehkäisemään tavaran rikkoutuminen. On kuitenkin muistettava, että merkkien väärä tai liiakäyttö johtaa siihen, ettei käsittelymerkkejä oteta enää todesta. Siksi niitä on käytettävä ainoastaan silloin, kun on todella tarpeellista. (Karjalainen, Ramsland 1992, 213).

### 5.1.1 Mekaaninen rasitus

Tavaraan kohdistuvat iskut, puristus ja tärinä ovat mekaanista rasitusta, joka voidaan jakaa varastointi- ja käsittelyrasituksiin sekä kuljetusrasituksiin. Käsittelytyössä tavaraan kohdistuu monia eri rasituslajeja:

- sitä vedetään tai työnnetään
- nostettaessa niihin kohdistuu vääntöä
- tulee iskuja
- tuennat aiheuttavat puristusta
- tavaraturvallisuus on uhattuna välivarastoissa
- pakkauksiin tulee iskuja, tärinää kuljettimilla ja siirtimillä
- pakkauksen mahdolliset putoamiset ja heittämiset.

Kuljetusrasitukset, iskut, tärinää, heilahdukset, kohdistuvat kuljetusvälineeseen ja siitä edelleen tavaroihin. Näihin rasituksiin vaikuttavia tekijöitä ovat mm. kuljetusmatkan pituus, kuljetusajankohta ja kuljetusvälineen ominaisuudet, kuten auton jousitus, laivan koko ja junien vaihdot (Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 24-25).

Iskut ovat usein joko putoamisen tai äkillisen pysähtymisen seurausta. Lisäksi iskuja tulee kuljetuksen ja käsittelyn aikana tiessä olevista kuopista, erilaisista rampeista tai yhteentörmäyksistä. Iskun voimakkuus ja kesto määräävät sen, millainen vahingoittava vaikutus sillä on (Reinikainen ym. 1997, 137; Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 25).

Kuljetusvälineestä johtuvaa tärinää aiheuttaa esimerkiksi autojen jousitus, pyörän värähtelyt ja kuljetusvälineen rakenteelliset värähtelyt. Tärinästä aiheutuu tuotteeseen seuraavanlaisia virheitä:

- pintojen kiillottuminen
- pintojen ja painatusten naarmuuntuminen
- hiutalemaisten tuotteiden rikkoutuminen
- sulkimien ja kiinnitysosien irtoaminen.

Tärinä vaikuttaa pinottuihin pakkauksiin kahdella tavalla. Päälimmäiset pakkaukset altistuvat jatkuvasti pienille iskuille ja voivat putoilla voimakkaassa tärinässä. Pinon välissä oleviin pakkauksiin kohdistuu dynaamista puristusta, kun taas alimmaisiin

pakkauksiin aiheutuu vaihtelevia puristavia voimia Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 27).

Puristuminen jakautuu sekä staattiseen puristukseen, jossa vaikuttava voima säilyy koko ajan samana että dynaamiseen puristukseen, jossa voima vaihtelee. Yleisin puristusta aiheuttava tekijä on pakkausten pinoaminen. Puristuksen suuruuteen vaikuttaa mm. tuotteiden paino, pinoamiskorkeus, kuorman tasainen jakautuminen ja pinoamisaika. Näin suositellaankin, että pakkaus tulisi suunnitella kestäväksi 3-7 kertaa suurempaa voimaa kuin mitä pinoamisvoiman oletetaan olevan (Reinikainen ym. 1997, 137; Järvi-Kääriäinen, Leppänen-Turkula 2002, 28).

Suurin osa mekaanisen rasituksen aiheuttamista vahingoista olisi ehkäistävissä, jos muistettaisiin, miten iso merkitys itse pakkauksella ja kuorman sidonnalla on vahinkojen estäjänä (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 238).

### 5.1.2 Ilmastollinen rasitus

Ilmastollisista rasituksista kosteudella on suurin uhka tuotteen tai pakkauksen säilyvyydelle ja laadulle varastoinnissa. Ruostumattomat metallit, suurinosa muoveista ja lasi kestävät kyllä hyvin kosteutta, mutta paperi, kartonki ja aaltopahvi eivät siedä suurta kosteutta, vaan niiden lujuus heikkenee merkittävästi. Kosteuden aiheuttamat vauriot ovat tyypillisiä myös kuljetusmatkan aikana. Lämpötilan muuttuessa matkalla lasti tai lastitila alkavat hikoilla. Kosteus voi aiheuttaa tuotteen homehtumista sekä metallisissa materiaaleissa korroosiota. Kosteusongelmaa voidaan vähentää hyvin järjestetyllä tuuletuksella sekä erilaisilla kuivausaineilla (Karhunen ym. 2004, 321; Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 242-243).

Kun pakkaus joutuu tekemisiin meri- tai sadeveden kanssa, se kastuu, jolloin aiheutuu samanlaisia vaurioita mitä kosteus saa aikaan, mutta paljon nopeammin. Lähinnä pitkissä kuljetuksissa tulisi huomioida vuorokauden aiheuttamat

lämpötilanvaihtelut sekä eri ilmastovyöhykkeiden lämpötilaerot. Kuuma tai kylmä ilma sekä suuret lämpötilan vaihtelut saattavat aiheuttaa vahinkoa tuotteisiin ja pakkauksiin kosteusongelmien lisäksi. UV-säteily haurastaa ja haalistaa materiaaleja sekä voi saada aikaan kemiallisia muutoksia tuotteissa. Lisäksi ilman epäpuhtaudet kuten pöly, hiekka ja erilaiset suolat saattavat vahingoittaa tuotetta, mikäli sitä ei oteta huomioon pakkauksen suunnittelussa (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 240, 243).

### 5.1.3 Biologinen rasitus

Biologisilla raskituksilla tarkoitetaan tavaran omasta ominaisuudesta johtuvaa, bakteerien tai tuhoeläinten tavaralle tai pakkauksille aiheuttamia haittoja. Kun lämpötila ja kosteusolosuhteet ovat otolliset ja ilmankierto huonoa, saattavat bakteerit aiheuttaa tavaroihin vahinkoa. Tällaisia uhkia voivat olla esimerkiksi homehtuminen, sinistymisen, pilaantuminen ja tuhoeläinten lisääntyminen (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 241,244).

### 5.2 Raskitustilanteet

Eri kuljetusmuodoilla on omat vaatimuksensa kuorman tukemisesta ja sitomisesta. Suomessa on käytössä useita eri kuljetusmuotoja pitkälti sijainnista johtuen. Näin rekassa käytettävä sidonta ei riitäkään enää siirryttäessä konttikuljetukseen. Siksi kuljetusreitien vaatimukset olisi hyvä selvittää hyvissä ajoin ennen lähetystä.

Tyypillisiä eri kuljetuskaluston raskituksia ovat:

- maantiekuljetuksissa jarrutukset, kiihdytykset, ohjaustoimet
- rautatiekuljetuksissa vaihtotyö ja vaunujen kokoamiset

- merikuljetuksissa laivan liikkeet ja keinuminen
- lentokuljetuksissa pystysuorat räsitukset ja painottomuus (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 244).

### 5.2.1 Tiekuljetukset

Suurimmat vahinkotekijät, jotka autokuljetuksissa tavaraa uhkaa, ovat särkyminen ja häviäminen. Tärkeimpänä keinona näiden vahinkotekijöiden välttämiseksi pidetään yksiköintiä, jolla taataan pakkausten koneellinen käsittely (Reinikainen ym. 1997, 140).

Tiekuljetuksissa tärinää aiheuttavat auton jousitus, tiestön kunto ja kuljettajan ajotapa, kun taas suuria iskuja aiheuttavat siltaliitokset, isommat kuopat sekä erilaiset teiden korokkeet. Poikittaissuuntaiset liikkeet ovat voimakkaimpia auton kääntyessä äkillisesti, ajettaessa epätasaisella tai kaltevalla tiellä sekä onnettomuustilanteissa. Hätäjarrutukset aiheuttavat kuormaan voimakkaita pitkittäissuuntaisia voimia. Tieliikenteestä johtuva värinä aiheuttaa kuorman ”ryömimistä” ja painumista. Siitä seuraa, että sidonnat löystyvät ja kuorma alkaa siirtyä hitaasti. Siksi onkin tärkeää varmistaa tietyin väliajoin kuorman sidonta sekä sitomisvälineiden kunto (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 244).

Pinoamiskorkeus autoissa on maksimissaan 2,5 m. Pakkausten puristuslujuuden on kestettävä kahden yksikön päällekkäin pinoamisen. Kuljetuksen aikana nämä vaatimukset puristuslujuudesta kuitenkin kasvavat jopa kuusinkertaisiksi riippuen matkan pituudesta ja reitistä (Reinikainen ym. 1997, 140).

### 5.2.2 Merikuljetukset



Suurimmat voimat, jotka lastiin kohdistuu, johtuvat laivan poikittaisesta keinumisesta. Meriolosuhteet eri alueilla vaihtelevat merkittävästi. Nämä on otettava huomioon kuljetusreittejä suunniteltaessa (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 245).

Merikuljetuksissa merkittävimpiä tekijöitä, jotka vaikuttavat pakkaukseen ja sen kestävyYTEEN, ovat erilaiset olosuhteet niin määräsatamassa, jälleenkuljetuksessa kuin ilmastossakin. Lämpötilaerot saattavat olla jopa 50 °C. Tämä voi aiheuttaa melkoisen kosteusongelman, mikäli sitä ei ole otettu huomioon pakkauksen suunnittelussa. Lisäksi meri-, sadevesi ja laivan hikoilu lisäävät ulkopuolista uhkaa lastille (Reinikainen ym. 1997, 142).

Ruumaan tai kannelle varastoitavan lastin rasituksia voidaan pienentää konttikuljetuksilla. Kontti itse on suunniteltu kestävämpään kuljetuksen rasituksia, mutta sen sisällä olevan tavaran ahtaamiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Kontti tulisi lastata mahdollisimman täyteen jo pelkästään kustannussyistä. Mikäli kontti ei tule täyteen, on silloin kiinnitettävä huomiota kuorman tasaiseen painonjakaumaan. Kuorma on sidottava asianmukaisesti sekä tuettava joko puutavaralla tai ahtaussäkeillä konttiin. Huonosti kiinnitetty kuorma saapuu usein perille vaurioituneena (Reinikainen ym. 1997, 143; Logistiikan Tutkimus ja Kehitys LORDA 2004, 22,26-27; Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 245).

Seuraavassa lista merikuljetuksiin liittyvistä riskitekijöistä:

- logistisen infrastruktuurin puutteet (satamat, reitit, käsittelylaitteet, tietotaito )
- luonnonilmiöt ( myrskyt; lastin liikkuminen ja vaurioituminen )
- muut meriliikenteen riskit ( laivojen törmäilyt, haaksirikko, uppoaminen )
- isot lämpötila- ja kosteusvaihtelut ( hikoilu )
- vajaat kuormat sekä lastaus ( tuennan pettäminen )
- tavaran käsittely (käsittelyvauriot) (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 245).

### 5.2.3 Varastot

Varastoitaessa tuotteet altistuvat mekaaniselle rasitukselle, kuten kolhuille ja iskuille, lähinnä huolimattoman käsittelyn johdosta. Suurinosa varastoinnin aiheuttamasta rasituksesta on kuitenkin staattista. Lisäksi ulkoisesta ilmastosta saattaa aiheutua rasitusta sekä varaston omat ilmasto-olosuhteet saattavat rasittaa varastoitavaa tavaraa ja pakkauksia. Pakkauksella itsellään on myös ominaisuuksia, jotka aiheuttavat rasitusta, kuten väsyminen ja kokoonpuristuminen. Molemmat rasitukset ovat aikaan sidottuja (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 246).

Pakatun tavaran vaatimukset määräävät yleensä varaston mitoituksen. Varaston sijainti vaikuttaa pakkauksen suunnitteluun merkittävästi, onko kyseessä ulkovarasto, kylmä tai lämmin sisävarasto. Ilmastolliset rasitukset ulkona tai kylmässä varastossa ovat paljon suurempia kuin lämpimässä hallissa (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 246-247).

Hyllyvarastot ovat pääsääntöisesti mitoitettu joko FIN-lavalle tai EUR-lavalle, joiden hyllykorkeus sallii 1100 mm korkeat lavakuormat. Näin pyritään välttämään pakkauksien päällekkäin pinoamista ja sitä kautta vähentämään staattista rasitusta. Lisäksi pakkausten käsittely hyllyvarastoissa tulee helpommaksi, turvallisemmaksi sekä vähemmän vaurioita aiheuttavammaksi (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 247).

## 6 TUTKIMUKSEN TAVOITE

Tutkimuksen tarkoituksena on aluksi selvittää, mikä HV-osapakkausten tilanne tällä hetkellä on ja saada vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

- Mitä ominaisuuksia HV-osapakkauksilta vaaditaan?
- Ketkä toimivat HV-osapakkausten parissa?
- Ovatko HV-osapakkaukset pakkausohjeiden mukaisia?
- Onko muutos- tai korjaustarvetta?

Tutkimus rajattiin koskemaan vain Think City -autojen HV-osapakkauksia, jota voidaan sitten jatkossa hyödyntää muiden osapakkausten tai automallien osalta.

Nykytilan arvioinnin jälkeen tutkimuksen tavoitteena on läpikäydä HV-osapakkausten suunnittelun toinen vaihe, joka pitää sisällään niiden päivittämisen ajantasalle sekä korjausehdotusten tekemisen pakkaussuunnitteluun. Korjausehdotuksilla on tavoitteena saavuttaa mahdollisia säästöjä lähinnä kuljetusvolyymissä ja käsittelykustannuksissa sekä pakkausjätteen määrässä. Lisäksi selvitetään paljonko toisen vaiheen suunnittelukierros vaatii resursseja ja onko se tulevaisuudessa otettava yhdeksi osavaiheeksi pakkaussuunnittelua.

## 7 TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN

### 7.1 Kohdeyritys

Valmet Automotive on toiminut autoteollisuuden luotettavana kumppanina jo vuodesta 1968 lähtien. Yrityksen erikoisalaa ovat korkealaatuiset henkilöautot, avoautot ja sähköiset ajoneuvot. Yritys kuuluu Metso-konserniin. Sen palveluksessa on tällä hetkellä n. 1600 henkilöä. Tehtaita sijaitsee Suomessa, Saksassa, Puolassa, Ruotsissa ja Yhdysvalloissa. Uudenkaupungin tehdas pitää

sisällään korihitsaamon, maalaamon, kokoonpanon sekä tuotekehityskeskuksen ([www.valmet-automotive.com](http://www.valmet-automotive.com)).

Eri automalleja on valmistettu yli 40 vuoden ajan. Valmistus aloitettiin Saab 96-mallista, jonka jälkeen on valmistettu eri Saabin malleja, Opel Cabrioletteja, Chrysler-Talbotteja, Euro-Samaraa sekä viimeisimpänä eri Porsche-malleja aina näihin päiviin asti. Vuonna 1997 alkanut yhteistyö Porsche AG:n kanssa on poikunut 227 890 Porschen valmistumiseen toukokuun 2011 alkuun mennessä, jolloin sen kokoonpanotoiminta loppui Uudessakaupungissa. Yhteistyö jatkuu kuitenkin vielä auton korien valmistuksen osalta ([www.valmet-automotive.com](http://www.valmet-automotive.com)).

Vuonna 2008 Valmet Automotive solmi suunnittelu- ja valmistuskumppanisopimuksen Fisker Karma- hybridiautoprojektista. Autoa on suunniteltu ja kehitelty kaikessa hiljaisuudessa pari vuotta ja nyt vuoden 2011 ensimmäisellä neljänneksellä sen sarjatuotanto on valmis alkamaan Uudessakaupungissa. Vuonna 2009 solmittiin sopimukset sekä Garia-golfautojen että Think City-sähköautojen valmistuksesta ja suunnittelusta. Molempien sarjatuotanto alkoi saman vuoden lopulla Uudessakaupungissa. Lisäksi keväällä 2010 Valmet Automotive julkisti oman sähköisen "Eva"-autokonseptin, jolla se osoitti omaa osaamistaan sähköautojen suunnittelijana. Valmet Automotivea voidaankin ansaitusti pitää sähköajoneuvojen valmistuksen edelläkävijänä ([www.valmet-automotive.com](http://www.valmet-automotive.com)).

Vuonna 2008 aloitettu yritysstrategia uudistus laajensi Valmet Automotiven palvelun tarjontaa myös suunnittelun osalta. Samalla panostettiin markkinointiin ja asiakasyhteyksien parantamiseen. Yrityksen palvelun tarjontaa laajennettiin jälleen vuoden 2010 alussa perustamalla liiketoiminnan kehittämispalvelu-toiminnot, joiden tarkoituksena on tarjota tuotekehitystä edeltäviä ja tuotannon jälkeisiä palveluja eri asiakaskunnille. Saman vuoden lopussa Valmet Automotive hankki omistukseensa Karmannin avoautojen kattoliiketoiminnan. Samalla yrityksestä tuli yksi kolmesta suuresta kattojärjestelmien valmistajasta, jonka suunnittelu- ja

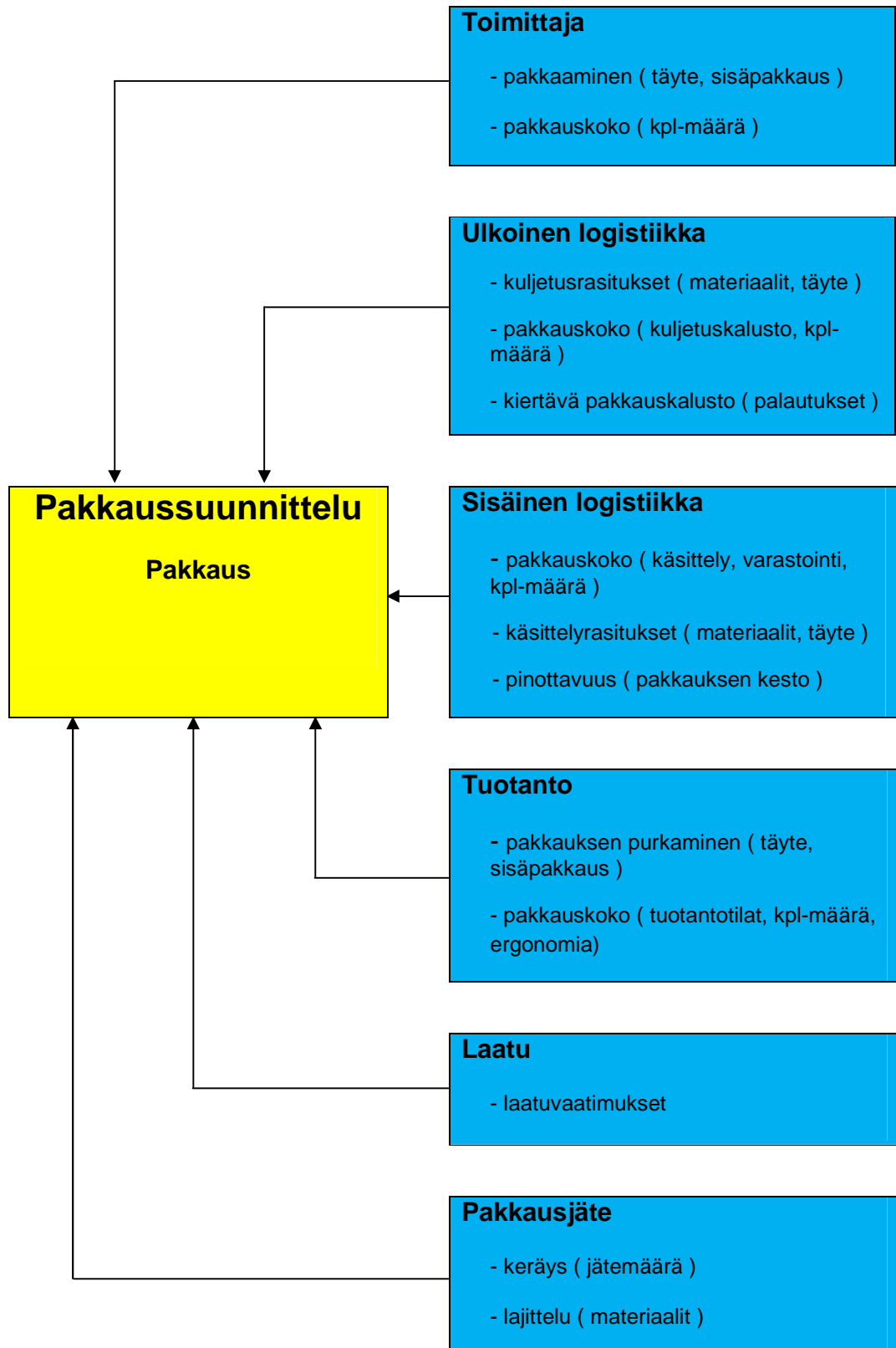
tuotantolaitokset sijaitsevat Saksassa ja Puolassa. Yrityksen nykyiset ydinosaamisalueet ovatkin valmistus, suunnittelu, kattojärjestelmät sekä liiketoiminnan kehittämispalvelut ([www.valmet-automotive.com](http://www.valmet-automotive.com)).

## 7.2 HV-osapakkausten nykytila

Uuden auton tuotannon aloittaminen, tässä tapauksessa Think City -auto, on aina suuri haaste myös pakkaussuunnittelulle. Osille on suunniteltava pakkaukset, joita voidaan käyttää niin kuljetuksissa, varastoinnissa kuin tuotantolinjallakin. Pääsääntöisesti käytetään joko omaa kiertävää puukalustoa tai pahvisia lavakontteja (J. Marttila, avoin haastattelu 12.5.2011).

Ensimmäisen vaiheen suunnittelu tapahtui pitkälti 3D-mallien perusteella. Joidenkin osien kohdalta pakkaus jouduttiin suunnittelemaan siten, että kokeiltiin kuinka monta osaa sopisi minkäkin kokoiseen pakkaukseen. Lähtökohtana osapakkausten suunnittelussa oli kuitenkin laadulliset vaatimukset. Osien oli pysyttävä pakkauksissa vahingoittumattomina aina kokoonpanoon asti. Se johti niin sanottuun varmaan pakkaukseen, kun ei ollut tarkkaa tietoa ja kokemusta, miten eri osat käyttäytyvät pakkauksissa koko ketjun läpi (K. Skön, avoin haastattelu 18.5.2011).

Lisähaastetta pakkaussuunnitteluun tuo osapakkauksen monikäyttöisyys. Pyritään siihen, että sama pakkaus palvelisi logistiikkaketjun kaikkia osapuolia toimittajasta tuotantolinjan kokoonpanotyöntekijään asti. Jokaisella ketjun jäsenellä on omat toiveensa optimaalisesta osapakkauksesta, joita mukaillen on sitten löydettävä sopiva osapakkaus unohtamatta pakkauksen perusvaatimuksia sekä pakkausjätteen hyödyntämistä. Kuvassa 33 on käyty läpi toimijoita sekä niiden tarpeita ja toivomuksia, joita pakkaussuunnittelun oli otettava huomioon ideaalisen pakkauksen löytämiseksi (J. Marttila, avoin haastattelu 12.5.2011).



Kuva 31. Eri toimijoita, jotka vaikuttavat omilla toiveillaan pakkausten suunnitteluun.

Jokaisesta nimikkeestä tehdään myös pakkausohjeet, mistä selviää muun muassa HV-osapakkauksen koko ja osien määrä pakkauksessa. Pakkausohjeet toimitetaan tavarantoimittajille, joiden perusteella he pystyvät pakkaamaan oikeanlaisen pakkauksen. Pakkausohjeiden mukaan tilataan myös kuljetukset osille. Lisäksi varastopaikka voidaan ennalta määrittää, kun tiedetään tarkalleen, minkä kokoinen HV-osapakkaus on kysymyksessä (J. Marttila, avoin haastattelu 12.5.2011)

HV-osapakkauksiin on tehty korjauksia lähinnä räikeimpiin tapauksiin ensimmäisen vaiheen jälkeen, kiitos aktiivisten työntekijöiden. Aloitteita on tullut niin toimittajilta, ulkoisesta ja sisäisestä logistiikasta, laatuosastolta kuin tuotannostakin.

Pakkaussuunnittelu on sitten käsitellyt aloitteet ja tehnyt tarvittavia korjauksia pakkausohjeisiin, joiden perusteella toimittajat tekevät omat korjauksensa HV-osapakkauksiin (J. Marttila, avoin haastattelu 12.5.2011).

Thinkin HV-osapakkausten osalta voidaan todeta, että päällisin puolin kaikki näyttäisi toimivan melko hyvin, sillä tuotanto on pyörinyt lähes katkeamatta aina vuoden 2011 maaliskuun alkuun asti. Kuitenkin HV-osapakkauksissa oli havaittu joitakin puutteita, mistä kertovat myös tasaisin välein tehdyt aloitteet. Tilannetta ei olla tutkittu sen tarkemmin ensimmäisen vaiheen jälkeen, joten oltiin lähinnä mututuntuman varassa (J. Marttila, avoin haastattelu 12.5.2011).

Syitä mahdollisiin puutteisiin on hankala etsiä. Uuden tuotteen aiheuttamat käynnistysoireet voidaan katsoa olevan yksi tekijä. Lisäksi päällekkäiset projektit pitivät aikataulun varsin tiukkana. Näin jälkikäteen voidaan todeta, että osapakkausten suunnitteluun ei ollut riittävästi resursseja sillä hetkellä käytettävissä. (J. Marttila, avoin haastattelu 12.5.2011, K. Skön, avoin haastattelu 18.5.2011).

### 7.3 Pakkaussuunnittelun toinen vaihe

Työ aloitettiin selvittämällä HV-osapakkausten suunnittelun toisen vaiheen läpikäymisen tarpeellisuutta. Alustavia havaintoja puutteista oli jo olemassa, mutta varmistus sille saataisiin vain läpikäymällä kaikki Thinkin HV-osapakkaukset. Jo parinkymmenen HV-osapakkauksen tarkistuksen jälkeen selvisi, että pakkaussuunnittelun toisen vaiheen tarpeellisuus oli todellista.

Kaikista läpikäydyistä HV-osapakkauksista taulukoitiin eri mittarien mukaisia tietoja. Näiden mittarien löytämiseksi käytettiin apuna mm. kuvassa 33 esitettyjä eri toimijoiden tarpeita ja toiveita sekä logistiikkaosaston tietotaitoa. Lähes kaikki HV-osapakkaukset myös valokuvattiin. Tämän jälkeen tietoja analysoitiin korjausehdotusten ja pakkausohjeiden päivittämistä varten.

Ensimmäisenä työvaiheena käytiin läpi kaikki Thinkin HV-osapakkaukset. Yksitellen jokainen HV-osapakkaus otettiin alas hyllyvarastosta. Ne aukaistiin ja kirjattiin tarvittavat tiedot taulukkoon. Tutkittavia mittareita olivat:

Taulukko 2. HV-osapakkauksista tutkittavia mittareita.

Kollilappu	Pahvijätteen määrä	Ypkoodi	Kpl-määrä	Muuta huomioitavaa
-löytyykö osanroa? -löytyykö kpl-määrää?	-kuinka paljon pahvijätettä?	- mikä on pakkauskoodi?	- kuinka monta kappaletta?	- täytteen määrä - onko kpl-määrät samoja? - onko pakkaus täyteen pakattu? - kuinka pakkaus sidottu? - kuinka pakkaus kestänyt?

Läpikäytyjä Thinkin HV-osapakkauksia oli kaikkiaan 277 kappaletta.



Kollilapuista tarkistettiin osanumero ja kappalemäärä. Pahvijätteen määrä kiloina arvioitiin muutamien pahvilaatikoiden punnitsemisen perusteella. Samoin tehtiin puujätteen määrän arvioimisessa. HV-osapakkauksen ypkoodi eli yksikköpakkauuskoodi merkittiin liitteen 1 taulukon mukaan. Kappalemäärä laskettiin ja tarkistettiin, että se täsmäsi kollilapun kanssa. Muuta huomioitavaa kohdassa katsottiin pakkaustäytteen määrä (ylipakattu, alipakattu), vertailtiin saman osan keskinäisten HV-osapakkausten kappalemääriä, tutkittiin mahtuuko HV-osapakkaukseen enemmän osia, tarkistettiin onko HV-osapakkaus sidottu riittävästi tai liikaa sekä tarkistettiin pintapuolisesti, miten HV-osapakkaus oli kestänyt kuljetus- ja käsittelyrasitukset.

Laadullisiin näkökohtiin ei suoranaisesti puututtu, vaan se hoidettiin laatuosaston toimesta. Heiltä saatiin lista osanumeroista, joissa oli ollut laatuongelmia. Tämän listan perusteella sitten tutkittiin, johtuvatko laadulliset ongelmat mahdollisesti HV-osapakkauksista tai niiden pakkaamisesta.

Tuotannon puolella tutkittiin HV-osapakkausten toimivuutta tuotantotilanteessa, jossa pienet ja ahtaat tuotantotilat rajoittivat merkittävästi niiden kokoa, sijoittelua ja käyttömahdollisuuksia. Seurantakohteita olivat HV-osapakkausten avaaminen ja purkaminen, ergonomia, sisäpakkaukset sekä pakkaustäytteen määrä ja käsittely. Lisäksi kävimme tuotannon esimiesten kanssa läpi HV-osapakkauksia etsien mahdollisia parannuskohteita.

#### 7.4 Päivitys- ja korjausehdotukset

Seuraavaksi saatuja tietoja ja havaintoja verrattiin pakkausohjeisiin. Vertailtavia mittareita olivat ypkoodi ja kpl-määrä. Eriäväisyyksiä löytyi 121 kappaletta eli 43,7 %. Suureen lukuun oli merkittävänä syynä Thaimaasta tulevien HV-osapakkausten

muutosprosessi, joka oli parasta aikaa menossa tutkimuksen aikana. Sen osuus oli 30,6 % eriäväisyyksistä.

Pakkausohjeiden päivitysehdotus tehtiin niiden HV-osapakkausten kohdalta, jotka todettiin tarpeelliseksi. Kaikkien osien pakkausohjeita ei tarvinnut kuitenkaan muuttaa, sillä osa eriäväisyyksistä johtui siitä, että toimittajat eivät olleet pakanneet HV-osapakkauksia pakkausohjeiden mukaisesti. Esimerkkitapaukset näistä, nimikkeet 5230200G ja 5511050C, on esitetty liitteessä 2 esimerkki 1. Nimikkeen 5230200G HV-osapakkaus ei ole toimitettu pakkausohjeen mukaisesti. Tässä tapauksessa pakkausohjeeseen ei tarvitse tehdä muutoksia, vaan tavarantoimittajalle olisi tarvetta muistuttaa pakkausohjeesta. Toisessa nimikkeessä 5511050C oli kyse Thaimaasta tulevasta HV-osapakkauksesta, jonka yksikköpakkauskoodi korvataan uudella muutosprosessin johdosta.

Noin puolet HV-osapakkauksista oli pakkausohjeiden mukaisia, eikä niissä ollut mitään muutettavaa tai moitittavaa. Niistä noin viidennes oli erinomaisia. Kuvassa 32 löytyy hyvä esimerkki HV-osapakkauksesta, joka on omaa kiertävää kalustoa, se on täyteen pakattu, osia pakkauksessa varsin paljon (280kpl) ja osat on helppo purkaa kokoonpanossa.



Kuva 32. Esimerkkitapaus hyvästä HV-osapakkauksesta, nimike 5708015D.

Kaikkiaan 277 HV-osapakkauksesta 144:ssä oli joitakin puutteita tai puuttavaa. Korjausehdotuksia tehtiin monista eri syistä. Alla olevassa taulukossa 3 on prosenttiosuudet niistä pääsystä, jotka johtivat muutosehdotusten tekemiseen. Osassa syiden ratkaisemiseksi katsottiin riittävän pelkkä muistutus tavarantoimittajille pakkausohjeista. Prosenttiosuudet ovat laskettu kaikista läpikäydyistä 277 HV-osapakkauksesta.

Taulukko 3. Prosenttiosuudet muutosehdotuksiin johtaneista syistä.

Pakkausissa eri määrä osia	Ypkoodi muutettava	Kpl-määrä muutettava	Pakkaustäytettä vähennettävä	Kollilapuissa puutteita	Laatuongelmat
12,3 %	35,7 %	32,5 %	11,9 %	5,8 %	9,0 %

Pakkausissa eri määrä osia tarkoitetaan sitä, että HV-osapakkauksiin oli pakattu monia eri kappalemääriä pakkausohjeen vastaisesti. Esimerkiksi nimikkeen 5600085C09 HV-osapakkauksessa pitäisi pakkausohjeen mukaan olla 40 kappaletta, niin sitä on tullut HV-osapakkauksissa, joissa on ollut 13, 27 ja 40 kappaletta. Aina kun HV-osapakkauksessa on ollut vähemmän kuin 40 kappaletta, on HV-osapakkauksissa kuljetettu pelkkää ilmaa, mikä taas on taloudellisesti kannattamatonta. Tämän syyn osuus kaikista HV-osapakkauksista oli 12,3 %. Korjausehdotukseksi riittää muistutus toimittajalle pakkausohjeiden noudattamisesta.

Ypkoodin eli yksikköpakkauscodein muutosehdotuksia tuli 35,7 %. Tätäkin lukua nosti Thaimaasta tulevien HV-osapakkausten muutosprosessi. Merkittävimpiä muutosehdotuksia olivat siirtyminen kertakäyttöpakkauksesta omaan kalustoon, pakkauskoon kasvattaminen mahdollisuuksien mukaan sekä Thaimaasta tulevien HV-osapakkausten muutosprosessin tuomat uudet yksikköpakkauscodeit, OW-kalusto, jotka on esitetty liitteessä 1. Nimikkeiden 5701945A ja 5753025B ypkoodin muutosehdotukset on esitetty liitteessä 2 esimerkki 2.

Näillä muutosehdotuksilla pyrittiin vähentämään pakkausjätteen määrää siirtymällä oman kaluston käyttöön sekä pienentämään kuljetusvolyymia ja käsittelykustannuksia pakkauskokoa suurentamalla. Lisäksi Thaimaan HV-osapakkausten muutosprosessilla pyrittiin yhdenmukaistamaan kertakäyttöpakkauskoita, jossa puiset vanerilaatikot korvattiin pahvisilla lavakonteilla.

HV-osapakkausten kappalemäärän muutosehdotuksia tehtiin 32,5 %.

Pääsääntöisesti tarkoitus oli tarkistaa, mahtuisiko HV-osapakkauksiin enemmän

osia, mutta viidennes muutosehdotuksista oli kuitenkin käännteinen eli kappalemäärän väheneminen. Myös pakkauskokoa suurentamalla saatiin kappalemäärää lisättyä. Rärkeimmissä tapauksissa samankokoiseen pakkaukseen mahtui jopa puolet enemmän osia kuin mitä nykyisessä HV-osapakkauksessa on. HV-osapakkausten kappalemäärien kasvattamista rajoittavat pakkausten koko, tuotantomäärät ja JOT-ajattelumalli. Liitteestä 2 esimerkki 3 löytyy muutosehdotukset, joissa kappalemäärä kasvaa ja vähenee. Lisäksi löytyy esimerkki, jossa pakkauskokoa suurentamalla on saatu kappalemäärää lisättyä.

Kappalemäärän kasvattamisehdotuksilla oli tavoitteena vähentää kuljetus- ja siirtokertoja ja sitä kautta kustannuksia. Kuitenkin viidennekseen muutosehdotuksista jouduttiin kappalemäärää vähentämään, jotka johtuivat pitkälti Thaimaan HV-osapakkausten muutosprosessista. Lisäksi laadullisista syistä jouduttiin joidenkin HV-osapakkausten kappalemääriä vähentämään. Kokoonpanon osalta taas kappalemäärien lisäämisellä säästettiin HV-osapakkausten purkutyössä.

Pakkaustäytteen määrä oli yksi mittareista, joita tutkittiin. Liialliseen pakkaustäytteen määrään jouduttiin puuttumaan 11,9 % HV-osapakkauksista. Osia oli pakattu muun muassa tuplapusseihin, moninkertaisiin pakkauksiin tai kuplamuovia oli montakerrosta. Kuvassa 33 pari esimerkkitapausta liiallisesta pakkaustäytteen käytöstä. Korjaustoimenpiteenä on asiasta ilmoitettava tavarantoimittajalle ja sovittava riittävän, mutta kohtuullisen pakkaustäytteen määrä.



Kuva 33. Nimikkeen 5140515D ylipakatut HV-osapakkaukset yläkuvissa ja alakuvissa nimikkeen 5724100F moninkertaisesti pakatut HV-osapakkaukset.

Kollilapuista tarkistettiin osanumero ja kappalemäärä. Puutteita havaittiin 5,7 %. Suurimmasta osasta puuttui molemmat tiedot eli koko kollilappua ei löytynyt HV-osapakkauksesta. Korjaavana toimintona tulisi ilmoittaa tavarantoimittajalle puutteesta ja pyydettyä tätä korjaamaan asia välittömästi.

Laatuongelmiin puuttui vain laatuosasto alansa asiantuntijana. Sieltä saatiin tietoja, millaisia laadullisia ongelmia osissa on ollut liittyen HV-osapakkauksiin. Niitä oli kaiken kaikkiaan 9,0 %. Eniten ongelmia oli sellaisten osien kohdalla, joissa oli teräviä kulmia ja reunoja ja jotka sitten naarmuttivat kuljetuksen aikana osien näkyviä pintoja. Lisäksi etulamppujen väärä kuljetusasento aiheutti niiden rikkoutumisia.

Parannusehdotuksena koetettaisiin jonkinlaisia kulmasuojia tai pehmusteita terävissä kulmissa ja reunoissa. Lamppujen osalta sisäpakkaus on suunniteltava uudelleen sellaiseksi, jossa lamppu on koko ajan asennusasennossa.

Pakkausjätteen määrä merkittiin ylös niistä HV-osapakkauksista, missä sitä oli käytössä. Lähinnä pahvi- ja puujätettä seurattiin, sillä niiden osuus jätemäärästä on määrällisesti suuri HV-osapakkauksien kohdalla. Eniten pahvisia lavakontteja ja puulaatikoita tulee Thaimaasta, mutta niiden korvaaminen omalla kalustolla on mahdotonta pitkien etäisyyksien johdosta. Siksi olikin pyrittävä lisäämään osien kappalemääriä näissä HV-osapakkauksissa sekä standardisoimaan HV-osapakkaukset OW-kalustoksi. Euroopassa taas pyritään siirtymään mahdollisimman paljon omaan kiertävään kalustoon pahvisten lavakonttien ja puisten kertakäyttölavojen sijaan.

## 8 TUTKIMUSTULOKSET

### 8.1 Päivitykset ja muutosehdotukset

Thinkin HV-osapakkauksia käytiin läpi kaiken kaikkiaan 277 nimikettä. Niistä päivitettäviä ja muutosehdotuksia oli yhteensä 144 nimikettä. Tutkimuksen tarkoituksena oli samalla päivittää pakkausohjeet ajantasalle. Pelkästään

päivitettäviä nimikkeitä oli 21. Niissä HV-osapakkkaus oli tullut jollain muulla pakkauskooodilla tai kappalemäärä ei täsmännyt siihen, mitä pakkausohjeessa on määrätty. Näiden nimikkeiden toimittajille lähetettäisiin huomautus pakkausohjeen noudattamatta jättämisestä.

Muutosehdotuksia tehtiin 123 HV-osapakkaukseen, jotka perustuivat luvussa 7.4 esitettyihin syihin. Ehdotukset olivat seuraavanlaisia:

- pakkauskokoa ja kappalemäärää kasvatettiin, jotta kuljetusvolyymiä ja käsittelykustannuksista saavutettaisiin säästöjä
- puupakkaukset korvattiin standardimitoitetulla OW-pakkauskalustolla, lähinnä Thaimaasta tulevat HV-osapakkaukset
- pahvisia HV-osapakkauksia korvattiin omalla kiertävällä kalustolla Euroopan alueella
- pakkaustäytteen määrää kohtuullistettiin, poistettiin turha ja liiallinen pakkaustäyte, mutta myös tarvittaessa lisättiin pakkaustäytettä laadun takaamiseksi.
- pakkausmerkintöihin puututtiin eli kollilapuista löydyttävä vähintään osanumero ja kappalemäärä.
- pakkausohjeiden noudattamattomuuteen puututtiin, sillä osa toimittajista pakkaa eri määriä osia pakkauksiin kuin mitä pakkausohjeessa vaaditaan.

Tähän mennessä 49 muutosehdotusta on johtanut HV-osapakkausten pakkausohjeen muuttamiseen. Suurinosa muutosehdotuksista on otettu sellaisenaan käyttöön, mutta osassa muutetuista nimikkeistä on sovellettu hieman ehdotusta. Muutosehdotusten läpiviemistä on haitannut vuoden 2011 maaliskuun alussa alkanut Thinkin tuotannon keskeytyminen.



## 8.2 Muutosehdotuksilla saavutettavat säästöt

Muutosehdotuksilla pyrittiin volyymisäästöihin kuljetuksen ja kustannussäästöihin sisäisen logistiikan osalta. Lisäksi pakkausjätteestä pahvin ja puutavaran määrää oli tavoitteena vähentää. Laskennoissa tarvittiin Thinkin vuosituotantomäärää, joka arvioitiin 7500 autoa. Se ei kuitenkaan vastaa todellisuutta, sillä Thinkin tuotanto on ollut seisaksissa vuoden 2011 maaliskuun alusta alkaen.

Kuljetuskustannusten osuus HV-osapakkausten kustannuksista on varsin suuri ja siksi siinä saavutettavat säästöt ovat merkittäviä. Vertailuarvona kuljetusten osalta käytetään tilavuus / auto-arvo, joka tällä hetkellä on  $4,9 \text{ m}^3 / \text{auto}$ . Se kertoo paljonko HV-osapakkausten tilavuus on yhden auton osalta. Säästöjen laskemiseen täytyi ensin laskea HV-osapakkausten vuotuisat tilavuudet sekä nykyisellä tilanteella että muutosehdotusten jälkeisillä luvuilla. Ne laskettiin jakamalla nimikkeen tilavuus kappalemäärällä, joka kerrottiin osan tarpeella sekä vuosituotantomäärällä. Sitten laskettiin vain kaikkien nimikkeiden tilavuudet yhteen. Näistä saaduista tilavuuksista laskettiin sitten niiden muutos prosentteina, joka ilmoittaa suoraan, paljonko säästöä tulee prosentuaalisesti. Laskelmat ja tulokset on esitetty seuraavassa esimerkissä 4 ja taulukossa 4:

Esimerkki 4. Nimikkeen 5343020D vuotuisen tilavuuden laskeminen.

$$\text{Vuotuinen tilavuus } V = \frac{\text{osapakkauksen tilavuus } V_1}{\text{osapakkauksen kplmäärä}} \times \text{osan tarve} \times \text{vuosituotanto}$$

$$V_1 = 0,98 \text{ m}^3, \text{ osapakkauksen kplmäärä} = 24, \text{ osan tarve} = 1, \text{ vuosituotanto} = 7500$$

$$V = \frac{0,98 \text{ m}^3}{24} \times 1 \times 7500 = 306,25 \text{ m}^3$$

Taulukko 4. Säästö HV-osapakkausten kokonaistilavuudessa.

Nykyinen kokonaistilavuus vuodessa	Uusi kokonaistilavuus vuodessa	Säästö
29276 m <sup>3</sup>	26435 m <sup>3</sup>	10 %

Laskelmien mukaan kuljetusvolyymissä saavutettaisiin 10 %:a säästöä. Eli kun tämän hetkinen kuljetusten tilavuus / auto-vertailuarvo on 4,9 m<sup>3</sup> / auto, niin se pienentyisi muutoksilla 4,41 m<sup>3</sup> / auto.

Toisena säästötavoitteena oli käsittelykustannusten pienentäminen sisäisessä logistiikassa. Sen vertailuarvona käytetään tuntia / auto, joka tällä hetkellä on 1,8h / auto. Se tarkoittaa paljonko aikaa kuluu yhden auton HV-osapakkausten käsittelyyn. Tässä otannassa otettiin huomioon vain osapakkausten purkutyö, siirrot varastoon ja kokoonpanoon sekä hyllyyn laittaminen eli kaikki työ, mikä tehdään trukin avustuksella. HV-osapakkausten avaamista ja pakkausjätteen purkamista ei oteta laskennassa huomioon. Säästöjen laskemiseksi on tiedettävä käsittelykertojen määrä sekä nykyisellä tilanteella että muutosehdotusten jälkeisillä luvuilla. Käsittelykerrat saadaan laskettua vuosituotantomäärä jaettuna HV-osapakkauksen kappalemäärällä ja kertomalla se osan tarpeella. Sitten laskettiin kaikkien nimikkeiden tilavuudet yhteen ja saaduista tilavuuksista laskettiin niiden muutos prosentteina, joka ilmoittaa suoraan, paljonko säästöä tulee prosentuaalisesti. Laskelmat ja tulokset on esitetty esimerkissä 5 ja taulukossa 5:

Esimerkki 5. Nimikkeen 5701955A vuotuinen käsittelykertojen määrä

$$\text{Käsittelykerrat } K = \frac{\text{vuosituotanto}}{\text{osapakkauksen kplmäärä}} \times \text{osan tarve}$$

vuosituotanto = 7500, osapakkauksen kplmäärä = 10, osan tarve = 0,20006

$$K = \frac{7500}{10} \times 0,20006 = 150,045$$

Taulukko 5. Säästö HV-osapakkausten käsittelymäärissä.

Nykyinen käsittelymäärä vuodessa	Uusi käsittelymäärä vuodessa	Säästö
28710	24579	14 %

Laskelmien mukaan käsittelykustannuksissa saavutettaisiin 14 %:a säästöä. Eli kun tämän hetkinen sisäisen logistiikan tuntia / auto-vertailuarvo on 1,8h / auto, niin se pienentyisi muutoksilla arvoon 1,55h / auto.

Pakkausjätteen määrä autoa kohden on ollut kasvussa koko vuoden 2010 ja ylittänyt reilusti VA:n asettamat tavoitteet, joten kasvun pysäyttäminen oli ensisijainen tavoite.

Pakkausjätteestä tarkastelun alla oli pahvin ja puun määrä. Muutosehdotuksilla pyrittiin vähentämään pahvin määrää mm. korvaamalla pahvisia lavakontteja omalla kalustolla, standardisoimalla pahviset lavakontit OW-kalustoksi ja lisäämällä mahdollisuuksien mukaan kappalemäärää osapakkauksissa. Puujätettä vähennettiin mm. korvaamalla kertakäyttölavallisia pakkauksia omalla kalustolla sekä siirtymällä puulaatikoista pahvisiin laatikoihin.

Pahvi- ja puujätteen määrän laskemiseksi ensin oli laskettava kunkin nimikkeen vuotuinen jätemäärä, joka saatiin, kun HV-osapakkauksen jätteen määrä kiloina jaettiin HV-osapakkauksen kappalemäärällä ja kerrottiin osan tarpeella ja auton vuosituotantomäärällä. Näin laskettiin sekä nykyisen tilanteen että muutosehdotuksen mukaiset arvot erikseen. Näiden saadut summat laskettiin yhteen, joka ilmoittaa vuotuisen jätemäärän HV-osapakkausten osalta. Kun sitten

nykyistä ja muutosehdotuksen jälkeistä jätemäärää verrattiin toisiinsa, niin saatu ero kertoo suoraan säästön määrän prosentteina. Laskelmat ja tulokset on esitetty alla esimerkeissä 6 ja 7 sekä taulukossa 6:

Esimerkki 6. Nimikkeen 5650011E vuotuinen pahvijätteen määrä

$$\text{Jättemäärä } m = \frac{\text{osapakkauksen jättemäärä } m_1}{\text{osapakkauksen kplmäärä}} \times \text{osan tarve} \times \text{vuosituotanto}$$

$$m = \frac{10 \text{ kg}}{64} \times 1 \times 7500 = 1172 \text{ kg}$$

osapakkauksen jättemäärä  $m_1 = 10$  kg, osapakkauksen kplmäärä = 64, osan tarve = 1, vuosituotanto = 7500

Esimerkki 7. Nimikkeen 5521020F vuotuinen puujätteen määrä

$$\text{Jättemäärä } m = \frac{\text{osapakkauksen jättemäärä } m_2}{\text{osapakkauksen kplmäärä}} \times \text{osan tarve} \times \text{vuosituotanto}$$

$$m = \frac{22 \text{ kg}}{6} \times 0,0799 \times 7500 = 2197 \text{ kg}$$

Osapakkauksen jättemäärä  $m_2 = 22$ kg, osapakkauksen kplmäärä = 6, osan tarve = 0,0799, vuosituotanto = 7500

Taulukko 6. Säästö pahvi- ja puujätteen määrissä.

	Nykyinen määrä vuodessa	Uusi määrä vuodessa	Säästö
<b>Pahvijäte</b>	101560 kg	65891 kg	35 %
<b>Puujäte</b>	48764 kg	24964 kg	49 %

Laskelmien mukaan HV-osapakkauksien osalta pahvijätteen määrässä saavutettaisiin 35 %:n säästöt ja puujätteen määrässä säästöjä tulisivat jopa 49 %.

Toiseen vaiheen tarpeellisuuteen saatiin vastaus jo itseasiassa siinä vaiheessa, kun selvisi kuinka moni HV-osapakkaus oli pakattu vastoin mitä pakkausohjeissa vaadittiin. Pakkausohjeiden päivittämisen lisäksi lähes puoleen HV-osapakkauksista tehty muutosehdotukset osoittavat, että niissä havaittuja korjauksia ei saada korjattua pelkästään yksittäisiin ongelmiin puuttamalla, vaan kokonaisvaltainen läpikäyminen on välttämätöntä HV-osapakkausten suunnittelussa. Ajallisesti toiseen vaiheen läpikäymistä voisi suositella siinä vaiheessa, kun sarjatuotanto on täysipainoista ja enimmät revisiomuutokset on ohitettu.

Pakkaussuunnittelun toiseen vaiheeseen kului aikaa noin 300 tuntia pitäen sisällään HV-osapakkausten läpikäymisen, pakkausohjeiden päivitystietojen raportoimisen sekä muutosehdotusten tekemisen. Vajaan 300 HV-osapakkauksen läpikäyminen kävisi ammattilaiselta varmasti paljon nopeammin kuin ”ensikertalaiselta”, sillä varsinkin HV-osapakkausten käsittely työntömastotrukilla oli välillä todella hidasta. Pakkausohjeiden päivittämiseen ja muutoksiin kuluva aikaa ei ole huomioitu tässä ollenkaan, sillä pakkaussuunnittelu hoitaa sen osan työstä.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli selvittää Think City -autojen HV-osapakkausten tämän hetkinen tila eli miten pakkaussuunnittelu niiden osalta on toteutunut sekä kehittää sitä jatkoa ajatellen. HV-osapakkausten läpikäymisen lisäksi tehtiin päivityksiä pakkausohjeisiin ja korjausehdotuksia, joilla saavutettaisiin säästöjä kuljetusvolyymissä ja käsittelykustannuksissa sekä pakkausjätteen määrässä pahvin ja puun osalta. Tätä työvaihetta kutsuttiin pakkaussuunnittelun toiseksi vaiheeksi ja sen tarpeellisuus uustuotteilla tuli todistettua jo varhaisessa vaiheessa työtä, sillä jo pelkästään päivitettäviä osapakkauksia oli noin 44 % kaikista HV-osapakkauksista.

Tutkimuksen tuloksista ainakin työn suorittaja sekä ohjaaja VA:n puolelta olivat tyytyväisiä siihen, minkä verran korjausehdotuksilla voitaisiin saavuttaa säästöä kuljetusvolyymissä ja käsittelykustannuksissa sekä pahvi- ja puujätteen määrässä. HV-osapakkausten korjausehdotuksista tähän mennessä on muutettu 49 nimikettä, joista kaikissa korjausehdotusta ei ole hyväksytty kuitenkaan sellaisenaan. Suurin osa korjausehdotuksista on tällä hetkellä odotustilassa, sillä Thinkin tuotanto on ollut seisoksissa vuoden 2011 maaliskuun alusta lähtien. Joten siltä osin lopulliset tulokset tulevat joskus myöhemmin.

Pakkaussuunnittelun toisen vaiheen läpikäyminen on suositeltavaa myös jatkossa uustuotteiden kohdalla, sillä tutkimus osoitti, että tarvetta tällaiseen päivitys- ja korjausvaiheeseen on sarjatuotannon käynnistymisen jälkeen myös muiden osapakkauksien osalta.

Tässä opinnäytetyössä käytiin läpi kaikki Thinkin HV-osapakkaukset ja kirjattiin ylös tarvittavat tiedot. Teoria osa oli hieman haastavampaa, sillä aineisto oli koulutuksen osalta melko tuntematonta, mutta pienien alkuhankaluuksien jälkeen päästiin siihenkin osa-alueeseen sisälle. Työ sujui aikataulussa pysymistä

lukuunottamatta niin kuin suunniteltiin, josta voin kiittää kaikkia työtäni avustaneita henkilöitä.

## LÄHTEET

- Hokkanen, S.; Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2002. Johdatus logistiseen ajatteluun. Jyväskylä. Kopijyvä Oy.
- Järvi-Kääriäinen, T. & Leppänen-Turkula, A. 2002. Pakkaaminen - Perustiedot pakkauksista ja pakkaamisesta. Helsinki. Hakapaino Oy.
- Järvi-Kääriäinen, T. & Ollila, M. 2007. Toimiva Pakkaus. Helsinki. Hakapaino Oy.
- Karhunen, J.; Pouri, R. & Santala, J. 2004. Kuljetukset ja varastointi – järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet. Helsinki. Suomen Logistiikkayhdistys ry.
- Karjalainen, L. & Ramsland, T. 1992. Pakkaus - Pakkausalalan perusoppikirja. Helsinki. Pakkausteknologiaryhmä r.y.
- Karrus, K. 2001. Logistiikka. 3., uudistettu painos. Helsinki. Werner Söderström Osakeyhtiö.
- Kehittyvä Elintarvike & Elintarviketieteiden Seura ry 2011. Kehittyvä Elintarvike-lehti Nro 4 / 2001. Viitattu 2.5.2011. <http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/8-yrietykset-erottuvat-pakkauksillaan>
- Logistiikan Tutkimus ja Kehitys LORDA ry 2004. Kuormansidonnan käsikirja. Viitattu 20.4.2011. [www.logy.fi/www/fi/liitetiedostot/Kuormansidonta.pdf](http://www.logy.fi/www/fi/liitetiedostot/Kuormansidonta.pdf)
- Mercamer Oy 2011. Pakkaustäyte täyttää tyhjän tilan. Viitattu 29.3.2011 <http://www.mercamer.fi/pakkaustarvikkeet/pakkaussuojat/pakkaustaytteet>
- Mäkelä, T. & Mäntynen, J. 1993. Logistiikka ja kuljetukset. Tampere. Tampereen teknillinen korkeakoulu.
- PakkausÖhman 2011a. Ilmakuplakalvot, ilmakuplakalvo ja antistaattinen kuplakalvo. Viitattu 29.3.2011 <http://www.pakkausohman.com/pehmusteet/alasivut/ilmakuplakalvo.htm>
- PakkausÖhman 2011b. PE-pehmusteet, PE-pehmuste. Viitattu 30.3.2011 <http://www.pakkausohman.com/pehmusteet/alasivut/PE-pehmuste.htm>
- Pastinen, I.; Mäntynen, J. & Koskinen, L. 2003. Kaupan ja teollisuuden logistiikka. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto.
- Puupakkausten Kierrätys PPK Oy 2011. FI-2002 Puupakkausjärjestelmä. Viitattu 6.4.2011 <http://www.puupakkauskierratys.fi/>
- PYR Oy 2011a. Pakkausalalan Ympäristörekisteri – Tilastot pakkausmääristä. Viitattu 1.4.2011 <http://www.pyr.fi/tilastot/pakkausmaarat.html>
- PYR Oy 2011b. Pakkausalalan Ympäristörekisteri – Pakkaustilastot 2008. Viitattu 1.4.2011 [http://www.pyr.fi/docs/tilastot\\_2008.pdf](http://www.pyr.fi/docs/tilastot_2008.pdf)
- Reinikainen, P.; Mäntynen, J. & Rantala, J. 1997. Logistiikan perusteet. Tampere. Tampereen teknillinen korkeakoulu.
- Sakki J. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta. B2B-Vähemmällä enemmän. 7., uudistettu painos. Helsinki. Hakapaino Oy.
- Vindea 2011. Lavakonttipakkaukset | Vindea. Viitattu 7.4.2011 <http://www.vindea.fi/fi/pakkaustuotteet/pahvipakkaukset/lavakonttipakkaukset>
- Valmet-Automotive Oy. 2002. Packing Manual. Uusikaupunki. Valmet-Automotive Oy.
- von Bagh, A. & Salmenkari, R. 2000. 2000-luvun logistiikan johtaminen. Helsinki. Suomen Logistiikkayhdistys ry.



## Yksikköpakkauksien koodit ja mitat

<b>OW-Kaluston mitat</b>				
<b>Koodi</b>	<b>Pituus max.</b>	<b>Leveys max.</b>	<b>Korkeus max.</b>	<b>M<sup>3</sup></b>
OWA1	1150	800	400	0,368
OWA2	1150	800	600	0,552
OWA3	1150	800	800	0,736
OWA4	1150	800	1000	0,920
OWA5	1150	800	1200	1,104
OWA6	1150	800	1400	1,288
OWB1	1150	1000	400	0,460
OWB2	1150	1000	600	0,690
OWB3	1150	1000	800	0,920
OWB4	1150	1000	1000	1,150
OWB5	1150	1000	1200	1,380
OWB6	1150	1000	1400	1,610
KART120	575	400	200	0,046

<b>STD-Kaluston mitat</b>					
<b>Koodi</b>	<b>Pituus</b>	<b>Leveys</b>	<b>Korkeus</b>	<b>Paino</b>	<b>M<sup>3</sup></b>
011	1220	820	365	36	0,365
012	1220	820	570	46	0,570
013	1220	820	775	55	0,775
014	1220	820	980	65	0,980
015	1220	820	1185	74	1,185
016	1220	820	1390	84	1,391
017	1220	820	1595	93	1,596
021	1220	1620	385	66	0,761
022	1220	1620	590	78	1,166
023	1220	1620	795	91	1,571
024	1220	1620	1000	103	1,976
025	1220	1620	1205	116	2,382
026	1220	1620	1410	128	2,787
027	1220	1620	1615	141	3,192
120	1220	820	560	2	0,070

## Esimerkkejä havainnointitaulukosta.

Esimerkki 1. Pakkausohjeen päivitysehdotuksia.

Osanro	Nimityslyh	Yp määrä	Ypkdi	Pahvi/kg	T ypkdi	T yp määrä	U ypkdi	U yp määrä	Epakkaus	Muuta
5230200G	SCREEN HEADER A	91	014		013	58	014	91		S4
5511050C	AIR DUCT CENTRE	208	KART14	15	OWA5	208	OWA5	208		

Esimerkki 2. Ypkoodin muutosehdotuksia.

Osanro	Nimityslyh	Yp määrä	Ypkdi	Pahvi/kg	T ypkdi	T yp määrä	U ypkdi	U yp määrä	Epakkaus	Muuta
5701945A	HEADLINER	10	022	0,2	022	10	024	20		
5753025B	CENTER BUCKLE L	144	KART12	4	KART12	144	T012	144		laatikoissa 1/3 tyhjää

Esimerkki 3. Yp määrän muutosehdotuksia.

Osanro	Nimityslyh	Yp määrä	Ypkdi	Pahvi/kg	T ypkdi	T yp määrä	U ypkdi	U yp määrä	Epakkaus	Muuta
5701053F	C-PILLAR TRIM,	75	KART14	15	OWA5	18	OWA5	18		
5704100H56	ASSY DOOR TRIM	12	T013	0,2	T013	12	T016	24		
5708330A	REAR WELL LINER	70	014		014	140	014	140		

Osanro = osanumero, Nimityslyh = nimityslyhenne, Yp määrä = yksikköpakkausmäärä, Ypkdi = yksikköpakkauskoodi, Pahvi/kg = pahvia/pakkaus kiloina, T ypkdi = todellinen/tämän hetkinen yksikköpakkauskoodi, T yp määrä = todellinen/tämän hetkinen kappalemäärä, U ypkdi = yksikköpakkauskoodin muutosehdotus, U yp määrä = yksikköpakkausmäärän muutosehdotus, Epakkaus = erikoispakkaus, Muuta = muuta huomioitavaa