

# Selvitys pakkauksista toimitusketjussa

Johannes Rähä

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2017  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Räihä, Johannes	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Marraskuu 2017
	Sivumäärä 50	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Selvitys pakkauksista toimitusketjussa</b>		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Petri Vauhkonen		
Toimeksiantaja(t) Jyväskylän ammattikorkeakoulu		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ja selvittää pakkauksien ominaisuuksia ja yhdistää niitä toimitusketjun vaiheisiin. Työn tarkoituksena oli myös selvittää pakkausten nykytilanne, sillä pakkauksista julkaistua ajankohtaista tietoa on vähän. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda kokonaisvaltainen kuva siitä, mikä pakkaus on ja mitä ominaisuuksia pakkauksilta vaaditaan toimitusketjussa ja logistisessa ympäristössä. Opinnäytetyö eriteltiin pakkausten, pakkausten merkinnän ja jäljittämisen sekä tietokoneen emolevyjen pakkauksen käsittelyn näkökulmiin.</p> <p>Selvityksen tekemiseen käytettiin kvalitatiivista eli laadullista tutkimusmenetelmää. Tietoa haettiin useista tietolähteistä luotettavien johtopäätösten saavuttamiseksi. Lähteitä tutkittiin kriittisesti, sillä lähdemateriaali ei ole täysin ajankohtaista. Selvitys toteutettiin teorian, kuvioiden, taulukoiden ja käytännön esimerkkien avulla.</p> <p>Lainsäädäntö, standardit sekä ekologiset tavoitteet vaikuttavat pakkauksen elinkaareen merkittävästi. Työssä selvitettiin pakkauksen ympäristön aiheuttamien rasitusten sekä pakkausmateriaalien ominaisuuksien vaikutusta pakkaukseen. Työssä selvitettiin pakolliset ja vapaaehtoiset pakkausmerkinnät tuoteryhmittäin sekä pakkauksen hallintaan liittyvät tekijät. Käsittely-osuudessa eriteltiin elektronisten tuotteiden oikeita ja vääriä toimintatapoja sekä kuvailtiin emolevyjen pakkausten kulku läpi toimitusketjun. Nykyisiä pakkauksen toimintatapoja tullaan muuttamaan lähitulevaisuudessa vähitellen tiukentuvien pakkaussäädöksiä ja lainsäädäntöjen myötä. Työn tulos selvittää pakkausten nykytilanteen ja tulevaisuuden muutosten suunnan, mutta uusia toimintatapoja tai ratkaisuja ei työn tulokseksi ole luotu.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> ) pakkaus, pakkausmerkinnät, jäljittäminen, toimitusketju, pakkausmateriaali, rasitusluokat		
Muut tiedot		

Author(s) Räihä, Johannes	Type of publication Bachelor's thesis	Date November 2017 Language of publication:
	Number of pages 50	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Research of packaging's in supply chain</b>		
Degree programme Degree Programme in Logistics		
Supervisor(s) Petri Vauhkonen		
Assigned by University of Applied Sciences Jyväskylä		
Abstract  <p>The purpose of thesis was to study and research features of packaging's and combine those into separate phases of supply chain. The purpose of the thesis was also to research the current situation of packaging's, because of the lack of current published material of packaging's. The goal of the thesis was to create a comprehensive picture about what a package is and what features are required from packaging's in supply chain and in logistic environment. Thesis was separated in perspective of packaging's, markings and tracking of packaging's and handling packaging's of motherboards.</p> <p>The research method for the thesis was qualitative. Several sources were used to find reliable information. Sources were open to interpretation, since the materials were bit dated. Tools for demonstrating research were theory, charts, tablets and common examples</p> <p>Legislation, standards and ecological goals impacts packaging's life-cycle significantly. Impact of factors of stress caused by environmental factors and features of different packaging materials are clarified in the thesis. Results separates mandatory and voluntary markings of packaging's and explains several factors for packaging's control management. In chapter of handling, right and wrong methods for electronical products handling was separated and motherboards travelling thru the supply chain was explained. Current methods used in packaging's will change little by little among with more demanding legislations and acts. Results clarify the current situation of packaging's and show the direction of changes, but new methods or solutions for packaging's were not the purpose of the thesis</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> ) packaging, markings of packages, tracking, supply chain, packaging material, stress categories		
Miscellaneous		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>3</b>
1.1	Pakkausten rooli toimitusketjussa	3
1.2	Opinnäytetyön tavoitteet ja toteutus	3
<b>2</b>	<b>Pakkaus</b>	<b>4</b>
2.1	Pakkauksen merkitys ja vaatimukset	4
2.2	Pakkausten ekologisuus ja sen tavoitteet	7
2.3	Pakkauksiin vaikuttavat rasitusluokat	9
2.3.1	Pakkauselle asetetut vaatimukset	9
2.3.2	Mekaaninen rasitus	10
2.3.3	Ilmastollinen rasitus	13
2.3.4	Kemiallinen ja biologinen rasitus	14
2.4	Pakkausmateriaalit	15
2.4.1	Muovi	16
2.4.2	Paperi ja pahvi	18
2.4.3	Puu- ja metallipakkaukset	20
2.4.4	Muut pakkausmateriaalit	21
<b>3</b>	<b>Pakkausten merkit</b>	<b>23</b>
3.1	Pakkausmerkintöjen tarkoitus	23
3.2	Pakkausten hallinta ja jäljittäminen	28
3.2.1	Pakkausten hallintaan käytetyt menetelmät toimitusketjussa	28
3.2.2	Viivakoodien käyttö pakkauksissa	30
3.2.3	RFID-menetelmän käyttö pakkauksissa	32
<b>4</b>	<b>Tietokoneen emolevyjen pakkaus ja niiden käsittely</b>	<b>33</b>
4.1	Elektroniikkatuotteiden ESD-herkkyys	34
4.2	Pakkauksen suojaus rasituksilta	35
4.3	Pakkauksen käsittely toimitusketjussa	36

<b>5 Pohdinta</b> .....	<b>39</b>
<b>Lähteet</b> .....	<b>41</b>
<b>Liitteet</b> .....	<b>44</b>
Liite 1. Kemikaaleissa ja tarvittaessa muissa tuotteissa käytettävät varoitusmerkit.....	44
Liite 2. Pakkauksissa käytettäviä materiaaleja ja niiden lyhenteitä.....	46

## **Kuviot**

Kuvio 1. Toimitusketjun osapuolet.....	5
Kuvio 2. Pakkausten rasisitusluokat.....	10
Kuvio 3. Tärinästä aiheutuvat rasisitustyytit kuljetuksissa.....	12
Kuvio 4. Pakkausmuovimateriaalien lajeja ja niiden ominaisuuksia.....	17
Kuvio 5. Pakkauksen eri merkintöjä ja niiden selitykset.....	24
Kuvio 6. Esimerkki ATEX- merkinnästä ja merkintöjen selitteet.....	28
Kuvio 7. Esimerkki GS1-standardien käytöstä toimitusketjun eri vaiheissa.....	29
Kuvio 8. Esimerkki pakkauksesta löytyvästä viivakoodista.....	30
Kuvio 9. Viivakoodien yksilöllistäminen.....	31
Kuvio 10. RFID- tägi.....	32
Kuvio 11. Asus Z270-P Prime emolevy ja sen kuluttajapakkaus.....	34

## **Taulukot**

Taulukko 1. Pakkausmateriaalit ja niiden hyödyntäminen vuonna 2014.....	8
Taulukko 2. Aaltopahvin ominaisuuksia.....	20
Taulukko 3. Kulutustavarasta annettavat tiedot.....	25
Taulukko 4. Elintarvikepakkausten pakolliset merkinnät.....	26

# 1 Johdanto

## 1.1 Pakkausten rooli toimitusketjussa

Toimitusketjussa haetaan jatkuvasti uusia tapoja säästää aikaa, vaivaa ja rahaa. Globaalissa kaupankäynnissä yhteisten toimintatapojen löytäminen on haasteellista, mutta oikein toteutettuna ne voivat parantaa toiminnan jouhevuutta jokaisessa toimitusketjun vaiheessa. Pakkausten osuus jouhevan globaalisen toimitusketjun kannalta on merkittävä, sillä pakkaus on yksi tekijöistä, joka ei muutu lainkaan toimitusketjun aikana. Käsittelijät, kalusto, ympäristö ja lait muuttuvat pakkauksen kulkiessa läpi toimitusketjun, mutta pakkaus itsessään pysyy samana. Pakkauksen ominaisuuksia parantamalla palvelaan koko toimitusketjua ja pakkauksia pyritään kehittämään jatkuvasti. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 13-15.)

Pakkausten kuluttajakunta on hyvin laaja, sillä pakkauksia valmistetaan teollisuuteen, kuluttajille sekä kaupoille. Laaja kuluttajakunta rinnastuu pakkausten valtavaan volyyymiin ja suuriin pakkauksiin käytettäviin rahamääriin, mutta silti pakkauksia käsittelevää koulutusta on erittäin vähän. Pakkauksiin liittyvät määräykset perustuvat nykyään yhä enemmän ekologisuuteen, sillä EU:ssa tuotetaan keskimäärin 160 kiloa pakkausjätettä henkeä kohti vuodessa ja tästä on muodostunut ongelma. Ekologisuus on noussut trendiksi, mutta aiheutetusti. Pakkausten aiheuttamat kustannukset sekä ekologiset tavoitteet asettavat vaatimuksia pakkausten ja niiden käsittelyn kehittämiseksi. Pakkauksiin halutaan panostaa niistä aiheutuvien kustannuksien ja toiminnan nopeuttamisen vuoksi, mutta usein ei tiedetä, miten se tulisi toteuttaa. Usein virheellisesti totutaan tapaan, jossa laillinen ja myyvä pakkaus on "tarpeeksi" hyvä, ja toimitusketjun on vain sopeuduttava luotuun pakkaukseen. (Mts. 14-16.)

## 1.2 Opinnäytetyön tavoitteet ja toteutus

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää pakkauksissa, pakkaustekniikassa sekä pakkausten käsittelyssä käytettyjä menetelmiä ja

vertailla näitä. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda kokonaiskuva siitä, mitkä pakkaukseen liittyvät tekijät ovat merkittäviä läpi toimitusketjun. Pakkauksen rooli logistisessa toimitusketjussa on välttämätön, ja tässä työssä haetaan tehokasta toimintatapaa pakkausten näkökulmasta. Opinnäytetyössä tarkastellaan kolmea eri näkökulmaa: pakkauksia, pakkausten merkintöjä ja jäljittämistä sekä pakkausten käsittelyä. Työssä tarkastellaan, mitä kuluttaja, toimitusketju sekä itse tuote vaativat pakkaukselta.

Tutkimusmenetelmä on kvalitatiivinen eli laadullinen. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa on tärkeää hakea samaa tietoa eri tietolähteistä, jotta saadaan yksityiskohtaista ja laajaa tietoa. Yksittäistä tietolähdettä tarkastellaan kriittisesti ja johtopäätökset tehdään useampaa tietolähdettä käyttäen. (Kananen 2011, 36-38.)

Työn keskiössä on itse pakkaus, ei sen ympäristö, kuten kalusto. Työssä tarkastellaan pakkausten yhteyttä toimitusketjuun, itse pakkauksia, pakkausten seuranta ja merkintää sekä pakkausten käsittelyä. Pakkausten eri vaiheita käsitellään yleisellä tasolla, mutta käsittely-osuudessa aihe on rajattu erikoisvaatimuksia sisältävään tuotteeseen, joka tässä työssä on tietokoneen emolevy. Rajaus tehtiin, koska pakkausten käsittely riippuu täysin tuotteesta. Tietokoneen emolevyt vaativat pakkauksilta omat erityispiirteensä, joita työssä esitellään. Pakkauksissa olennaisia ovat myös ekologisuus- ja kustannustekijät, mutta pakkauksiin liittyviin kustannustekijöihin ei tässä työssä yksityiskohtaisesti pureuduta. Pääpaino on toimitusketjun eri vaiheissa.

Opinnäytetyössä on yksi pääteesi: pakkausten kulun toimintaketjussa pitää olla riskittömämpi. Kuitenkin, koska työ pohjautuu kolmeen eri näkökulmaan, työssä on käytetty apuna seuraavia yksityiskohtaisempia tutkimuskysymyksiä:

- Mitä pakkauksiin liittyviä tekijöitä tulee ottaa huomioon?
- Miten pakkaus ja sen käsittely tehostaisivat toimitusketjun kulkua?
- Miten pakkauksen merkinnät ja jäljittäminen palvelevat toimitusketjua?
- Mitä erityispiirteitä tietokoneen emolevyt vaativat pakkauksen käsittelyltä?

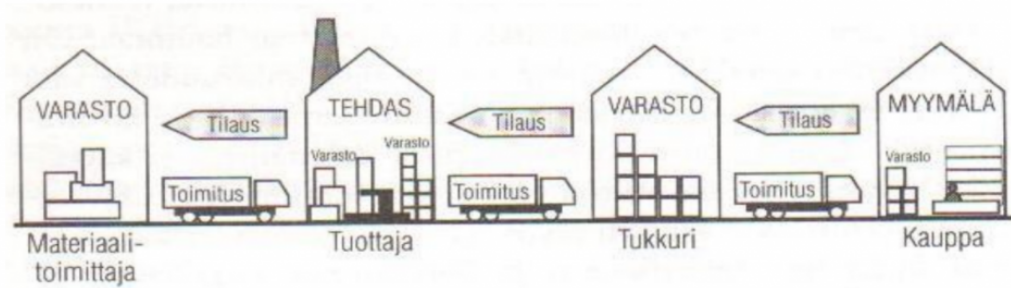
## 2 Pakkaus

### 2.1 Pakkauksen merkitys ja vaatimukset

Pakkauksen tarkoituksena on palvella sekä tuotetta että kuluttajaa. Jotta tämä voidaan toteuttaa tehokkaasti, on oltava ymmärrystä toimitusketjusta ja sen aiheuttamista rasituksista, pakkausmateriaaleista, tuotteesta ja sen vaatimuksista, lainsäädännöstä, yhteiskunnan tavoista sekä ympäristöstä. Pakkauksen tehtävänä on suojata tuotetta toimitusketjun aikana. Hyvä pakkaus toimii tuotteen suojaamisen lisäksi käytännöllisenä ja informatiivisena välineenä tuotteelle. Pakkauksen pitää olla myös taloudellisesti kannattava. Täten tehokkaalla pakkauksella tarkoitetaan helposti käsiteltävää, tuotetta suojaavaa, informatiivista sekä taloudellista pakkausta. (Ritvanen, Inkiläinen, Von Bell & Santala 2011, 67-69.)

Toimitusketjussa voi olla lukuisia osapuolia, mutta yksinkertaisimmillaan toimitusketjussa on valmistaja, myyjä sekä kuluttaja (ks. kuvio 1). Toimitusketjun laajuus riippuu toiminnan ja kuluttajakunnan laajuudesta. Globaalin massatuotteen toimitusketjussa voi olla useita materiaalintoimittajia, alihankkijoita, välivarastoja, tukkuliikkeitä, jälleenmyyjiä sekä erilaisia kuluttajakuntia. (Hsuan, Skjøtt-Larsen & Kinra 2015, 22-24.) Vaihtoehtoisesti toimitusketju voi olla maanviljelijä, joka menee torille myymään omia vihanneksiaan. Tällöin maanviljelijä on sekä valmistaja, varastoija että myyjä. Toimitusketjun laajuudesta riippumatta tuotteen on säilyttävä myyntikelpoisena koko kuljetusketjun ajan, ja tämä asettaa pakkauksille haasteita.





Kuvio 1. Toimitusketjun osapuolet (Logistiikka ja toimitusketju n.d.)

Pakkauksen merkitys logistisessa toimitusketjussa on merkittävä, sillä vain murto-osa kuljetetuista tuotteista kulkee ”paljaaltaan” eli ilman minkään näköistä pakkausta. Pakkauksella voidaan tarkoittaa joko kuluttajapakkausta tai kuljetuspakkausta. Kuluttajapakkauksella tarkoitetaan yksittäisen tuotteen omaa suojaavaa pakkausta, joka yleensä on myytävänä sellaisenaan ja johon on merkitty tuotteen tarkat tiedot. Kuluttajapakkauksesta käytetään myös nimitystä myyntipakkaus. Esimerkkinä kuluttajapakkauksesta yhden kilon kahvipaketti; kahvipaketti suojaa ja pitää sisällään kahvijauheet ja kahvipakettiin on merkitty tarvittavat ja kuluttajaa kiinnostavat tiedot. Myynnin kannalta on myös tärkeää, että kuluttajapakkaus on trendikäs ja visuaalisesti miellyttävä, sillä noin 70 % kuluttajan ostopäätöksistä tehdään vasta myymälässä (Kuluttajapakkaus on mainoksesi myymälässä 2017). Tämän vuoksi pakkauksen suunnittelun sanotaan olevan ”tiedettä ja taidetta” (Ritvanen ym. 2011). Kuljetuspakkauksella puolestaan tarkoitetaan kuljetusyksikköä, jota käytetään apuvälineenä kuljettaessa yhtä tai useampaan kuluttajapakkausta. Kuljetuspakkaus voi olla esimerkiksi trukkilava, rullakko tai yleisimmin muovi- tai pahvilaatikko. (Usein kysyttyä pakkausten tuottajavastuusta n.d.) Tässä opinnäytetyössä keskitytään kuluttajapakkauksen näkökulmaan, mutta kuljetuspakkauksiin liittyvät tärkeät tekijät tulevat myös tekstissä ilmi.

Pakkauksen perimmäiset vaatimukset tulevat laista. Pakkaukseen, sen valmistukseen sekä uusikäyttöön on selkeät asetukset ja vaatimukset Valtioneuvoston asetuksessa pakkausjätteistä 518/2014.

Asetuksen tarkoituksena on antaa kaikille pakkauksen valmistajille samat edellytykset pakkauksen valmistukseen. Asetus omalla tapaansa rajaa jo "tehotonta" pakkausta, sillä asetuksessa asetetaan rajat esimerkiksi pakkauksen tiiviydelle ja kestävyydelle. Pakkauksissa tulee myös noudattaa erinäisiä EY:n direktiivejä ja tuoteryhmiin kohdistuvia määräyksiä, kuten elintarvikepakkausissa Elintarviketurvallisuusvirasto Eviran antamia määräyksiä. Vientituotteissa on tärkeää, että vientituote sisältää pakkaukselle tarvittavat vaatimukset myös vientimaassa. (A. 518/2014.)

Osa tuotteen kokonaiskustannuksista syntyy pakkauksesta ja sen käsittelystä, ja tämän vuoksi pakkaustekniikkaan pyritään panostamaan.

Pakkauskustannuksiin liittyy useita tekijöitä, kuten pakkauksen koko, materiaali, ympäristöystävällisyys, uusiokäytettävyys, tehokkuus ja saatavuus. Kustannuksellisesta näkökulmasta on parasta siten, että erityisesti kuljetuspakkaus kulkee koko toimitusketjun alusta loppuun ja takaisin alkuun mahdollisimman nopeasti ja vähillä käsittelykerroilla. Jokainen käsittelykerta syö työaika ja rasittaa pakkausta. Myös pitkäaikainen pakkauksen seisottaminen rasittaa pakkausta esimerkiksi ilmankosteuden tai hyönteisten takia. Lisäksi pakkauksen säilyttäminen varastossa lisää varastoon sitoutuvaa pääomaa. Pakkauksen elinkaari on rajallinen, joten on tärkeää, että pakkausta käytetään mahdollisimman tehokkaasti ja useasti. Suomessa käytetään vuosittain noin kolme miljoonaa tonnia pakkauksia, ja tämä korostaa myös ekologisuutta ja pakkauksen uusikäyttöä. (Ritvanen ym. 2011, 73-74.)

Pakkausissa tulee paluulogistiikkaa ajatellen ottaa huomioon myös tyhjien pakkausten käsittely ja kuljetus. Useasti käytettävien pakkausten volyymin vuoksi on tärkeää suunnitella pakkaus siten, että se on nopeasti käsiteltävissä ja vähän tilaa vievä. Tämän vuoksi yleensä useasti käytettävät pakkaukset tyhjänä ollessaan taittavat kasaan tai menevät sisäkkäin. Näin useaa pakkausta voi käsitellä samanaikaisesti eivätkä pakkaukset vie ylimääräistä tilaa.

## 2.2 Pakkausten ekologisuus ja sen tavoitteet

2000-luvulla ekologisuus on noussut esille ilmastonmuutoksen myötä. Jopa trendiksi muodostunut ekologisuus on vaikuttanut myös pakkauksiin.

Kuluttajat erityisesti Suomessa arvostavat yhä enemmän luontoystävällistä tuotetta, ja esimerkiksi kierrätysmerkin olemassaolo pakkauksessa saattaa ohjata kuluttajan ostopäätökseen (Ylikoski & Eboime n.d., 79).

Pohjimmalsena syynä ekologisuudelle toimivat jälleen useat lait ja asetukset, joista tärkeimpiä ovat Valtioneuvoston asetus pakkauksista ja pakkausjätteistä 518/2014, kierrätystavoitteet EU- direktiivissä sekä ympäristöministeriön jätesuunnitelma vuoteen 2023. Näistä kaksi jälkimmäistä ovat vasta suunnitteluvaiheessa, mutta ne tulevat vaikuttamaan pakkausten toimitusketjuun merkittävästi lähivuosina. Pää tavoitteena näissä on se, että pakkausjätteen hyödyntämistä pyritään edistämään merkittävästi.

Tiukentuvat jäteasetukset vaativat ja mahdollistavat uusia pakkausten toimintatapoja. Pakkausten käyttäjiltä edellytetään tiukkaa seurantaa ja tilastoimista, sillä jokaiselle pakkausjättemateriaalille on luotu omat tavoitteensa (ks. taulukko 1). Pakkausjätettä syntyi vuonna 2014 noin 732 000 tonnia, josta paperi-, kartonki- sekä puujätteellä osuus oli 70 %. Pakkausmäärä on kasvanut tasaisesti jo vuodesta 2013 lähtien. Pakkausjätteen valmistukselle tai sen määrälle ei ole luvassa uusia ja suuria vaatimuksia tai tavoitteita, mutta pakkausjätteen uusiokäyttöön ja kierrätykseen pyritään puolestaan panostamaan. (Laaksonen, Merilehto, Pietarinen & Salmenperä 2017, 47-48.)

Taulukko 1. Pakkausmateriaalit ja niiden hyödyntäminen vuonna 2014

(Laaksonen ym. 2017, 48.)

	Kierrätysaste (%)	Tavoite (%)	Hyödyntämisaste (%)	Tavoite (%)	Uudelleenkäyttöaste (%) <sup>9</sup>
Lasi	81	60	81		25
Muovi	25	23	68		67
Paperi, pahvi, kartonki	101	60	121	75	8
Metallit	82	50	82		91
Puu	13	15	98		55

Jätteiden hyödyntämistä on luokiteltu eri tavoilla. Jätteen kierrätysaste kertoo prosentteina sen, kuinka paljon käytetystä materiaalista saadaan uutta materiaalia. Kierrätysasteen merkitys on kasvanut, sillä raaka-aineita halutaan hyödyntää niin paljon kuin mahdollista ja kierrätys on siihen tehokkain tapa. Hyödyntämisasteella tarkoitetaan sitä prosenttiosuutta, joka saadaan kierrätettyä tai poltettua eli hyödynnettyä lämpöenergiana. Jätteen uudelleenhyödyntäminen puolestaan tarkoittaa sitä, että tuote on jollekin käyttäjälle muodostunut jätteeksi, mutta toinen käyttäjä pystyy hyödyntämään jätteeksi muodostunutta tuotetta sellaisenaan. Uudelleenkäyttöaste on tällaisen toiminnan prosenttiosuus. (Kierrätysseuran 2011.)

Pakkausjätteen uusiokäytölle on asetettu tavoitteita mutta sen määrälle ei. Tämä tarkoittaa sitä, että pakkausteollisuuteen ei tule toimitusketjussa muutoksia vaan pakkausjätteen ekologisten tavoitteiden saavuttamiseksi muutokset syntyvät toimitusketjun loppupäähän. Vastuu säilyy kuitenkin pakkaajalla, sillä pakkausten tuottajavastuun määritelmä poikkeaa muusta tuottajavastuualoista: pakkaaja on tuottaja (Tuottajavastuun määritelmä 2013). Tämä tarkoittaa sitä, että pakkausten valmistaja ei voi myydä pakkauksia asiakkaalle, joka ei pysty takaamaan asianmukaisesta pakkausten jatkokäyttöä. Tavoitteisiin pääseminen on edellytys yrityksen toiminnan jatkamiselle.

Erityisesti puupakkausjätteen tilanne Suomessa on hankala. Uudessa EU:n jätedirektiivissä puupakkausjätteen kierrätysasteen tavoite tulee olemaan 65 % vuoteen 2025 mennessä (Ehdotetut puupakkausten kierrätystavoitteet liki mahdottomia Suomelle 2017). Tällä hetkellä puupakkausjätteen kierrätysaste

on noin 15 % (ks. taulukko 1). Suomelle jopa mahdoton puupakkausjätteen tuleva tavoite johtuu siitä, että Suomessa on käytännöllisempää ja tehokkaampaa esimerkiksi valmistaa uusi kuormalava kuin korjata vanha. Tämä johtuu Suomen pitkistä välimatkoista sekä runsaista metsistä. Suomessa käytetyt puupakkaukset hyödynnetään pääosin energiahyödyntämällä, ei kierrättämällä. Energiahyödyntämistä ei lasketa kierrätysasteen piiriin ja tämä hankaloittaa Suomen pakkausjätetilannetta. Lähivuosina yritysten tulee miettiä vaihtoehtoisia ja kierrätystehokkaita pakkausratkaisuja tavoitteiden saavuttamiseksi. Tulevaisuus kuitenkin näyttää, luodaanko Suomelle poikkeuksia erityisesti puupakkausjätteen tavoitteen kohdalla. (Puulava on työn sankari n.d.)

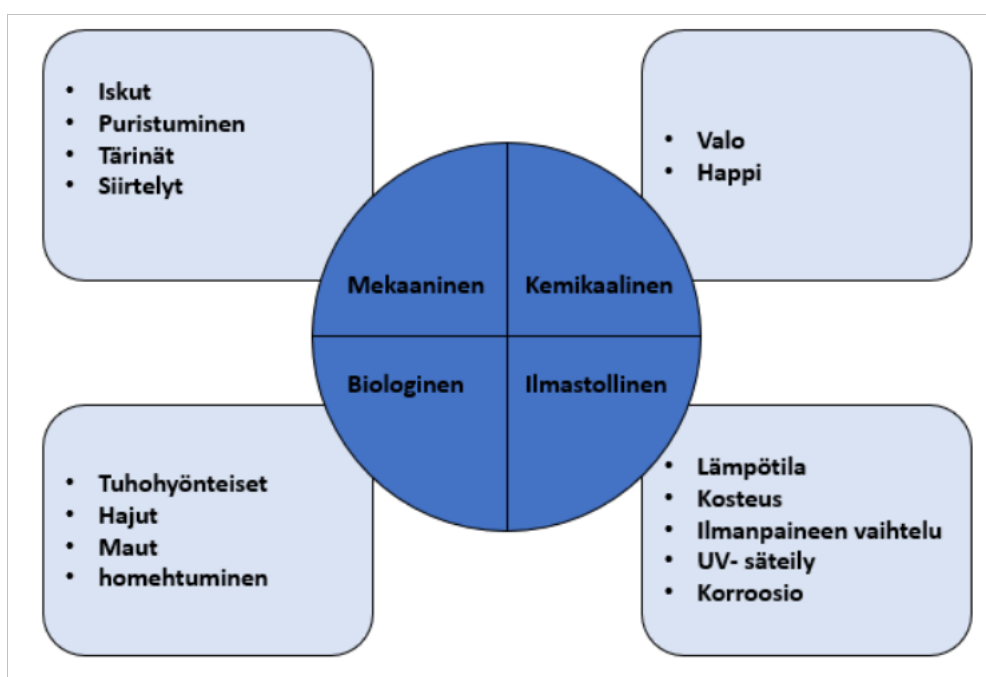
## 2.3 Pakkauksiin vaikuttavat rasitusluokat

### 2.3.1 Pakkauselle asetetut vaatimukset

Tuotteesta riippumatta pakkauksen tulee suojata tuotetta neljältä eri rasitusluokalta: mekaaniselta, kemikaaliselta, biologiselta sekä ilmastolliselta rasitukselta (ks. kuvio 2). Tämä tarkoittaa sitä, että myös pakkauksen tulee kestää näitä rasitusluokkia. Jokaisen rasitusluokan osuus riippuu pakkauksesta ja sen käytöstä. Pakkauksen valitsijan on tiedostettava koko pakkauksen elinkaari, jotta tiedetään, mitä rasituksia pakkaukselle tulee ja kuinka paljon, ennen kuin sen päämäärä on saavutettu. Vaikka itse pakkaus on toisarvoinen sen sisältämään tuotteeseen nähden, on tärkeää havaita myös pakkaukseen kohdistuvat rasitukset. Kesken toimitusketjua rikkoutunut pakkaus hankaloittaa koko toimitusketjua ja aiheuttaa lisäkustannuksia. Loppujen lopuksi kukaan ei halua omistaa tai vastaanottaa vahingoittunutta pakkausta. (Ritvanen ym. 2011, 68-71.)

Pakkauksen tehtävä on palvella itse tuotetta, joten on tiedostettava myös pakkauksen sisältämä tuote. Mikäli tuote itsessään on kestävä, pakkauksen tehtävänä on vain pitää tuote sisällään. Tästä esimerkkinä on mutterilaatikko: teräksiset mutterit kestävät hyvin kovia rasituksia, mutta niitä pitää olla esimerkiksi tasan yksi kilo per rasia. Vaihtoehtoisesti pakkauksen voi tarvita

suojata sisältämäänsä tuotetta herkimmältäkin rasitukselta. Tästä esimerkkinä tomaattilaatikko: tomaatit eivät saa altistua kemikaaleille, lämpötilamuutoksille, iskuille tai puristukselle. Tuote siis määrää aina pakkaukselle asetetut vaatimukset. Logistisessa toimitusketjussa ympäristön tulee palvella myös pakkausta tehokkuuden säilyttämiseksi. Oikeanlaisella ympäristöllä minimoidaan pakkaukseen ja näin ollen tuotteeseen liittyvät rasitukset. (Mts. 68-71.)



Kuvio 2. Pakkausten rasitusluokat (Ritvanen ym. 2011, 69)

### 2.3.2 Mekaaninen rasitus

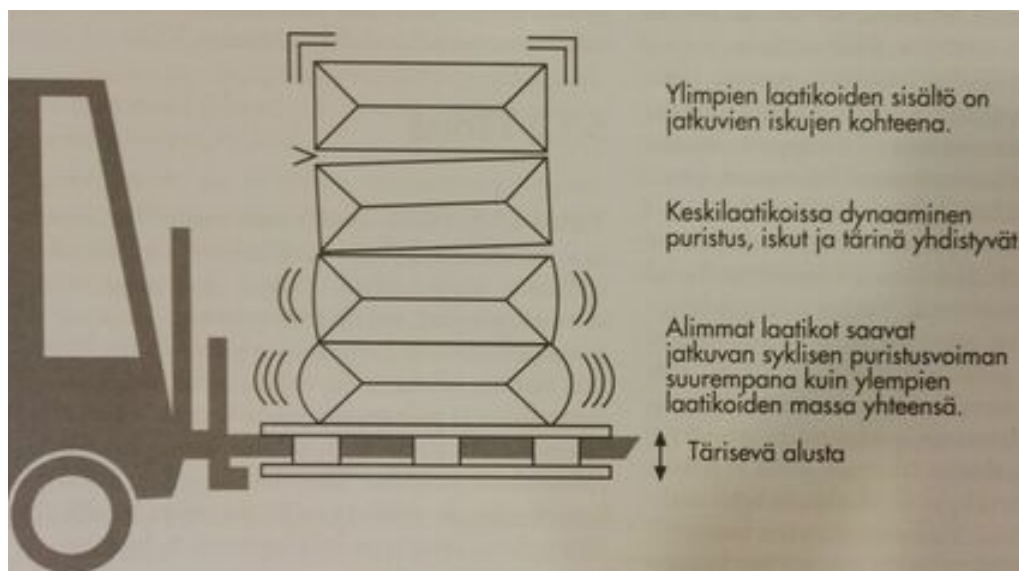
Mekaaninen pakkauksen rasitus on yleisin pakkaukselle kohdistuva rasitus ja tämän vuoksi mekaanisesta rasituksesta syntyy pakkaukselle ja tuotteelle suurimmat riskit. Mekaaninen rasitus tarkoittaa fyysistä rasitusta pakkausta kohtaan. Näitä ovat pakkaukseen kohdistuvat iskut, tärinät, puristumiset ja siirtelyt. Mekaanista rasitusta syntyy aina kun pakkaus liikkuu tai on puristuksissa eli joko pakattaessa, varastoidessa, siirtäessä tai kuljetuksessa. Oikeanlaisella käsittelyllä voidaan minimoida mekaanisesta rasituksesta

aiheutuvat vahingot. (Ritvanen ym. 2011, 69.)

Iskuista syntyvät riskit voidaan minimoida minimoimalla manuaaliset käsittelykerrat; jokaisesta nostossa ja laskussa syntyy pienempi tai suurempi isku. Käsittelykertoja voidaan vähentää esimerkiksi lastaamalla pakkaukset kuljetusyksikköihin, kuten rullakoihin tai kuormalavoille, jolloin iskut syntyvät kuljetusyksikköön eikä itse pakkaukseen. Myös tiivis pakkaaminen, oikeanlainen pakkauksen sitominen sekä erinäiset suojat ja pehmusteet, kuten kuplamuovi, tiivisteet ja uretaanivaahdot, minimoivat iskuista syntyvät vahingot. Iskuilta suojattaessa pitää miettiä, kuinka suurilta iskuilta pakkausta halutaan suojata, sillä mitä enemmän pakkausta suojaa, sitä enemmän rahaa ja aikaa kuluu. Tämän vuoksi on puntaroitava, halutaanko pakkauksen edes kestävän onnettomuuksia, kuten pakkauksen putoamista korkealta. Tällaisen onnettomuusriskin voi korvata esimerkiksi oikeanlaisella käsittelyllä, eikä iskunkestävällä kalliilla pakkauksilla. (Emblem & Emblem 2012, 29-31.)

Tärinä on yleisin mekaaninen rasitus, sillä tärinää syntyy aina pakkausta kuljetettaessa autolla, kävellen, trukilla, rullakolla ym. Tärinää voidaan selittää värinä tai lievänä ja jatkuvana iskuna ja sitä on mahdotonta välttää toimitusketjussa. Lievä tärinä on kuitenkin harmitonta oikeanlaisen pakkauksen ja käsittelyn avulla. Tärinää mitataan hertseinä (Hz) ja suurimmat tärinästä aiheutuvat tärinät syntyvät pakkauksen ollessa kuorma-auton tai trukin kyydissä. Kuorma-autolla ajaessa renkaista lähtevä tärinä on 15-20 Hz ja rungosta lähtevä tärinä on 50-70 Hz. Alle 30 Hz:n voimakas ja matala tärinä sekä yhdistetty tärinä voi aiheuttaa rakenteellisia muutoksia tuotteessa ja pakkauksella ei voida näitä kokonaan suojata, sillä pakkaus rasittuu samaan tärinään. Koska tärinää on toimitusketjussa mahdotonta välttää, ensisijainen keino välttää tärinästä aiheutuvia vahinkoja on suunnitella tuote ja pakkaus tärinää kestäväksi. Tärinä aiheuttaa usein myös pakkausten liikkumista kuormatilassa. Voimakas tärinästä aiheutuva liikehdintä voi muuttua isku-tyyliseksi rasitukseksi, mikä voi varmemmin heikentää tuotteen laatua. Tärinä voi tiputtaa kuormatilassa korkealle sijoitetun sitomattoman pakkauksen tai tuote voi värinän aiheuttamana hakata väljässä pakkauksessa pakkauksen reunoja (ks. kuvio 3). Tärinästä aiheutuvia vaurioita voidaan ehkäistä kuorman

sidonnalla, tiiviillä pakkaamisella ja kulutusta kestäväillä vaimentimilla. (Mts. 31-32.)



Kuvio 3. Tärinästä aiheutuvat rasitustyyppit kuljetuksissa (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 28)

Puristumisesta aiheutunut rasitus on värinän tapaan mahdoton estää toimintaketjussa. Puristusta syntyy, pakkauksia pakataan päällekkäin, sidotaan, nostetaan tai puretaan (ks. kuvio 3). Myös postipakettien ja lentorahtipakettien automaattisilla kuljetushihnoilla pakkaukseen saattaa syntyä voimakastakin puristumista. Puristuksesta johtuen pakkauksessa tulee huomioida ennen kaikkea pitkäaikainen rasitus; sama pakkaus voi olla puristuksessa pitkiäkin aikoja. Pakkausmateriaalilla voi vaikuttaa pitkälti puristuskestävyyteen. Kuitenkin, sama mutteripaketti- esimerkki voi estää puristuksesta syntyneet vauriot: Jos tuote itsessään tukee pakkausta, ei pakkaukseen synny helposti puristuksesta johtuvia vaurioita. Päällekkäin pakattaessa tulee huomioida, syntyykö puristusrasitus pakkaukseen vai tuotteeseen ja kestääkö ne sitä. Puristusherät tuotteet tulee pakata niin, ettei niihin kohdistu liiallista puristusrasitusta missään kohtaa toimitusketjua. Päällekkäin pakattuna ja vähitellen kokoonpuristuva pakkauspino voi kaatua ja näin ollen aiheuttaa riskitilanteita. Puristusta ei aiheutu vahinkoja, mikäli



pakkauksia ei pakata tai pinota liikaa. Myös limitystekniikka pakattaessa edesauttaa painon jakautumista ja puristumisriskin pienentymistä. Kullekin pakkaukselle tulee asettaa riskitekijöiden minimoimiseksi tutkitut rajat, mitä pakkaus kestää ennen sen puristumista kasaan (Emblem & Emblem 2012, 32-33.)

### 2.3.3 Ilmastollinen rasitus

Ilmastollisella rasituksella tarkoitetaan pakkauksen ympäristön vaikutusta tai olosuhteiden muutosta. Näitä ovat lämpötilan, kosteuden, UV-säteilyn ja ilmanpaineen vaikutukset ja vaihtelut sekä korroosio. Näistä kaksi ensimmäistä ovat merkittävämpiä. Tuote asettaa omat vaatimuksensa olosuhteille, missä se voi olla, ja pakkauksen on tuettava näitä vaatimuksia mahdollisimman hyvin kestämillä samat olosuhteet. Pakkauksen ”hyvinvointi” jää toisarvoiseksi tuotteen rinnalla, mutta pakkauksen säilyminen on myös tärkeää toimitusketjun kulkua ajatellen. (Emblem & Emblem 2012, 26-29.)

Lämpötilan muutoksen voivat aiheuttaa merkittäviä vahinkoja itse tuotteelle, mutta ei pakkaukselle. Kukin pakkausmateriaali kestää lämpötilanvaihteluja kiitettävästi, vaikka pakkaus kulkisi Suomen talvipakkasista Etelän lämpöön. Kosteus puolestaan on ongelma pakkauksille. Erityisesti paperi- ja kartonkivalmisteiset pakkaukset vetistyvät ja menettävät muotonsa altistuessaan liialliselle kosteudelle. Täysin vetistynyt pahvipakkaus on yleensä tuhoutunut. Muille pakkausmateriaaleille ilmastolliset rasitukset eivät luo suurta uhkaa. Kosteutta voi pakkaukseen muodostua ilmankosteudesta tai fyysisestä nesteestä, kuten vesisateesta. Ilmankosteus ei ole nykypäivänä ongelma, sillä usein pakkausmateriaali on niin kehittyntä, että se kestää ilmankosteuden vaihtelut. Esimerkiksi pahvipakkauksissa pahviin lisätään usein kosteutta hylkivä suojakalvo tai vaihtoehtoisesti materiaalin rakenne kestää lievän kosteuden. Kuitenkin, suuren ilmankosteuden omaavissa varastoissa, kuten avoimissa satamavarastoissa, pitkäaikainen pakkausten seisottaminen saattaa tuhota pakkauksen vähitellen. Tässä tapauksessa ilmankosteus aiheuttaa tuhoa yleisimmin päällekkäin varastoiduissa

pahvilaatikoissa, sillä pahvilaatikkojen puristuskestävyys voi heiketä jopa puolella verrattuna siihen, mitä ne kestäisi kuivassa tilassa. Liian suuressa ilmankosteudessa puristuksissa oleva pakkaus lytistyy vähitellen. Fyysisellä kosteudella on samat vaikutuksen kuin ilmankosteudella, mutta nopeammalla aikavälillä. Paperipohjainen pakkaus tuhoutu hyvin nopeasti esimerkiksi suoran vesisateen vaikutuksesta. Tämän vuoksi varastoijan tulee ymmärtää myös ilmastolliset vaikutukset pakkaukselle. Paperipohjaisilla pakkauksilla tulee lähes poikkeuksetta olla kuiva ja suojattu tila varastossa. Väliaikaisessa tilanteessa pakkauksen suojaaminen peitteellä on myös toimiva ratkaisu. (Emblem & Emblem 2012, 27-33.)

#### 2.3.4 Kemiallinen ja biologinen rasitus

Kemialliseen rasitukseen luokitellaan onnettomuustapauksia lukuun ottamatta valon ja hapen aiheuttamat haitalliset reaktiot. Ilmassa on noin 20% happea ja happi edistää useita kemiallisia reaktioita. Hapen edistämät reaktiot ovat ongelma erityisesti pilaantuvissa elintarvikkeissa, mutta ne saattavat edesauttaa haitallisia reaktioita myös muissa tuotteissa. Happi edesauttaa myös mikrobien lisääntymistä. Tehokkain tapa suojata tuote hapelta on eristää tuote tiiviillä kuluttajapakkauksella. Tämän vuoksi useat tuotteet tulee pakata tiiviiseen kuluttajapakkaukseen, jossa happipitoisuus pysyy tasaisena. Hapen aiheuttamat reaktiot vaikuttavat nopeimmin elintarvikkeisiin, mutta happi vaikuttaa myös metallisissa tuotteissa ja pakkauksissa korroosion ilmaantumisenä ja puisissa tuotteissa ja pakkauksissa mikrobien eli pääsääntöisesti homeen lisääntymisenä. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 44-47.)

Puu- ja metallipakkauksille hapen aiheuttamat rasitukset eivät ole suoranainen ongelma. Metallisien pakkausten elinkaari yleensä loppuu ennen korroosiosta aiheutuvia ongelmia ja metalliset pakkaukset ovat yleensä suojattu hapettumiselta esimerkiksi pinnoittamalla. Puisissa pakkauksissa niin ikään hapen aiheuttamat hitaat haittareaktiot jäävät toissijaisiksi esimerkiksi iskuista syntyviin vaurioihin verrattuna. Vaikka happi ei pakkauksiin vaikuta

merkittävästi, se voi olla ongelma herkille tuotteille, kuten elektroniikkatuotteille. Hapen edistämä korroosio saattaa vaikuttaa vähitellen haitallisesti metallipitoisten sähköliitosten toimivuuteen, mikäli tuotetta ei ole suojattu riittävästi. (Mts. 46-48.)

Valolla on samankaltaisia haittavaikutuksia kuin hapella. Valon aiheuttamat rasitukset ovat näkyvän valo, UV- valo ja/tai infrapunasäteily. Kukin valotyyppi edistää hapen lailla hapettumisreaktiota ja tuotevirheitä. Liiallinen valo aiheuttaa myös lämpötilan muutoksia, sillä valo sisältää lämpösäteilyä. Mikäli valo voi aiheuttaa tuotteelle vahinkoa, pakkausmateriaalilla tulee olla tarvittava emissiviteettilukema eli kyky hylkiä valon sisältämää lämpösäteilyä. Hapen tapaan yleisin valon aiheuttama häirtaryhmä on elintarvikkeet, sillä hapettumisreaktiot vaikuttavat radikaalisimmin elintarvikkeisiin. Tehokkain tapa suojata tuotetta valolta on rakentaa tuotteelle valoa läpäisemätön pakkausmateriaali. Tämän vuoksi kannattaa esimerkiksi olut pakata ruskeaan lasipulloon tai alumiinitölkkiin ja voirasiaan lisätä alumiinikerros (Pakkauksen tehtävät 2007). Eri väreillä ja materiaaleilla voidaan suojata valon aiheuttamilta haitoilta tehokkaasti. Valo on osana myös pitkäaikaisempiin rasituksiin pakkauksissa. Pakkauksen altistuminen UV- valolle heikentää pakkauksen väripigmenttejä, mikä johtaa pakkausmerkintöjen sekä pakkauksen värin haalistumiseen. Varastoinnissa ja pakkausmateriaalissa tulee ottaa huomioon myös valon aiheuttamat pitkäaikaiset vaikutukset. (Mts. 46-49.)

Biologiseen rasitukseen kuuluu pakkauksen tai tuotteen ominaisuudesta johtuvat tai pieneliöiden aiheuttamat rasitukset. Näitä ovat kankaiden tai puun homehtuminen, puun sinistymisen, elintarvikkeiden pilaantuminen ja pieneliöiden aiheuttamat vahingot kaikenlaisissa tuotteissa tai pakkauksissa. Biologisista rasituksista aiheutuvat vauriot korostuvat pakkauksen ympäristön ollessa ongelmallinen. Liian tiiviissä, kosteessa ja lämpimässä oleva pakkaus altistuu herkästi biologisille rasituksille. Sopivissa olosuhteissa pieneliöt lisääntyvät nopeasti ja aiheuttavat tuhoa pesänsä ympäristössä. Biologisista rasituksista koituvat ongelmat ovat mahdollisia kaikissa toimitusketjun vaiheissa. Puhdas ympäristö riittävällä ilmanvaihdolla auttaa merkittävästi

biologisia rasituksia vastaan. (Järvi-Kääriäinen & Ollila 2007, 53, 241-244.)

## 2.4 Pakkausmateriaalit

Pakkausmateriaalin valinnalla pyritään varmistamaan pakkauksen kestävyys eri rasituksia vastaan toimitusketjun ajaksi. Pakkausmateriaaleja ovat muun muassa kartonki, metalli, muovi, pahvi, puu, vaneri ja kovalevy. Jokaisella pakkausmateriaalilla on omat vahvuutensa ja heikkoutensa. Tämän vuoksi tietyn pakkausmateriaalin valinta riippuu siitä, mitä ominaisuutta tuotteen pakkauksella halutaan korostaa. (Emblem & Emblem 2012, 178-181.) Tässä luvussa käydään tiivistetysti läpi eri pakkausmateriaalien ominaisuuksia.

Pakkaus on osa tuotteen valmistuskustannusta ja pakkausmateriaali on ratkaiseva tekijä pakkauksenkustannuksissa. Lähes poikkeuksetta pätee se, että mitä enemmän aikaa ja materiaalia pakkaukseen käytetään, sitä enemmän pakkaus maksaa. Halvassa massatuotteessa ei ole välttämättä tarvetta panostaa pakkaukseen ja pakkausmateriaaliin. Tällöin edullinen ja kuluttajaystävällinen pakkausmateriaali ajaa asiansa. Vastakohtaisesti arvokkailla tuotteilla saattaa olla ensiarvoista, että tuote säilyy toimitusketjun läpi ilman tuotteeseen kohdistuvia suoria rasituksia. Tällöin puolestaan pakkaukseen ja pakkausmateriaaliin halutaan panostaa. (Järvi-Kääriäinen & Ollila 2007, 13-15.)

### 2.4.1 Muovi






Muovi ja muoviyhdisteet ovat laajakäyttöisimmät pakkausmateriaalit. Muovia voidaan käyttää pakkauksina esimerkiksi muovilaatikkoina tai rasioina, muovipulloina, elintarvikkeiden suojarahkkausina, CD-levyjen suojakoteloina tai tekstiilien suojamuovina. Muovin yleisyys ja monikäyttöisyys johtuvat muovin kevyestä rakennepainosta sekä hyvästä muokattavuudesta erilaisiksi muoviyhdisteiksi. Lisäksi pakkauksissa käytetään usein eri materiaalien yhdistelmiä, jotka eivät olisi mahdollisia ilman muovia. Muovista voidaan valmistaa kovia iskunkestäviä pakkauksia tai vaihtoehtoisesti vain kevyitä pakkauksia suojaamaan esimerkiksi pölyltä. Muoviyhdisteestä riippumatta muovi on myös usein helppo valmistaa tiettyyn muotoon. Muovi on

kuluttajapakkauksissa tuotantotehokas vaihtoehto, sillä hyvin ohuesta ja pienestä muovista voidaan puhaltaa esimerkiksi muovipullo. Tällöin raaka-ainetta ei kulu pakkauksen valmistuksessa. (Emblem & Emblem 2012, 262-264.)

Muoviyhdisteiden käyttö on huomattavasti yleisempää kuin pelkän muovin. Yleisimmistä muoviyhdisteistä käytetään nimitystä polymeeri. Polymeerejä on monenlaisia ja jokaisella polymeerillä on omat vahvuutensa (ks. kuvio 4). Muoviyhdiste voi olla osa pakkausratkaisua, jos pakkaukselta vaaditaan seuraavia ominaisuuksia;

1. Vetolujuutta ja venyvyyttä: Vaaditaan kun pakkausta vedetään, tiivistetään tai sinetöidään, esimerkkinä polyeteeni.
2. Repimiskestävyyttä: Kun pakkauksen halutaan pysyä tiiviinä ja ehjänä. Muovi joustaa ennen repeytymistään paremmin kuin esimerkiksi pahvi tai paperi
3. Iskunkestävyyttä: Vaaditaan jos tuotetta halutaan suojata suoralta iskulta, esimerkkinä polyeteenitereftalaatti.
4. Pinnan liukkautta tai kitkapitoisuutta: Jos pakkaukselle halutaan tietynlainen pinta helpottamaan sen käsittelyä.
5. Kemiallista kestävyyttä: Mikäli tuote tai ympäristö vaatii pakkaukselta erityistä kestävyyttä kemikaaleja vastaan.
6. Lämpötila- tai kosteussuojaa: Kun tuotteen lämpötila tai kosteuspitoisuutta halutaan korostaa.
7. Muita erikoisvaatimuksia.

Tietyn muovin etujen tunnistaminen ja niiden hyödyntäminen ovat oleellista pakkauksen materiaalin valinnassa. Muoviyhdisteestä riippuen muovi voi olla laatuunsa nähden edullinen vaihtoehto. (Emblem & Emblem 2012, 289-294.)

MATERIAALI-MERKINTÄ	NIMI	YLEISET OMINAISUUDET	ESIMERKKEJÄ KÄYTTÖKOhteista JA LAJITTELUSTA
	Polyeteeni-tereftalaatti	Kirkas, kova, kemikaaleja kestävä	Virvoitusjuoma- ym. pullot. Pantilliset pullot kauppojen automaatteihin. Muut muovipakkauskeräykseen.
	Polyeteeni high-density	Samea tai värillinen, joustava, vahamainen pinta	Mehupullot, virvoitusjuomakorit.
	Polyvinyylilkloridi	Erittäin monimuotoinen ja -piirteinen	Putket, letkut, rakennusmateriaalit. Harvoin pakkausmateriaalia
	Polyeteeni low-density	Pehmeä, joustava, vahamainen pinta	Muovikassit, pussit, kalvot. Muovipakkauskeräykseen
	Polypropeeni	Jäykkä, sitkeä, hyvin monikäyttöinen	Narut, rasiat, kalvot, pehmusteet. Muovipakkauskeräykseen
	Polystyreeni	Lasin kirkas tai värjätty, hauras, vaahdotettu (EPS)	Rasiat, purkit, pehmusteet Muovipakkauskeräykseen
	Muut	Kaikkien ylläolevien yhdistelmät ja muut materiaalit	Kahvipussit, sipsipussit jne. Muovipakkauskeräykseen

Kuvio 4. Pakkausmuovimateriaalien lajeja ja niiden ominaisuuksia (Muovien materiaalimerkit n.d.)

Muovipakkauksia voi olla kerta- tai kestäkäyttöisiä. Pakkauksissa yleisimmin käytetään kestumuoveja, sillä kestumuovia voi muovata uudelleen rajattomasti, mikäli kierrätys toimii. Tällöin ympäristö ei rasitu ja raaka-ainetta ei tuhlata. Yleisimpinä kestopakkausten materiaaleja ovat polyeteeni ja polypropeeni. Kertapakkausta puolestaan ei voida hyödyntää käytön jälkeen. (Muovit 2007.)

#### 2.4.2 Paperi ja pahvi

Paperi ja pahvi ovat yleisimmät pakkausmateriaalien raaka-aineet. Tämä johtuu paperin ja pahvin keveydestä sekä edullisesta ja helposta

saatavuudesta. Valmis muovipakkaus on yleensä valmistettava muotoonsa tehtaalla, mutta paperin ja pahvin yksilöllistäminen kullekin tuotteelle on vaivattomampaa. Kuitenkin, valmistajat pyrkivät yksinkertaistamaan ja standardoimaan pahvi- ja paperipakkausten kokoja. Pakkaajalle on lähes poikkeuksetta tarjolla oikeankokoisia pahvi- tai paperipakkauksia kullekin tuotteelle usealta valmistajalta. Lisäksi paperin ja pahvin kierrätys toimii Suomessa erinomaisesti (ks. taulukko 1). Oikeissa olosuhteissa paperi ja pahvi ovat edullisia, kestäviä ja nopeita pakkausmateriaaleja. Paperin ja pahvin käyttöä helpottaa myös se, että ne eivät vie raaka-aineena tilaa, sillä pahvi ja paperipakkaukset ovat usein ohuita ja kokoontaitettavia. (Emblem & Emblem 2012, 178-181.)

Erilaisilla valmistustekniikoilla voidaan parantaa paperin ja pahvin ominaisuuksia. Paperi on luonnostaan luja pakkausmateriaali ja se on yleisimmin valmistettu sellusta. Paperilajeja on erilaisia, kuten voimapaperi, tiivispaperi, MG- paperi sekä kreppipaperi. Kukin paperilaji korostaa jotain paperin ominaisuutta, kuten imukykyä, jäykkyyttä, muodon säilyvyyttä, vetolujuutta, repeytymistä tai pinnan ominaisuutta. Paperi on esimerkiksi painoonsa nähden kolme kertaa lujempaa kuin alumiini ja esimerkiksi voimapaperilla on ylivoimainen leikkaantumislujuus muoveihin verrattuna. Paperi on kuitenkin lähes poikkeuksetta heikko kosteutta vastaan. (Järvi-Kääriäinen & Ollila 2007, 138-141.)

Paperia käytetään pakkauksena esimerkiksi kirjekuorina, paperisäkkeinä- ja kasseina sekä koteloina. Yleensä pahvi korvaa kuitenkin paperin kuljetuspakkauksen materiaalina. Paperia puolestaan käytetään enemmän tuotteen suojaamiseen kuin sen pakkaukseen. Paperi suojaa pintaherkkiä tuotteita erinomaisesti, erityisesti tuotteen käsittelyvaiheessa. Esimerkiksi lasi-, metalli, tai kivilevyjen väliin asennetaan suojapaperi, sillä käsittelyssä pieniltä irtokiviltä tai pölyltä ei aina voida välttyä. Tällöin suojapaperi vastaanottaa vahingot eikä itse tuote. Paperilla voidaan saavuttaa erinomainen mekaaninen suojaus. Paperia käytetään suojaamisen lisäksi laminointiin ja pakkauksen informoimisen apuvälineenä. Lähes kaikki pakkaukset tarvitsevat merkintöjä ja/tai tuotetietoja. Koviin pakkauksiin, kuten

metalli- tai kovamuovipakkauksiin, on hankala lisätä informaatiota sisältäviä merkintöjä jälkikäteen, jolloin paperista valmistetut tekstilaput saavat merkityksensä pakkauksessa. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 152-154.)

Pahvin yleisin valmiste ja maailman käytetyin pakkausmateriaali on aaltopahvi. Aaltopahvi on valmistettu kartongista, joka puolestaan on valmistettu paperista. Aaltopahvia käytetään pakkausmateriaalina eniten pakkauksen ulkokuorena. Usea tuote tai herkkä tuote suojineen on helppo päällystää pahvipakkauksella eli pahvipakkauksia käytetään enemmän kuljetuspakkauksena kuin kuluttajapakkauksena. Pahvilaatikko on yleisin esimerkki aaltopahvista valmistetusta pakkauksesta. Aaltopahvin vahvuuksia on lueteltu taulukossa 2 ja pahvin suurimpana heikkoutena on paperin lailla kosteus. (Järvi-Kääriäinen & Ollila 2007, 150-154.)

Taulukko 2. Aaltopahvin ominaisuuksia (tiedot Järvi-Kääriäinen & Ollila 2007, 151)

Aaltopahvi	
Ominaisuus	Kuvaus
Keveys:	Aaltopahvi on raaka-aineena kevyttä. Paksuikin aaltopahvi on kevyt aaltorakenteen takia. Keskimäärin aaltopahvin osuus valmistetun pakkauksen painosta on vain 2,5%.
Kestävyys:	Aaltorakenne vahvistaa aaltopahvin rakennetta. Kun aallon korkeus eli pahvin paksuus kasvaa, kasvaa myös myös aaltopahvin jäykkyys. Jäykkä rakenne edistää usean aaltopahvipakkauksen pinoamista päällekkäin.
Iskunvaimennuskyky:	Aaltorakenne vaimentaa suoria iskuja ja tärinää. Rakenne kestää myös pudotuksia kiitettävästi.
Edullisuus:	Käsittely on nopeaa ja helppoa. Materiaalina halpa ja saatavuus runsasta. Varastoinnissa aaltopahvin kokoontaittavuus vähentää tilan tarvetta.
Kierrätettävyys:	Aaltopahvin kierrätettävyys Suomessa on huippuluokkaa. Aaltopahvi on myös vientituotteena ongelmaton, koska sillä on maailmanlaajuiset talteenottojärjestelmät.
Automatisointi:	Suorakaiteen muotoinen rakenne helpottaa automatisointia ja painatusmenetelmiä.
Asiakaskeskeisyys:	Pakkaukset voidaan suunnitella tuotteen mittojen ja suojausominaisuuksien mukaisesti. Tällöin raaka-aineen käyttö voidaan minimoida.



### 2.4.3 Puu- ja metallipakkaukset

Puu- ja metalli ovat kovimpia pakkausmateriaaleja. Näiden iskunkestävyyttä, lujuutta ja kovuutta pyritään hyödyntämään pakkausratkaisuissa. Sekä puu, että metalli soveltuvat oikeissa olosuhteissa pitkäaikaiseen varastointiin, johtuen niiden erinomaisesta kyvystä kestää eri rästusluokkia vastaan. Puun ja metallin kestävyys johtuu niiden rakenteen tiiveydestä, mikä johtaa puolestaan raskaaseen painoon. Puuta ja metallia käytetään paljon kuljetuspakkauksissa, joissa raskas paino ei koidu ongelmaksi. Yleisin puusta valmistettu kuljetuspakkaus on kuormalava. Tämän lisäksi puuta ja metallia hyödynnetään erilaisien häkkien, koteloiden ja laatikoiden pakkausmateriaalina. Erityisesti arvokkaita ja/tai suurikokoisia tuotteita, kuten tuotantokoneiden osia, pyritään pakkaamaan iskunkestävillä puu- tai metallipakkauksilla.

Kuluttajapakkauksissa puulla koitetaan luoda lisäarvoa tuotteelle. Puu koetaan laadukkaana ja miellyttävänä kuluttajapakkauksen materiaalina. Tämän vuoksi puuta käytetään kuluttajapakkauksissa eniten korujen tai käsintehtyjen tuotteiden pakkauksissa. Puusta valmistettu kuluttajapakkaus vaatii kuitenkin paljon työtä, aikaa ja rahaa, joten puisten kuluttajapakkausten rooli on esimerkiksi muovin rinnalla vähäistä. Puupakkausten rooli kuljetuspakkauksissa on kuitenkin päinvastainen. Koko logistinen toimitusketju pyörii pääsääntöisesti puisten kuljetuspakkausten, kuten kuormalavojen ympärillä. Kuljetuspakkauksena puu on luotettava ja pitkäaikainen vaihtoehto kaikkia rästusluokkia vastaan. Vasta pitkäaikaisen käytön jälkeen puu heikentyy esimerkiksi kosteuden tai iskujen aiheuttamista vahingoista. (Järvi-Kääriäinen & Ollila 2007, 69-71; Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 191-192.)

Metallia käytetään kuljetuspakkauksina samankaltaisesti kuin puuta, mutta puun osuus kuljetuspakkauksissa on suurempi kuin metallin. Metallia käytetään kuluttajapakkauksissa silloin, kun vaaditaan tuotteen ehdotonta suojausta iskuilta tai vaurioilta. Metallin työstäminen on kuitenkin työlästä ja kallista, joten metallia käytetään kuljetuspakkauksissa vain, jos muuta

pakkausratkaisua ei ole. Kuluttajapakkauksissa puolestaan metallin eri muodot ovat yleisiä. Metallilla saavutetaan kuluttajapakkauksissa erinomainen valo-, kosteus-, haju- ja rasvatiivis pakkaus, joka suojaa myös iskuilta ja vierailta aineilta. Tinapeltiä, alumiinia ja teräslevyä käytetään useissa arkipäiväisten tuotteiden pakkauksissa. Tinapeltiä käytetään usein nesteiden, maalien tai säilykkeiden pakkauksissa. Oikein valmistettu metalli on erinomainen valinta säilykepakkauksille. Alumiinia puolestaan käytetään virvoitusjuomien, aerosolitölkkien, alumiinifolion sekä joustopakkausten valmistuksessa. Alumiinista valmistut pakkaukset ovat tiiviitä ja luotettavia. Alumiinia käytetään myös muovisten tai paperisten elintarvikepakkausten yhteydessä. Näissä ohut alumiinikerros asennetaan pakkauksen väliin estämään haju-, valo- tai lämpötilahaittoja. (Emblem & Emblem 2012, 123-131, 163-165.)

#### 2.4.4 Muut pakkausmateriaalit

Pakkausmateriaalina voi lähestulkoon käyttää mitä vain, mikä on laillista ja kannattavaa. Pakkausmateriaaliksi luetaan kaikki materiaalit, mitä pakkaukseen on käytetty. Jokainen venttiili, korkki tai liitos ovat osa pakkauksen materiaalia, vaikka niiden osuus olisikin pakkauksen materiaalina vähäinen. Erityisesti elintarvikkeissa käytettävien pakkausmateriaalien merkitys korostuu, sillä Elintarviketurvallisuusvirasto ilmoitetaan elintarvikkeiden pakkauksista seuraavanlaisesti:

*Kaikille elintarvikkeen kanssa kosketukseen joutuville materiaaleille ja tarvikkeille asetuista vaatimuksista säädetään EY:n asetuksessa elintarvikkeen kanssa kosketukseen joutuvista materiaaleista ja tarvikkeista (EY) N:o 1935/2004. (Pakkaus- ja elintarvikekontaktimateriaalit.)*

EY:n asetuksessa 1935/2004 kuvataan pakkauksista elintarvikkeisiin siirtyviä aineita, jotka voivat olla haitallisia tuotteelle ja täten vaarallisia käyttäjälle. Elintarvikkeen sekaan ei saa liueta pakkausmateriaalia, joka muokkaa elintarviketta haitallisesti tai on sen käyttäjälle haitallista. Sama vaikutus koskee myös esimerkiksi lääke, kemikaali ja elektroniikkatuotteita.

Kemikaaleissa ja lääkkeissä pakkausmateriaalin haitallinen vaikutus on samankaltainen kuin elintarvikkeilla, mutta elektroniikkatuotteissa irralliset pienet kuidut, kiteet tai muut vastaavat saattavat johtaa tai edesauttaa laitteen toimintahäiriöihin. (Pakkaus- ja elintarvikekontaktimateriaalit 2017.)

Muita yleisiä pakkausmateriaaleja ovat esimerkiksi lasi, kovalevy, styrox ja erilaiset pinnoitteet. Lasi on näistä yleisin. Lasi on myös vanhin olemassa oleva pakkausmateriaali. Lasi ei reagoi lähes minkään aineen kanssa ja se on painetta ja vakuumia kestävä. Siksi lasia käytetään esimerkiksi lääke-, kosmetiikka-, säilyke- ja juomatuotteiden pakkausmateriaalina. Lasin käyttöä rajoittavat valmistettavan lasin väri sekä tuotannossa tarvittavat olosuhteet. Lasin osuutta pakkausmateriaalina on syrjäyttänyt metallin helpommin työstettävät ja kustannustehokkaammat jalosteet. (Emblem & Emblem 2012, 178-181; Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 124.)

## 3 Pakkausten merkit

### 3.1 Pakkausmerkintöjen tarkoitus

Pakkauksessa on suuri joukko erilaisia merkintöjä, joista osa on pakollisia ja osa vapaaehtoisia (ks. kuvio 5). Kuten jo todettu, pakkauksen visuaalinen merkitys on kuluttajalle tärkeää ja siksi pakkauksen tulee olla silmää miellyttävä. Pakkauksen designin merkitys korostuu, kun vastaavaa tuotetta on saatavilla useilta valmistajilta. Tietyt brändit haluavat kuluttajapakkaukselta omanlaistaan muotoa, väriä tai tyyliä erottuakseen joukosta. Pakkausta saa muokata omanlaisekseen niin kauan, kun se säilyttää sille annetut pakolliset vaatimukset. Pakkauksessa on usein mainittu pakollisten merkintöjen lisäksi esimerkiksi tuotteen lyhyt selostus, valmistajan historiaa, luomu- tai palkintoleima tai muu vastaava merkintä, millä kuluttaja pyritään saamaan kiinnostuneeksi kyseisestä tuotteesta. Kuluttajan näkökulmasta pakolliset merkinnät ovat helposti selvitettävissä, sillä kaikki pakolliset merkinnät tulee merkitä kuluttajapakkauksiin sekä suomen että

ruotsin kielellä. Suomessa pelkkä vieraskielinen varoitus- tai tuotemerkintä ei riitä. Eräät tiedotteet voidaan ilmoittaa kuitenkin EY:n hyväksymillä symboli-merkinnöillä merkintätilan säästämiseksi. Koska pakkauksen vapaavalintaiset merkinnät ja design ovat valmistajasta tai kuluttajakunnasta riippuvaisia, tässä luvussa käsitellään pääsääntöisesti pakkauksen pakollisia tai suositeltavia merkintöjä. (Tuotteiden merkintä 2013.)



Kuvio 5. Pakkauksen eri merkintöjä ja niiden selitykset (Mitä pakkaukset kertovat? 2017.)

Koska kuluttajapakkaukset ovat pääsääntöisesti myytävänä, niihin tulee merkitä erinäisiä tietoja, jotta tuotteet olisivat turvallisia käyttää. Pakkaukseen merkittävien tietojen tulee antaa varmistus siitä, että kuluttaja ei tuotteen käytöllä vaaranna itseään tai ympäristöä. Pakkauksen merkinnät ovat riippuvaisia siitä, mikä tuote on. Yleisesti kulutustavaran pakkauksessa olevista merkinnöistä on ilmoitettu Valtioneuvoksen asetuksessa

kulutustavaroista ja kuluttajapalveluksista annettavista tiedoista 613/2004. Tässä asetuksessa kerrotaan, että myyntipäällyksestä eli pakkauksesta tulee käydä pakkausta avaamatta selvästi ilmi kauppatavan mukainen nimi sekä valmistajan tai valmistuttajan nimi (ks. Kuvio 5). Nämä kaksi merkintää tulee olla jokaisessa kulutuspakkauksessa. Pakkaukselta vaaditaan lisää merkintöjä sitä enemmän, mitä vaarallisempi tai monipuolisempi tuote on. Asetuksessa 613/2004 kerrotaan, että kuluttajapakkaukseen tulee merkitä tarpeellinen tieto, mikäli tuote voi aiheuttaa vaaraa tai terveydellisiä haittoja. Näitä tarpeellisia tietoja on lueteltu taulukkoon 3. Loput pakolliset merkinnät riippuvat siitä, mille tuotealalle tuote kuuluu. Näillä asetetut merkintävaatimukset korostuvat väärinkäytöstä aiheutuvien seurausten vuoksi. (A. 613/2004, 1-6 §.)

Taulukko 3. Kulutustavarasta annettavat tiedot (tiedot A. 613/2004, 4 §)

<b>Kulutustavarasta annettavat tiedot</b>	
<b>Pakolliset:</b>	
1	kauppatavan mukainen nimi
2	valmistajan, valmistuttajan tai maahantuojaan nimi
<b>Tarvittaessa vaaran tai terveydellisen riskin torjumiseksi:</b>	
1	tiedot kulutustavaran koostumuksesta
2	tieto sisällyksen määrästä
3	valmistuserätunnus tai muu kulutustavaran yksilöimiseksi tai tarvittaessa jäljittämiseksi tarvittava tieto
4	ohjeet kulutustavaran kokoamisesta, asentamisesta ja muista vastaavista seikoista sekä mahdollinen tieto siitä, että kokoaminen, asentaminen tai muut vastaavat kulutustavaraan liittyvät työt edellyttävät riittävää kelpoisuutta tai muutoin riittävää ammattitaitoa
5	ohjeet kulutustavaran käytöstä ja säilyttämisestä
6	kulutustavaran turvallisen käytön kannalta tarpeelliset varoitusmerkinnät ja ohjeet tarpeellisten henkilönsuojainten käyttämisestä
7	kulutustavaran huolto-, pesu-, puhdistus- ja hoito-ohjeet
8	ohjeet kulutustavaran käytöstä poistamisesta ja hävittämisestä
9	tiedot tavaran käyttämiseen ja hävittämiseen mahdollisesti liittyvistä vaaroista

Pääsääntöisesti pakkauksesta löytyvät merkinnät ovat taulukon 3 mukaisia,

mutta joissakin tuoteryhmissä näitä merkintöjä on kohdennettu tuoteryhmään sopivaksi. Esimerkiksi Elintarviketurvallisuusvirasto Evira on laatinut Suomessa myytävien elintarvikkeiden pakkauksiin omia pakollisia merkintöjä (ks. taulukko 4). Taulukkoja 3 ja 4 vertaamalla huomaa, kuinka tuoteryhmään asetut vaatimukset ovat yksilöllistetty yleisiin määräyksiin nähden. Kemikaaleille ja räjähteille ovat omat lisävaroituserkinnät, jotka pohjautuvat EY:n asettamaan CLP (Classification, Labelling and Packaging of Chemicals) -asetukseen, jota Suomessa valvoo ja tiedottaa Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes. Vaarallisten kemikaalien pakkausten toiminnassa tulee huomioida myös muut vaarallisia aineita koskevat säädökset, kuten VAK - lainsäädäntö ja ADR- sopimus. Kullekin tuoteryhmälle on luotu omat standardinsa ja/tai direktiivinsä pakkausmerkintöihin liittyen, jotka täsmentävät asetusta 613/2004 tuoteryhmäkohtaisesti.

Taulukko 4. Elintarvikepakkausten pakolliset merkinnät (tiedot Pakolliset pakkausmerkinnät 2016.)

<b>Elintarvikepakkauksen pakolliset merkinnät</b>		
elintarvikkeen nimi	ainesosaluettelo	allergeenit
intoleransseja aiheuttavat aineet	tietyjen ainesosien tai ainesosien ryhmien määrät	sisällön määrä
vähimmäissäilyvyysaika tai viimeinen käyttöajankohta	vastuussa olevan elintarvikealan toimijan nimi ja osoite	alkuperämaa tai lähtöpaikka tarvittaessa
elintarvike-erän tunnus	säilytysohje tarvittaessa	käyttöohje tarvittaessa
juomien todellinen alkoholipitoisuus	ravintoarvomerkintä	
Tarvittaessa- sana viittaa siihen, että käyttöä vaaditaan, mikäli annettu tieto voi johtaa harhaan.		

Yleisimmin kemikaaleissa käytettyjä varoitusmerkintöjä, jotka ovat mainittu liitteessä 1, voidaan käyttää myös muissa tuoteryhmissä. Näitä varoitusmerkintöjä voidaan tarvittaessa käyttää esimerkiksi vaarallisissa elektroniikkatuotteissa, jos niiden väärinkäyttö voi aiheuttaa vakavaa vaaraa merkinnän osoittamalla tavalla (Kemikaalien varoitusmerkit 2016). Täten tuoteryhmästä riippuen vaadittavat pakkausmerkinnät vaihtelevat hieman,

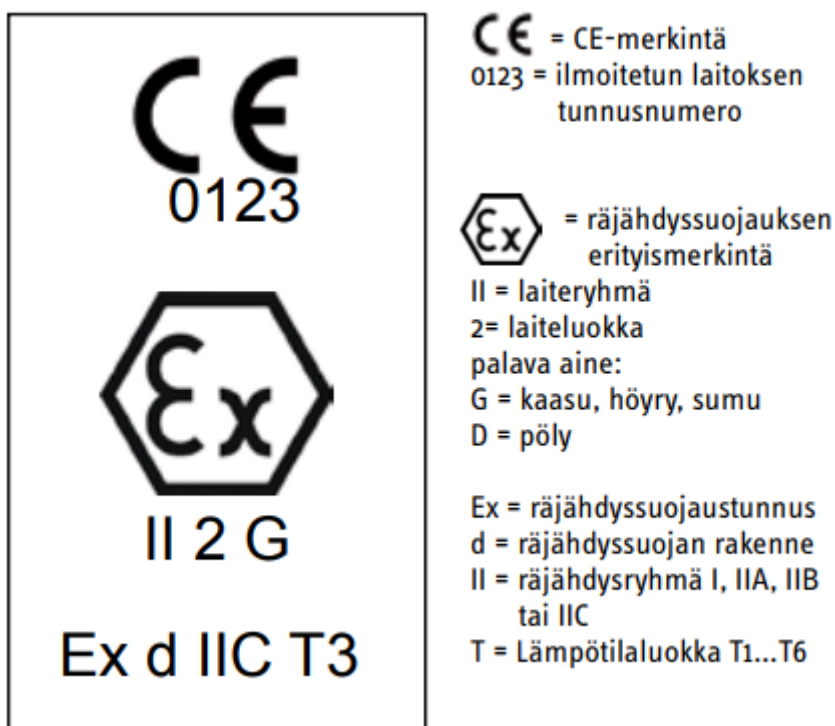
mutta niillä varmistetaan, että kukin tuote on EY:n tai markkina-alueen lakien mukainen ja ennen kaikkea turvallinen käsitellä ja käyttää. Esimerkiksi lelu-, sähkölaite- ja räjähdepakkausihin kaikkia merkintöjä ei tarvitse asentaa pakkaukseen, mutta pakkauksen sisälle on asennettava erillinen käyttöohje, johon on laadittu tuotteen turvallisuudesta huomauttavat tekijät. Suomessa käyttöohje tulee olla sekä suomen että ruotsin kielellä. (A. 613/2004, 1-6 §.)

Asetuksessa pakkauksista ja pakkausjätteistä 518/2014 asetetaan vaatimukset kierrätystä koskeviin merkintöihin. Markkinoille saatettavan pakkauksen on täytettävä pakkauksen hyödynnettävyyttä koskevat vaatimukset. Kierrätyksen helpottamiseksi ja pakkauksen materiaalin tunnistamiseksi on laadittu lyhenteitä, joita on lueteltu liitteessä 2 ja kuviossa 4. Näitä lyhenteitä ja merkintöjä voidaan käyttää, mikäli pakkausmateriaali on kierrätyskelpoinen. Pakkausmateriaalimerkinnän käyttö on kuitenkin jätelain ja EY:n asettamien direktiivien mukaan vapaaehtoista, mutta sen käyttöä suositellaan ja siihen pyritään kannustamaan toimivan kierrätysjärjestelmän vuoksi. Elektroniikkalaitteissa saattaa olla kierrätykseen määräyksiä, sillä elektroniikkatuotteiden akut tai tuote itsessään voi olla ongelmajätettä, mutta tällöin merkintä tulee itse tuotteeseen, eikä pakkaukseen, jotta epäselvyyksiä ei synny pakkauksen ja tuotteen kierrätyksen suhteen. (Sähkölaitteiden valmistus, maahantuonti ja myynti 2017, 14; Järvi-Kääriäinen & Ollila 2007, 273-274.)

CE- merkintä tuotteessa ja/tai pakkauksessa on valmistajan ilmoitus siitä, että tuote täyttää sitä koskevat Euroopan unionin vaatimukset. CE- merkintää käytetään hyvinkin laajasti kulutustavaroissa; CE- merkintää voidaan käyttää esimerkiksi elektroniikassa, leluissa, rakennustuotteissa ja terveydenhuollon tarvikkeissa. CE- merkintä ei takaa tuotteen laatua tai kokonaisvaltaista turvallisuutta tai paremmuutta, vaan CE- merkintä ilmoittaa, että tuote on laillinen ja ainakin osa tuotteesta täyttää sille laaditut turvallisuusvaatimukset. Suomessa ja useissa EU- maissa ei saa myydä sähkölaitetta, ellei sen turvallisuutta ole varmistettu jollain tavalla, ja CE- merkintä on kuluttajalle ja maahantuojalle yleisin tapa taata tuotteen turvallisuus. CE- merkin käyttö ei siis ole pakollista, mutta sen käyttö saattaa olla ratkaisevassa roolissa

vientituotteelle. (CE- merkintä 2017.)

CE-merkintä helpottaa tuotteen vapaata liikkumista Euroopan sisämarkkinoilla erityisesti viranomaisten näkökulmasta. Vastuu tuotteen turvallisuudesta ja CE- merkinnästä on valmistajalla ja maahantuojalla. CE-merkintä voidaan lisätä, kun tuote on varmistettu Euroopan unionin vaatimusten mukaiseksi ja kun siitä on ilmoitettu viranomaisille. Valmistaja itse voi olla tarkastaja. CE- merkinnän lisäksi sähkölaitteisiin tulee merkata myös tyyppi-, erä- ja sarjanumero, joiden avulla sähkölaitte voidaan yksilöllistää. Usein nämä merkinnät löytyvät sekä elektroniikkatuotteesta että sen pakkauksesta. Mikäli sähkölaitteen käyttö on sallittu vain tietyssä ympäristössä, siitä tulee ilmoittaa. Esimerkiksi ylikuumentumisvaaran tai räjähdysriskin mahdollisuudesta tulee merkitä ATEX- laitedirektiivin mukaisesti (ks. kuvio 6). (CE- merkintä 2017; Sähkölaitteiden valmistus, maahantuonti ja myynti 2017, 13.)



Kuvio 6. Esimerkki ATEX- merkinnästä ja merkintöjen selitteet (Sähkölaitteiden valmistus, maahantuonti ja myynti 2017, 13)



## 3.2 Pakkausten hallinta ja jäljittäminen

### 3.2.1 Pakkausten hallintaan käytetyt menetelmät toimitusketjussa

Pakkausten hallinta on olennainen osa pakkauksen kiertokulkua. Koska pakkausten volyyymi saattaa olla varastossa hyvinkin suuri, on tärkeää tietää jokaisen pakkauksen kohtalo eli mikä ja keneltä pakkaus on, mihin pakkaus on menossa ja mitä pakkaukselle tehdään. Pakkausten hallinnan olennainen työkalu on varastohallintajärjestelmä eli WMS (Warehouse Management Systems). WMS:n avulla ohjataan pakkausten ja materiaalien siirtelyä, vastaanottoa, hyllytystä, keräilyä ja toimitusta. Toisin sanoen WMS on kirjanpitoa ja varaston toimintoja helpottava työkalu, joka edesauttaa varaston tehokkuutta. Toiminnan nopeuttamiseen WMS tarvitsee pakkausten rekisteröimisen, joka voidaan toteuttaa eri tekniikoilla. Helpoin ja nopein tapa pakkauksen hallintaan on luoda pakkaukseen jokin kooditekniikka, kuten yleisimmin käytetty viivakoodi, johon liitetään pakkauksen tärkeimmät tunnistetiedot. Muita pakkausten hallintaan liittyviä tekniikoita ovat muun muassa puheohjaus-, RFID (Radio Frequency Identification)- ja QR (Quick Response)- tekniikka. Pakkausten rekisteröinti johonkin koodijärjestelmään on huomattavasti nopeampaa ja luotettavampaa kuin rekisteröinti käsin. Koodien käyttö on tänä päivänä helppoa ja edesauttaa globaalia liiketoimintaa. Esimerkiksi päivittäistavarakaupassa jokainen myytävä tuote sisältää viivakoodin itse ostotapahtuman nopeuttamiseen. Koodien rooli heijastuu kuitenkin koko toimitusketjuun, ei pelkästään ostotapahtumaan. (Ritvanen ym. 2011, 61-64.)

Varaston hallinta on enemmän tai vähemmän erilaista joka varastossa, mutta koodien käyttö on lähes poikkeuksetta samanlaista joka paikassa.

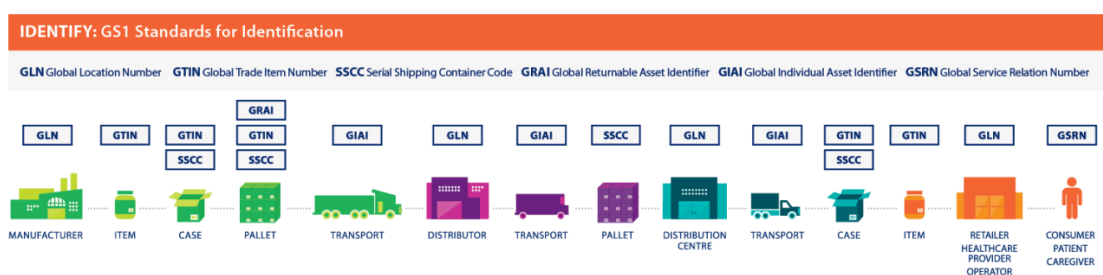
Toimitusketjuun laaditut GS1-standardit ovat maailmanlaajuisessa käytössä. Niistä tärkeimmät logistisessa mielessä ovat:

- SSCC (Serial Shipping Container Code): tunnistenumero, joka kertoo varastointi- tai kuljetusyksikön.
- GTIN (Global Trade Item Number): numerosarja, joka yksilöi kunkin tuotteen ja joka löytyy lähes kaikista ruokakaupan tuotteista, entiseltä nimitykseltään

EAN- koodi.

- GLN (Global Location Number): numerosarja, joka yksilöi yrityksen tai sen toimipisteen, yksilöi ja tunnistaa osapuolet liiketapahtumissa (ks. kuvio 7).

Standardit varmistavat, että jokainen yritys käyttää samaa järjestelmää, jotta pakkausten hallinta yritysten välillä olisi mahdollisimman jouhevaa. Suomessa näiden koodien käytöstä vastaa GS1 Finland, jonka tehtävänä on myöntää ja valvoa standardisoituja koodeja. GS1 Finland myös vastaa siitä, ettei samaa koodia luoda kahteen eri paikkaan. (Ritvanen ym. 2011, 63-65.)



Kuvio 7. Esimerkki GS1-standardien käytöstä toimitusketjun eri vaiheissa (Luokkamäki 2014, 16.)

Järjestelmien avulla pakkausta pystyy jäljittämään koodien perusteella. Yleensä kun tuote vastaanotetaan, sen viivakoodi luetaan. Tällä varmistetaan, että oikea tavara on oikeassa paikassa oikeaan aikaan. Avoimessa liiketoiminnassa osapuolet pystyvät tarkastelemaan kunkin pakkauksen ja lähetyksen kulkua. Tästä käytännöllisenä esimerkkinä postin lähetyssuranta, jossa lähetyksen tilaaja pystyy seuraamaan paketin kulkua. Tämä perustuu siihen, että aina kun paketti saapuu tai lähtee jostain, sen viivakoodi luetaan ja tieto siirtyy lähetyssurantajärjestelmään. Yritykset ja varastot hyödyntävät samaa periaatetta. Koodien avulla paketin yksilöllistä tietoa on helppo ohjata ja seurata järjestelmien avulla.

### 3.2.2 Viivakoodien käyttö pakkauksissa

Viivakoodit ovat optisesti koneella luettavia merkkijonoja, joiden avulla on laadittu ennalta standardoidun järjestelmän avulla viivasarja (ks. kuvio 8).

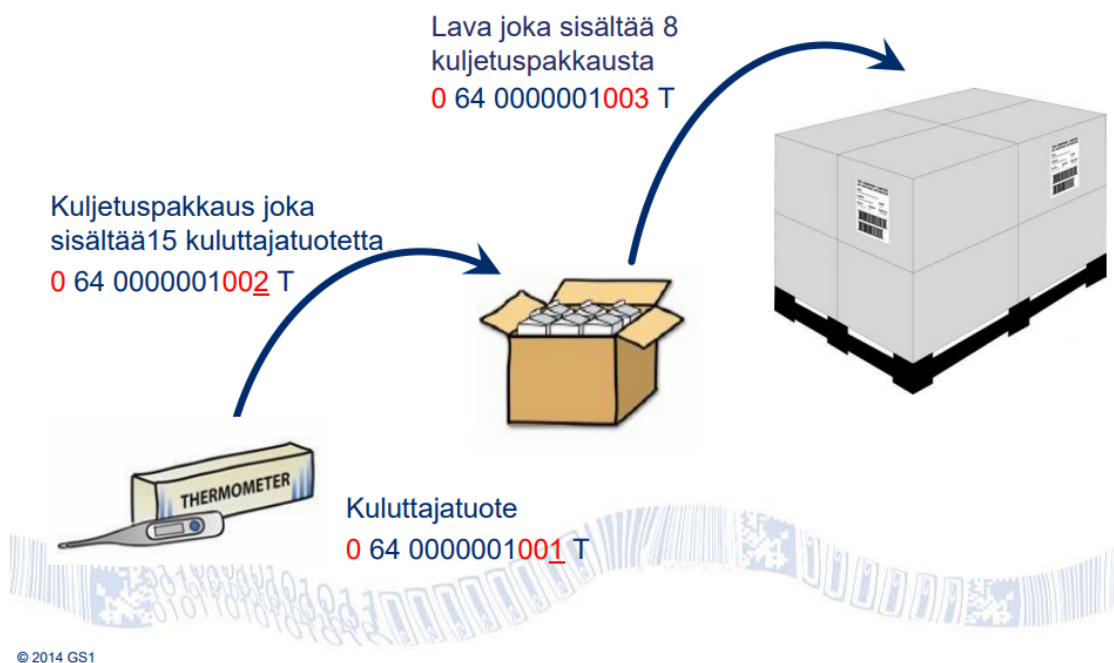
Viivakoodit tarvitsevat toimiakseen itse viivakoodin, lukijan sekä järjestelmän. Viivakoodit ovat koodijärjestelmien käytössä yleisin menetelmä, sillä viivakoodien käyttö on halpaa, nopeaa ja lukuvirheiden riski on lähes olematon. Yhdellä viivakoodilla voi informoida vain tiettyä asiaa. Samanlaisiin tuotteisiin voi laittaa saman viivakoodin, mutta jos halutaan esimerkiksi tunnistaa pakkaus, joka sisältää 10 kyseistä tuotetta, tarvitaan uusi viivakoodi (ks. kuvio 9). Mikäli pakkausta muutetaan liikaa, tarvitaan myös uusi viivakoodi. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula. 2002, 64-67.)



Kuvio 8. Esimerkki pakkauksesta löytyvästä viivakoodista (Viivakoodiopus 2017.)



## GTIN-13 esimerkki



Kuvio 9. Viivakoodien yksilöllistäminen (Luokkamäki 2014, 25)

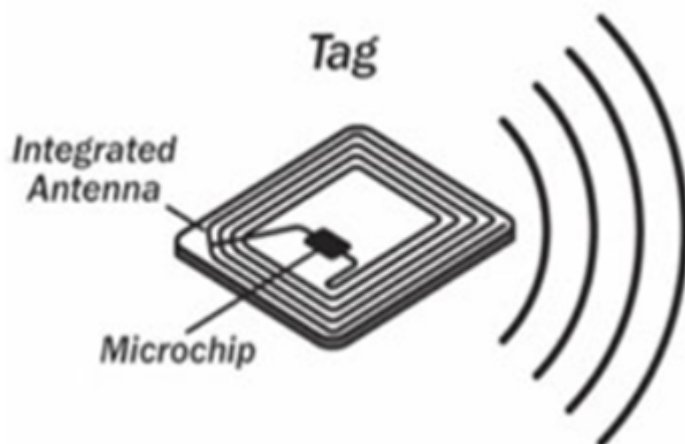
Viivakoodien merkkimäärä ja koko vaihtelevat. Mitä suurempi viivakoodin fyysinen koko on, sitä kauempaa viivakoodia voi lukea. Tosin lukijoiden toimintasäde ja tarkkuus kehittyvät tekniikan kehittyessä. Viivakoodia voidaan lukea myös liikkeestä, mutta koska viivakoodi luetaan optisesti, viivakoodin pitää olla ehjä, puhdas ja selkeästi näkyvillä. Mitä enemmän merkkejä viivakoodiin laittaa, sitä enemmän tietoa siihen voidaan sisällyttää. Yleisin käytetty viivakoodi on ruokakaupan tuotteistakin tuttu GTIN-13- viivakoodi. Siinä on 13 merkkiä, joista ensimmäiset kaksi kertovat rekisteröintimaan, seuraavat valmistajan, seuraavat tuotteen ja viimeisenä on tarkistusnumero. Esimerkiksi kun ruokakaupan kassalla tuotteen viivakoodi luetaan, kassajärjestelmä tunnistaa tuotteen ja antaa kassajärjestelmään asetetun tuotteen hinnan näkyville. Vaihtoehtoisesti kun varaston keräilyssä viivakoodi luetaan, saadaan tiedot esimerkiksi pakkauksen tulo tai lähtöpäivästä. Viivakoodin perustiedot tunnistavat tuotteen, mutta järjestelmän avulla tuotteeseen voi asettaa uusia tietoja, kuten hinnan tai lähetyspäivämäärän.

Viivakoodi on hyvä olla pakkauksissa, joita on tarve tilata, hinnoitella, toimittaa, laskuttaa tai rahastaa. Jäljityksen suhteen pakkausta voi seurata viivakoodien avulla siten, että tarkastaa missä tuote on viimeksi luettu. Viivakoodia ei pysty siis reaaliaikaisesti seuraamaan. (Luokkamäki 2014, 10-26.)

### 3.2.3 RFID-menetelmän käyttö pakkauksissa

Radio Frequency Identification eli RFID on nimensä mukaan radiotaajuuksilla toimiva tunnistukseen ja yksilöintiin tarkoitettu työkalu. Logistiikassa RFID-tekniikkaa käytetään viivakoodin tapaan pakkausten yksilöimiseen. RFID:n käyttö on yleistynyt logistiikassa, sillä sen tekniikka on parantunut ja hinta halventunut. Se on silti kalliimpi kuin viivakoodin käyttö. RFID on kuitenkin oiva tapa pakkausten hallintaan, jos halutaan viivakoodiin verrattuna parempaa keräilytarkkuutta, lukuvarmuutta, tietoturvaa ja/tai reaaliaikaista jäljitettävyyttä. Lisäksi RFID on mahdollista lukea ilman suoraa näköyhteyttä ja likaisissa olosuhteissa. Näiden ominaisuuksiensa takia RFID:tä on sanottu myös ”paremmaksi viivakoodiksi”. (Choosing the Right RFID Technology 2017.)

RFID tarvitsee toimiakseen viivakoodin tapaan lukulaitteen, järjestelmän sekä RFID- tägin. RFID- tägi on tietoa varastoiva mikrosiru, jossa on antenni. (ks. kuvio 10). Pakkauksissa käytetty RFID- tägi voi olla vain millien kokoinen tarra, joka asennetaan pakkaukseen. RFID- tägejä on kuitenkin eri kokoisia ja muotoisia, mikäli halutaan parantaa jäljitettävyyttä, yhteyden kantavuutta tai tietomäärää. RFID lukutekniikka perustuu siihen, että RFID- lukulaite lähettää elektromagneettisen energian RFID- tägiin. Aktivoiduttuaan RFID- tägi lähettää tietonsa takaisin lukijalle. (Mts.)



Kuvio 10. RFID- tägi (Choosing the Right RFID Technology 2017)

## 4 Tietokoneen emolevyjen pakkaus ja niiden käsittely

Pakkauksia käsitellään toimitusketjun jokaisessa vaiheessa. Pakkausten käsittelyn tyyli vaihtelee toimitusketjun eri vaiheissa, erityisesti kansainvälisessä toiminnassa. Esimerkiksi saman pakkausten käsittely Kiinan tuotantotehtaalla saattaa poiketa hyvinkin paljon Suomessa olevan jälleenmyyjän toimintatavoista. Pakkauksen käsittelijän tulee tunnistaa pakkauksen herkkyys ja riittävät toimintatavat paikasta ja ajankohdasta riippumatta. Kuitenkin tulee pohtia, onko kannattavampaa suojata tuote erilaisilta toimintatavoilta riittävän kestävällä pakkauksella, kuin käsitellä yksittäistä pakkausta ”liian varovaisesti”. Koska käsittelyn tarkkuus, nopeus, tyyli ja menetelmät vaihtelevat myös tuotteittain, tässä työssä käsittelyn osuutta on rajattu tietokoneen emolevyjen pakkaamiseen ja niiden käsittelyn näkökulmaan.

Tietokoneen emolevy on piirilevy, joka on keskeinen osa tietokoneen toimivuutta. Emolevyjä käytetään auton osien tapaan, joko osana valmistuotetta tai varaosina. Elektroniset tuotteet ovat usein pienikokoisia, herkkiä ja kokoonsa nähden arvokkaita. Tietokoneen emolevyjen myyntihinta on 50 € - 1000 € mallista riippuen ja niiden koko voi olla esimerkiksi 4 cm \* 17 cm \* 25 cm (ks. kuvio 11). Emolevyjen kuluttajapakkauspaino on likimain

kaksi kiloa. Tietokoneen emolevy vaatii erityistä käsittelyä, sillä se on erittäin herkkä erilaisille rasituksille. Emolevyn pienet komponentit menevät herkästi rikki fyysisestä kosketuksesta, ja emolevyn juotoksien tulee olla ehjät ja puhtaat, jotta emolevyyn ei synny oikosulkuja. Emolevyt lukeutuvat myös elektroniikkatuotteiden valmistukseen liittyvien määräyksien joukkoon, jotka sisällyttävät myös pakkaamisen. Näissä määräyksissä vaaditaan kuitenkin lähinnä pakkausmerkintöjä ja ilmoituksia käyttäjän turvallisuuden takaamiseksi, mutta esimerkiksi pakkauksen muotoon ja/tai pakkausmateriaaliin ei näissä määräyksissä oteta juurikaan kantaa.



Kuvio 11. Asus Z270-P Prime emolevy ja sen kuluttajapakkaus (Asus Z270-P Prime emolevy 2017)

#### 4.1 Elektroniikkatuotteiden ESD-herkkyys

Joillakin elektroniikkatuotteilla saattaa olla pakkauksen lisävaatimuksena staattisen sähköän eli hankaussähköän ja korroosion aiheuttamilta piileviltä

vikaantumisilta suojaaminen. Staattinen sähkö purkaus eli ESD (Electro Static Discharge) saattaa aiheuttaa toimintahäiriöitä tietokoneen emolevyissä sekä muissa vastaavissa elektroniikkatuotteissa. Tämän vuoksi staattista sähköä tulee välttää ja kontrolloida mahdollisimman paljon, jotta haitallisia vaikutuksia ei syntyisi. ESD:n aiheuttamia toimintahäiriöitä ei voi havaita esimerkiksi silmin, vaan ne näkyvät vasta tuotetta käytettäessä oikosulkuina. (Staattisen sähkö hallinta 2003, esipuhe, tiivistelmä.)

Staattista sähköä voi siirtyä kahden sähköstaattisen kappaleen välillä tai sähköstaattisen sähkökentän indusoimana. Tätä varten elektroniikkatuotteille on laadittu EN 61340-5-1-standardi, joka määrittelee ja antaa pintapuolisesti ohjausta ESD-suojaukselle. Standardissa määritellään tuotteen pakkausmateriaalin käyttöön sallittuja materiaaleja, jotka estävät tai poistavat ja eivät tuota staattista sähköä. Pakkauksen täyttömateriaalien, jotka ovat suorassa kosketuksessa tuotteeseen, tulee olla testattuja ja sallittuja tuotteen pakkaamiseen. ESD:n vaikutukset kohdistuvat erityisesti tuotteen tuotantovaiheeseen, sillä koneistetuihin tehtaissa saattaa piillä staattista sähköä. Tuotannon pakkausvaiheessa tulee varmistaa, että tuote ja pakkausympäristö ovat ESD-vapaita. Pakattaessa tulee myös varmistaa, ettei esimerkiksi suojakäsineistä ole mahdollista irrota staattiselle sähkölle altista materiaalia, kuten villaa. Villapitoisista käsineistä saattaa emolevyn terävien osien takia irrota helposti kuituja tuotteen sekaan, ja ne aiheuttavat toimintahäiriöitä joko pakkaus- tai käyttö- vaiheessa. Tämän vuoksi aina emolevyä käsin käsiteltäessä puhtaat paljaat kädet ovat luotettavampi vaihtoehto kuin suojakäsineet. Kun tuote on turvallisesti pakattu, eivät ESD:n aiheuttamat vaarat ole enää tietokoneen emolevyjen toimitusketjussa haitallisia. Tietokoneen emolevyt kulkevat suhteellisen ”normaalin” toimitusketjun, jossa trukkien, rullakoiden tai muun toiminnan vaikutuksesta syntynyt staattinen sähkö ei siirry tai vaikuta oikealla pakkauksella suojattuun tuotteeseen. (Mts. esipuhe, tiivistelmä.)

## 4.2 Pakkauksen suojaus rasituksilta

Elektroniikkatuotteet ovat tyypillisesti ESD- haittojen lisäksi herkkiä



mekaanisille rasitukselle ja kosteudelle. Sama pätee myös tietokoneen emolevyihin. Tämä tarkoittaa sitä, että emolevyt tulee pakata mahdollisimman tiiviisti, mutta niiden omaperäinen ja kosketusherkkä muoto asettaa tiiviydelle haasteita. Emolevyjen pakkaukseen tulee kolme eri kerrosta: kosketussuoja, vaimennin ja ulkokuori. Kosketussuojan tarkoitus on estää emolevylle herkkiä aineita pääsemästä käsiksi emolevyyn. Esimerkiksi elintarvikkeiden tapaan emolevy kärsii merkittävästi vieraille aineille altistuessaan. Vaahtomuovi tai muotoonsa valmistettu ohutmuovi on oiva apuväline suojaamaan tuotetta suoralta kosketukselta. Väärästä kosketussuojan materiaalista saattaa irrota pieniä kuituja, jotka voivat aiheuttaa emolevylle oikosulun. Emolevyn suojana mekaanisilta rasituksilta, kuten iskuilta tai tärinäältä, tulee olla emolevyn kosketussuojan ja pakkauksen ulkokuoren välissä jokin vaimennin, jotta tuote säilyisi ehjänä läpi toimitusketjun. Vaimentimena voi toimia esimerkiksi aaltopahvikotelo tai styrox-muotti. Styrox on altis staattiselle sähkölle, mutta tiiviisti pakattuna pakkauksen sisällä ei synny staattista sähköä. Lisäksi styrox-täytteitä valmistetaan nykyään myös antistaattisina elektroniikkatuotteita varten. Vaimentimena toimiva materiaali toimii suojana, jos ja kun pakkausta käsitellessä pakkaus esimerkiksi putoaa. Tällöin pakkaukseen syntyy vaurio, mutta ei herkkään emolevyyn. Vaimenninta muodossansa pitämässä ja pakkauksen ulkomuotoa ehostamassa toimii pakkauksen ulkokuori. Ulkokuoren tarkoituksena on sinetöidä pakkaus avaamiseen asti. Edullinen ja luotettava materiaali ulkokuoreksi on aaltopahvi. Ulkokuori tulee valmistaa suorakulmion muotoiseksi, jotta pakkausta on helpompi käsitellä muiden pakkausten kanssa. Ulkokuoren materiaalina tulee olla muovikalvo tai yleisimmin aaltopahvi. Aaltopahvin taitekohdat tukevat myös pakkauksen rakennetta.

Emolevyjen pakkauksia tulee käsitellä kuivissa ympäristöissä, jotta kosteudesta syntynyt haitta voidaan minimoida. Sekä emolevy että sen pakkaus kärsivät altistuessaan kosteudelle ja siksi valmistaja saattaa itse ilmoittaa toimitusehdoissa, että pakkaus ei saa altistua kosteudelle. Kosteudelle altistunut pakkaus voi herättää kuluttajassa epäluuloja tuotteen toimivuudesta. Ainoa toimiva ratkaisu on luoda pakkaukselle kuiva

toimitusketju. Tämä tarkoittaa sitä, että ulkovarastointia tai avokuljetuksia ei ole emolevyn toimitusketjussa.

### 4.3 Pakkauksen käsittely toimitusketjussa

Emolevyjen pakkauksia tulee kohdella erityistä varovaisuutta noudattaen. Kuitenkin, todellisuudessa pakkauksen käsittelijä ei välttämättä tiedä tai välitä, että emolevyn pakkaus vaatii erityistä varovaisuutta. Pakkausten käsittely varastoissa on niin rutiininomaista, että yhden pakkauksen erityisempiä vaatimuksia ei tule välttämättä huomioitua. Lisäksi, emolevyjä voidaan kuljettaa esimerkiksi pahvilaatikossa, jossa on useita emolevyn kuluttajapakkauksia, jolloin käsittelijä ei näe kuin ruskean pahvilaatikon, mutta ei sen vaativaa sisältöä. Tällöin kuljetuspakkauksen varoitusmerkkien, kuten ”käsiteltävä varoen” tai ”suojattava kosteudelta”, merkitys korostuu. Ammattitaitoinen pakkausten käsittelijä tunnistaa varoitusmerkit ja osaa käsitellä kuljetuspakkausta niiden mukaisesti. Kuluttajapakkauksessa puolestaan sen käsittelyyn laaditut merkinnät jäävät helposti piiloon muiden merkintöjen alle, mutta tällöin kuluttajapakkauksesta tulee käsittelijälle helposti ilmi, että kyseessä on herkkä elektroniikkatuote. Pakkausten käsittelyn tyyli vaihtelee siitä, kuinka paljon samantyyllisiä pakkauksia käsitellään ja missä toimitusketjun vaiheessa pakkausta käsitellään.

Emolevyjen valmistajat ovat pääsääntöisesti suurikokoisia brändi- yrityksiä, joilta löytyy sekä halvempia että kalliimpia tuotteita. Brändien laaja valikoima kaikenlaisille kuluttajille on karsinut piraatti- tai halpavalmistajien osuutta poikkeuksellisen pieneksi emolevyjen markkinoilla. Tämä heijastaa siihen, että emolevyjen toimitusketju on globaali eli toimitusketjussa on useita eri vaiheita. Koska emolevyjä on montaa eri mallia ja yksittäisen jälleenmyyjän emolevyjen kysyntä on suhteellisen vähäistä, emolevyjen kuluttajapakkausten määrä vähenee toimitusketjussa jälleenmyyjää lähestyttäessä. Tämän vuoksi emolevyjä lähetetään tuotannon päädyistä enemmän kuljetuspakkausissa, kuten pahvilaatikoissa, joista jälleenmyyjää kohti kerätään oikea kuluttajapakkausmäärä. Emolevyn pakkauksen käsittelyn muoto ja tyyli vaihtelevat toimitusketjun vaiheen mukaan.

Tuotannossa emolevyjen pakkauksen käsittelyn laatuun vaikuttaa automaation määrä: Automaation avulla pääsääntöisesti tapahtuu vähemmän käsittelyvirheitä. Kuitenkin, tuotannossa emolevyn pakkaaja tai kuluttajapakkauksen käsittelijä tuntee oman tuotannon tuotteensa ja sen käsittelyyn liittyvät vaatimukset. Tämän vuoksi tuotannossa osataan panostaa siihen, että pakkaus säilyy tuotannosta ehjänä kohti toimitusketjua. Tuotannossa on erityisosaamista juuri emolevyn käsittelyyn ja tällä erityisosaamisella osataan käsitellä emolevyn pakkausta oikeaoppisesti, jolloin käsittelyvirheitä tapahtuu vähemmän. Lisäksi, tuotannossa vahingoittunut pakkaus on vielä helposti tarkastettavissa ja vaihdettavissa, jolloin kuljetukseen ei pääsääntöisesti lähde yhtäkään vahingoittunutta pakkausta. Tuotannossa kuluttajapakkaukset pakataan kuljetuspakkauksiin, kuten pahvilaatikoihin. Mikäli pakkaus vahingoittuu toimitusketjun aikana, se ei hyvin todennäköisesti ole tuotannon virheestä johtuva. Tuotannossa määritellään emolevyjen kuluttaja- tai kuljetuspakkausten käsittely, jota koko lopputoimitusketjun tulee noudattaa.

Kun emolevyn pakkaus lähtee tuotannosta, käsittelijän erityisosaaminen kyseiseen pakkaukseen vähenee merkittävästi. Välikädet, kuten kuljettajat sekä välivarastojen ja jakelukeskuksien käsittelijät, tulkitsevat kuljetuspakkausta sen merkintöjen mukaisesti. Kuitenkin, emolevyjen kuljetuspakkausten käsittely saattaa kärjistyä varomattomampaan suuntaan varastojen omien käsittelymenetelmien, kaluston tai liiallisen keräilytehokkuuden seurauksesta. Esimerkiksi jakelukeskuksessa pakkauksen liian vauhdikas käsittely rullakuljettimien avulla saattaa vaurioittaa pakkausta liikaa, sen törmätessä rullahihnan päätyyn tai kaarresuojaan.

Mitä enemmän toimitusketjussa on osallisia, sitä vaikeampi yksittäistä pakkausta on huomioida. Mikäli emolevyn toimitusketjussa olisi vain yksi välivarasto tai jakelukeskus, voitaisiin emolevyjen herkkyyteen varata enemmän toimenpiteitä. Toimitusketjussa reklamaatioiden pelko on tehokkain motivaation lähde varovaiselle käsittelylle. Erityisesti kuljettajien aiheuttamat pakkauksen käsittelyvahingot saattavat johtaa jopa tuottajan ja kuljetusyrityksen välisen kuljetussopimuksen purkuun. Esimerkiksi

maahantuoja sen sijaan ei voi niin helposti vaihtaa. Ennaltaehkäistäkseen pakkauksen käsittelyvirheet toimitusketjussa, toimittajan kannattaa antaa ylimääräinen ilmoitus saapuvan tavaran arkaluonteisuudesta. Lisäksi toimittajan tulee huomioida välikäsien käyttämät käsittelymetodit, sillä vääränlaisella kalustolla tai keräystyylillä saatetaan tahattomasti vahingoittaa pakkausta. Tiedostamalla välikäsien käyttämät käsittelymetodit, toimittaja voi esimerkiksi pyytää erityiskäytäntöjä emolevyjen käsittelyyn tai muuttaa pakkausta tukevammaksi, jos mahdollista. Lähtökohtaisesti pakkaus on kuitenkin valmistettava siten, että tuote kestää yleisesti hyväksytyt käsittelymetodit ja toimintamallit.

Toimittajan lähettämä emolevy kulkee välikäsien kautta jälleenmyyjille. Jälleenmyyjien pakkausten käsittely on hienovaraisempaa kuin välikäsien, sillä jälleenmyyjä tunnistaa tilaamansa tuotteen herkkyyden ja osaa käsitellä niitä kokemuksella. Jälleenmyyjän koosta riippumatta toimitusten purku suoritetaan lähes poikkeuksetta käsin. Myymälässä emolevyn kiertokulku on yksinkertaisempi, sillä sitä ei tarvitse enää lähettää mihinkään. Myymälässä emolevy vastaanotetaan, tunnistetaan ja hyllytetään myyntipaikalle tai varastoon. Pakkauksen käsittely ei välttämättä ole jälleenmyyjän ongelma, mutta esimerkiksi pakkauksen turvatoimenpiteet varkaustapausten takia ovat. Tällöin emolevyn pakkaukseen voidaan asentaa jälleenmyyjän toimesta esimerkiksi varashälytin, joka poistetaan ostotapahtuman yhteydessä. Emolevyille ei ole oikein säilötyinä ”parasta ennen päivämäärää”, joten hyllytyksen jälkeen emolevy on saavuttanut päämääränsä, kunnes kuluttaja ostaa tuotteen. Ostotapahtuman jälkeen pakkauksen käsittelyn vastuu siirtyy kuluttajalle, joka saa kohdella tuotetta haluamallansa tavalla.

## 5 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteina oli selvittää pakkausten ominaisuuksia sekä niiden toimivuutta osana toimitusketjua. Esisuunnitellun sisällysluettelon myötä opinnäytetyö kulki johdonmukaisesti ja alkuperäistä suunnitelmaa noudattaen. Työssä tiedettiin pääpiirteittäin aihealueet, joiden nykytilannetta haluttiin selvittää. Laadullisessa selvityksessä uusien tarpeellisten aihealueiden

löydöksille varattiin kuitenkin tilaa. Ongelmaksi muodostui aihealueiden tiivistäminen rajaamatta niitä liikaa. Työssä käytettiin useasti esimerkkejä havainnollistamaan teorian osuutta käytännön toteutukseen.

Vaikka pakkauksien merkitys ja pakkaustekniikkaa on yleistynyt trendi toimitusketjussa, pakkauksia ei ole lähtökohtaisesti tutkittu kovin paljoa. Täten ongelma muodostui ajankohtaisen lähdemateriaalin löytäminen. Yleisen tason lähdemateriaalia oli tarjolla runsaasti, mutta yksityiskohtaista tietoa tai tutkimuksia pakkauksista ei ole julkaistu kovinkaan paljoa. Lähdemateriaalin pohjalta työssä saatiin selvitettyä pakkausten tarkoitusta, monipuolisuutta, ekologisuuden merkitystä, lainsäädäntöä sekä käsittelyä. Kuluttajan näkökulman merkitys korostuu selvityksessä. Pakkausten ominaisuuksien ja käytön vaihtelevuutta oli pakkausten laajan toimintaympäristön vuoksi hankala rajata yhteen vaiheeseen. Tämän vuoksi työssä käytetty teoria toimii yleisellä tasolla, jota pitää lukea kriittisesti, jos työtä halutaan hyödyntää tietyssä toimintaympäristössä. Työssä käytetyn aihealueen laajuus on verrannollinen löydettyyn lähdemateriaaliin ja asiayhteyden tärkeyteen. Kokonaisuudessaan työssä on selvitetty pakkausten tarpeelliset näkökulmat aihealuetta rajaten osittain tietokoneen emolevyihin.

Pakkauksiin liittyviä tutkimuksia ja lisäselvityksiä on oletettavasti tulossa lisää lähitulevaisuudessa. Yrityksissä kustannustehokkuuden parantamiseksi esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmiin ja kalustoon on viime aikoina panostettu, joten pakkausten kehittämisen vuoro on oletettavasti tulossa. Pakkausten kehittämiselle lähtökohtina ovat pakkauksiin liittyvät yksityiskohtaisten tutkimustulosten tai uusien pakkausratkaisujen esille tulo. Olemassa olevat toimintatavat ja lainsäädäntö rajoittavat ja ohjaavat tulevaisuuden pakkausratkaisuja.

## Lähteet

- A. 518/2014. Valtioneuvoston asetus pakkauksista ja pakkausjätteistä. Viitattu 2.10.2017. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140518>
- A. 613/2004. Valtioneuvoston asetus kulutustavaroista ja kuluttajapalveluksista annettavista tiedoista. Viitattu 24.10.2017. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2004/20040613>
- Asus Z270-P Prime emolevy. 2017. Gigantti. Viitattu 30.10.2017. <https://www.gigantti.fi/product/tietokoneet/tietokonekomponentit/ASPRZ270P/asus-z270-p-prime-emolevy>
- CE- merkintä. 2017. Turvallisuus- ja kemikaalivasto Tukes. Viitattu 25.10.2017 <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kuluttajaturvallisuus/Kulutustavarat/CE-merkki/>
- Choosing the Right RFID Technology. 2017. Barcodes Inc. Viitattu 27.10.2017. <https://www.barcodesinc.com/info/buying-guides/rfid.htm>
- CLP- asetus (EY) N:o 1272/2008. Kemikaalien luokitusta, merkintöjä ja pakkaamista koskeva asetus. EUR- Lex. Viitattu 26.10.2017 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/LSU/?uri=CELEX:32008R1272>
- EFR Pakkausopas. 2008. ECR Finland ry. Raportti. Viitattu 28.9.2017. <https://www.metsasaatio.fi/gs1.fi/cgff-ecr/julkaisut>
- Ehdotetut puupakkausten kierrätystavoitteet liki mahdottomia Suomelle. 2017. Uusiouutiset. Uutinen 26.1.2017. Viitattu 10.10.2017. <http://www.uusiouutiset.fi/ehdotetut-puupakkausten-kierratystavoitteet-likimahdottomia-suomelle/>
- Emblem, A. & Emblem, H. 2012. Packaging Technology: Fundamentals, Materials and Processes. Woodhead Publishing Limited 2012.
- EY:n asetus N:o 1935/2004. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus elintarvikkeen kanssa kosketukseen joutuvista materiaaleista ja tarvikkeista ja direktiivien 80/509/ETY ja 89/109/ETY kumoamisesta. EUR- Lex. Viitattu 9.11.2017. <https://publications.europa.eu/fi/publication-detail/-/publication/08a6f2ca-ddae-4630-801b-debd699a5af2/language-fi>
- Hsuan, J., Skjøtt-Larsen, T. & Kinra, A. 2015. Managing the Global Supply Chain. Copenhagen Business School Press 2015.
- Järvi-Kääriäinen, T. & Leppänen-Turkula, A. 2002. Pakkaaminen. Perustiedot pakkauksista ja pakkaamisesta. Helsinki: Opetushallitus, Pakkausteknologia-PTR.
- Järvi-Kääriäinen, T. & Ollila, M. 2007. Toimiva Pakkaus. Helsinki: Pakkausteknologia-PTR.
- Kananen, J. 2011. Opinnäytetyön kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Julkaisuja.

Kemikaalien varoitusmerkit. 2016. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes. Viitattu 8.11.2017. <http://www.tukes.fi/fi/Kuluttajille/Kemikaalit-kayttokohteittain/Kemikaalien-varoitusmerkit/>

Kierrätys-sanastoa. 2011. Lassila & Tikanoja. Viitattu 13.10.2017. <http://www.lajitteluapuri.fi/miksi/kierratys-sanastoa>

Kuluttajapakkaus on mainoksesi myymälässä. 2017. DS Smith. Viitattu 29.9.2017. <http://www.dssmith.com/fi/packaging/tarjonta/tuotteet/pakkaukset/kuluttaja-pakkaukset>

Laaksonen, J., Merilehto, K., Pietarinen, A. & Salmenperä, H. 2017. Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2023. Helsinki: Ympäristöministeriö. Viitattu 24.10.2017. [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79699/SY\\_03\\_2017.pdf?sequence=3](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79699/SY_03_2017.pdf?sequence=3)

Logistiikka ja toimitusketju. N.d. Logistiikan Maailma. Viitattu 13.10.2017. <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/>

Luokkamäki, M. 2014. GS1-standardijärjestelmä ja pakkausmerkinnät. Powepoint-esitys. GS1-standardeilla läpinäkyvyyttä toimitusketjuun –projektin esittelymateriaali. Parasta pöytään Pirkanmaalla –sivusto. Viitattu 26.10.2017. [http://www.parastapoytaan.fi/images/GS1\\_standardij%C3%A4rjestelm%C3%A4n\\_esittely.pdf](http://www.parastapoytaan.fi/images/GS1_standardij%C3%A4rjestelm%C3%A4n_esittely.pdf)

Mitä pakkaukset kertovat?. 2017. Ruokatieto yhdistys RY. Viitattu 24.10.2017. <https://www.ruokatieto.fi/sv/node/718>

Muovien materiaalimerkit. N.d. Suomen Uusiomuovi Oy. Viitattu 16.10.2017. [http://www.uusiomuovi.fi/fin/muovi\\_kiertaa/muovien\\_kierratys/muovien\\_materiaalimerkit/](http://www.uusiomuovi.fi/fin/muovi_kiertaa/muovien_kierratys/muovien_materiaalimerkit/)

Muovit. 2007. Opetushallitus. Viitattu 16.10.2017. <http://www04.edu.fi/elintarvikkeidenpakkaaminen/sivut/materiaali5.shtml>

Myyntivalmiit myymäläpakkaukset. 2008. ECR Finland ry. Raportti. Viitattu 28.9.2017. <https://www.metsasaatio.fi/gs1.fi/cgff-ecr/julkaisut>

Pakkauksen tehtävät. 2007. Opetushallitus. Viitattu 16.10.2017. <http://www04.edu.fi/elintarvikkeidenpakkaaminen/sivut/paktehtava2.shtml>

Pakkaus- ja elintarvikekontaktimateriaalit. 2017. Elintarvike- ja elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Viitattu 20.10.2017. <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/valmistus-ja-myynti/kontaktimateriaalit/>

Pakolliset pakkausmerkinnät. 2016. Elintarvike- ja elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Viitattu 24.10.2017. <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/tietoa-elintarvikkeista/pakkausmerkinnat/pakolliset-pakkausmerkinnat/>

Puulava on työn sankari. N.d. Suomen Pakkauskierrätys RINKI Oy. Asiakasjulkaisu. Viitattu 11.10.2017. <https://info.rinkiin.fi/puulava-on-tyon-sankari/>

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., Von Bell, A. & Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Suomen Huolintaliikkeiden Liitto: Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY

Staattisen sähkön hallinta. 2003. Tekes. Raportti. Viitattu 1.11.2017.  
[https://www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/staha\\_loppuraportti.pdf](https://www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/staha_loppuraportti.pdf)

Sähkölaitteiden valmistus, maahantuonti ja myynti. 2017. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto tukes. Opas. Viitattu 6.11.2017.  
[http://www.tukes.fi/Tiedostot/sahko\\_ja\\_hissit/esitteet\\_ja\\_opaat/sahkolaitteiden\\_valmistus\\_maahantuonti\\_ja\\_myynti.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/sahko_ja_hissit/esitteet_ja_opaat/sahkolaitteiden_valmistus_maahantuonti_ja_myynti.pdf)

Tuottajavastuun määritelmä. 2013. Puupakkausten kierrätys PPK OY. Viitattu 11.10.2017. <https://www.puupakkauskierratys.fi/41>

Tuotteiden merkintä. 2013. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes. Viitattu 24.10.2017. <http://www.tukes.fi/fi/Kuluttajille/Tuotteiden-merkinnat/>

Usein kysyttyä pakkausten tuottajavastuusta. N.d. Suomen Pakkauskierrätys Rinki Oy. Viitattu 2.10.2017. <https://rinkiin.fi/yrityksille/usein-kysyttya/>

Viivakoodiopas. 2017. JL- types Ky. Viitattu 26.10.2017.  
<http://www.jltypes.com/fi/viivakoodi/viivakoodiopas>

Ylikoski, T. & Eboreime, T. N.d. Vastuullinen kuluttaja on suoramainonnan suurkuluttaja. Suomen Asiakkuusmarkkinointiliitto ry ASML. Artikkelit. Viitattu 10.10.2017. <http://amt.fi/static/artikkelit/19.pdf>



## Liitteet

Liite 1. Kemikaaleissa ja tarvittaessa muissa tuotteissa käytettävät varoitusmerkit (Kemikaalien varoitusmerkit 2016.)

### Vaara! Tunne kemikaalien uudet varoitusmerkit!

Tunnista kemikaalien vaarat ja välttä tapaturmat kotona.



#### 1 Terveyshaitta

Kemikaalit, jotka aiheuttavat iho- ja silmä-ärsytystä, allergisia ihoreaktioita, hengitysteiden ärsytystä, välitöntä myrkyllisyyttä, uneliaisuutta tai huimausta.

#### 2 Syövyttävä

Kemikaalit, jotka syövyttävät ihoa, aiheuttavat vakavia silmävaurioita tai syövyttävät metalleja.

#### 3 Syttyvä

Syttyvät nesteet ja niiden höyryt, kaasut, aerosolit ja kiinteät aineet.

#### 4 Ympäristövaarat

Ympäristölle vaaralliset kemikaalit.

#### 5 Krooninen terveyshaitta

Kemikaalit, jotka aiheuttavat pitkäaikaisia vaikutuksia, kuten syöpää, perimävaurioita ja hedelmällisyyden heikentymistä tai sikiövaurioita. Käsittää myös kemikaalit, jotka aiheut-

tavat hengitettynä allergiaa, myrkyvaikutuksia tietyissä kohde-elimissä tai aspiraatiovaaran.

#### 6 Hapettava

Kemikaalit (kaasut, nesteet tai kiinteät aineet), jotka aiheuttavat toisen materiaalin palamisen tai myötävaikuttavat siihen.

#### 7 Välitön myrkyllisyys

Kemikaalit, jotka ovat välittömästi myrkyllisiä suun tai ihon kautta ja/tai hengitysteitse. Tällä merkillä varustetut kemikaalit voivat olla välittömästi tappavia.

#### 8 Paineen alaiset kaasut

Kaasut, joita säilytetään astiassa paineen alaisena (vähintään 2 baria).

#### 9 Räjähde

Räjähdyttävät kemikaalit ja esineet.

## Vaara! Tunne kemikaalien uudet varoitusmerkit!

Tunnista kemikaalien vaarat ja vältä tapaturmat kotona.

Jos haluat lisätietoa uusista varoitusmerkeistä, esite "Vaara! Tunne kemikaalien uudet varoitusmerkit" on saatavana alla olevilta verkkosivuilta. Samalla sivustolla on myös tietovisa. Sen avulla voit testata, tunnetko vaarat, joihin merkit viittaavat.

REACH & CLP  
neuvontapalvelu

[www.clpneuvonta.fi/kuluttajainfo](http://www.clpneuvonta.fi/kuluttajainfo)



Väistyvät merkit:



Erittäin myrkyllinen/Myrkyllinen



Ärsyttävä / Haitallinen



Syövyttävä



Hapettava



Erittäin helposti syttyvä / Helposti syttyvä



Räjähävä



Ympäristölle vaarallinen

Liite 2. Pakkauksissa käytettäviä materiaaleja ja niiden lyhenteitä (A. 518/2014, Liite 3.)

**Tässä liitteessä vahvistetaan pakkausmateriaalien tunnistusjärjestelmässä käytettävät numerointitavat ja lyhenteet, joilla osoitetaan käytettyjen pakkausmateriaalien tyyppi ja nimetään ne materiaalit, joihin tunnistusjärjestelmää sovelletaan.**

Tunnistusjärjestelmän numerointitapa ja lyhenteet

Materiaali	Lyhenne <sup>(*)</sup>	Numerointi
1. Muovi		
Polyeteenitereftalaatti	PET	1
Korkeatiheyspolyeteeni	HDPE	2
Polyvinyylikloridi	PVC	3
Matalatiheyspolyeteeni	LDPE	4
Polypropeeni	PP	5
Polystyreeni	PS	6
2. Paperi, kartonki ja pahvi		
Aaltopahvi	PAP	20
Muu kartonki ja pahvi	PAP	21
Paperi	PAP	22
3. Metalli		
Teräs	FE	40
Alumiini	ALU	41
4. Puuaines		
Puu	FOR	51
Korkki	FOR	51
5. Tekstiili		
Puuvilla	TEX	60
Juutti	TEX	61
6. Lasi		
Väritön lasi	GL	70
Vihreä lasi	GL	71
Ruskea lasi	GL	72
7. Yhdistelmäateriaalit		

Paperi, kartonki ja pahvi/erinäiset metallit	(**)	80
Paperi, kartonki ja pahvi/muovi		81
Paperi, kartonki ja pahvi/alumiini		82
Paperi, kartonki ja pahvi/läkipelti		83
Paperi, kartonki ja pahvi/muovi/alumiini		84
Paperi, kartonki ja pahvi/muovi/alumiini/läkipelti		85
Muovi/alumiini		90
Muovi/läkipelti		91
Muovi/erinäiset metallit		92
Lasi/muovi		95
Lasi/alumiini		96
Lasi/läkipelti		97
Lasi/erinäiset metallit		9

(\*) Käytetään ainoastaan isoja kirjaimia

(\*\*) C sekä hallitsevaa materiaalia vastaava lyhenne (C/ )