

**PAKKAUSTUTKIMUS PTR**  
Association of Packaging Technology and Research

PAKKAUSSUUNNITTELIJAN  
TYÖKALULAATIKKO  
YMPÄRISTÖMYÖTÄISYYDEN  
EDISTÄMISEKSI SUOMESSA

Terhen Järvi-Kääriäinen  
Pakkaustutkimus – PTR ry

PTR:n raportti 58  
2011

(pdf) ISBN 978-951-8988-45-5  
ISSN 1235-4546

ISBN 978-951-8988-45-5

ISSN 1235-4546

© Pakkaustutkimus – PTR ry

Kiskontie 7  
00280 Helsinki  
ptr.ry@ptr.fi  
[www.ptr.fi](http://www.ptr.fi)

## Esipuhe

Raportti on osa tutkimusprojektia ”Tuotteen kokonaisympäristövaikutusten vähentäminen pakkauksia kehittämällä – ympäristömyönteisyys pakkaussuunnittelun välineenä, FutupackEKO2010 ”. Projektin tutkijatahot olivat MTT Biotekniikka ja elintarviketutkimus / Kestävä Biotalous, (Juha-Matti Katajajuuri, Frans Silvenius, Heta-Kaisa Koivupuro, Rabbe Thun, Pauliina Nurmi). Lappeenrannan teknillinen yliopisto (Risto Soukka, Kaisa Grönman) Pakkaustutkimus - PTR ry (Terhen Järvi-Kääriäinen, Margareetta Ollila), Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu (Mika Kuisma, Olli Miettinen) ja VTT (Marja Pitkänen, Helena Wessman). Kiitämme projektia rahoittaneita yrityksiä ja Tekesiä, jonka pakkausalan aktivointiohjelmassa Futupack kyseinen tutkimus voitiin toteuttaa. Projektiin osallistuneet yritykset olivat Borealis Polymers Oy, Fazer Leipomot Oy, HK Ruokatalo Oy, Inex Partners Oy, M-real Oyj, Nokia Oyj, Pakkausalan Ympäristörekisteri PYR Oy, Pyroll Oy, Ravintoraisio Oy, Stora Enso Oyj, Suomen Aaltopahaviihdistys ry ja UPM Raflatac Oy.

Projektin muita julkaisuja ovat:

Elintarvikkeiden ja niiden pakkausvaihtoehtojen ympäristövaikutukset, Silvenius, F. Katajajuuri, J-M. Virtanen, Y. Koivupuro, H. Nurmi, P. Grönman, K. & Soukka R. MTTraportti, 2011, saatavilla [www.mtt.fi/futupack](http://www.mtt.fi/futupack).

Miettinen, O. Pakkausten ympäristövaikutusten merkitys tuotteen asiakasviestinnässä ja –vaatimuksissa, Jyväskylän yliopisto, 2011.

Kuisma, M. Pakkausten vastuullisuusnäkökohdat yritysten kilpailukykytekijöinä, Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu, Helsinki 2011 saatavilla [www.ptr.fi](http://www.ptr.fi).

Lisäksi projektin aikana on tehty englanninkielinen kirjallisuusselvitys rahoittajille, joukko esitelmiä ja tieteellisiä artikkeleita ja pidetty kaksi työpajaa.

Raportti perustuu nettitietoihin, huhtikuussa 2009 tehtyyn kirjallisuustutkimukseen ja kyseisen projektin aikana esiin tulleisiin kommentteihin, työpajoihin, tutkimuksiin ja selvityksiin sekä kirjoittajan pitkä-aikaiseen kokemukseen ja kiinnostukseen pakkausten ympäristövaikutuksista.

Lämmin kiitos kaikille tätä tutkimusta avustaneille.

Helsingissä 26.1.2011

Pakkaustutkimus- PTR ry

## **Abstract**

The report, “The environmental toolbox for Finnish packaging designer” is based on combinations of literature and long term experience in packaging and environment issues. The important positive sides of packaging are not always seen. A well working packaging is an essential part of sustainable society, as packaging is part of a product and its logistic system and a vital necessity that our present society functions. However, everything which we do, affects also to our environment. We have only one world with limited resources, where important environmental issues, such as global warming, have to be solved.

The report serves as short review of the environmental issues which a packaging designer needs to know. It also gives several ideas, which can decrease the effect of packaging to the environment. The executives need to give enough time and resources to packaging design. It should not be a last minute job before the product is launched to the market; the packaging and product have to be developed together. The requirement of law in Europe demands that the packaging has to be continuously optimised also after more experience is gained from the packed product, logistic systems and consumer acceptance. Although there are several guides available in English, this report is one of the few in Finnish.

# Sisällysluettelo

Abstract.....	4
1 Pakkaus edistää kestäväen kehityksen saavuttamista.....	7
2 Pakkausalan ympäristölliset haasteet .....	9
3 Pakkauksiin liittyvä ympäristölainsäädäntö .....	10
3.1 Lain vaatimat oleelliset vaatimukset .....	10
3.2 Yhdenmukaistetut standardit .....	10
3.3 Ennaltaehkäisy .....	13
3.4 Direktiivin toteuttamismalli EU:ssa .....	13
3.5 Eurooppalaisesta standardista maailmanlaajuiseksi .....	14
4 Tärkeitä suunnittelussa muistettavia kohtia.....	16
4.1 Yleiset ekologisen suunnittelun periaatteet .....	16
4.2 Uudelleenkäyttö.....	17
4.3 Jakelun vaatimukset.....	18
4.4 Kuluttajan vaatimukset.....	19
4.5 Pakkaustasojen poistaminen ja vähentäminen.....	19
4.6 Energiatarpeen vähentäminen.....	20
4.7 Tuotantohylyn vähentäminen .....	20
4.8 Pakkausten keventäminen ja pienentäminen .....	20
4.9 Tietokoneavusteinen pakkaussuunnittelu .....	21
4.10 Painatusvaiheen vaikutukset ekologisuuteen.....	21
4.11 Tarkistuslistat ja indikaattorit .....	21
5 Pakkausten vaikutukset ympäristöön materiaaleittain.....	24
5.1 Kuitupakkaukset .....	24
5.2 Muovipakkaukset .....	26
5.3 Metallipakkaukset.....	30
5.4 Lasipakkaukset .....	36
5.5 Puu .....	40
6 Yhteenveto, pakkaussuunnittelijan muistilista .....	40
7 Asiasanoja.....	42
8 Lyhenteet .....	42
Liite 1. Pakkauksen tehtäviä.....	43



# 1 Pakkaus edistää kestävän kehityksen saavuttamista

Pakkaus nähdään usein yksinään tuotteena ja pakkauksen perustoiminnot, jotka ovat pakatun tavaran sisältäminen, suojaaminen, jakelu ja esittely, unohdetaan ks liite 1. Pakkaus, joka epäonnistuu jossakin näissä toiminnoissa, todennäköisesti johtaa suureen pakatun tuotteen hävikkiin. Pakkausten ja pakkausmateriaalien ympäristövaikutukset ovat muutamia prosentteja tuotteiden ympäristövaikutuksista, poikkeuksina jotkut hyvin vesipitoiset tuotteet, joilla pakkaamisen vaikutukset muodostavat alle neljänneksen ympäristövaikutuksista<sup>1</sup>. Pakkausmateriaalit voidaan kierrättää tai hyödyntää energiana yleensä huomattavasti helpommin kuin niihin pakatut tuotteet. Pakkausala, kuten mitä muuta alaa tahansa, koskee kuitenkin maapallomme rajallisuus ja siitä aiheutuvat ympäristölliset haasteet, kuten raaka-aineiden riittävyys ja ilmaston muutos. Siksi on tärkeää, että myös pakkaussuunnittelija ottaa huomioon työssään ympäristönäkökohdat.

Tuotehävikillä, käyttäjille tarjottavilla jätehuoltojärjestelmillä ja käyttäjien käyttäytymisellä hävikin ja jätehuoltojärjestelmien suhteen on erittäin suuri merkitys kaikissa pakkauskas koskevissa ympäristötarkasteluissa.

Yleistä näkökohtaa pakkaamisesta ja kestävästä kehityksestä on käsitelty tarkemmin useissa muissa julkaisuissa<sup>2,3,4</sup>. Materiaalivirtojen yleiset vaiheet on esitetty kuvassa 1.

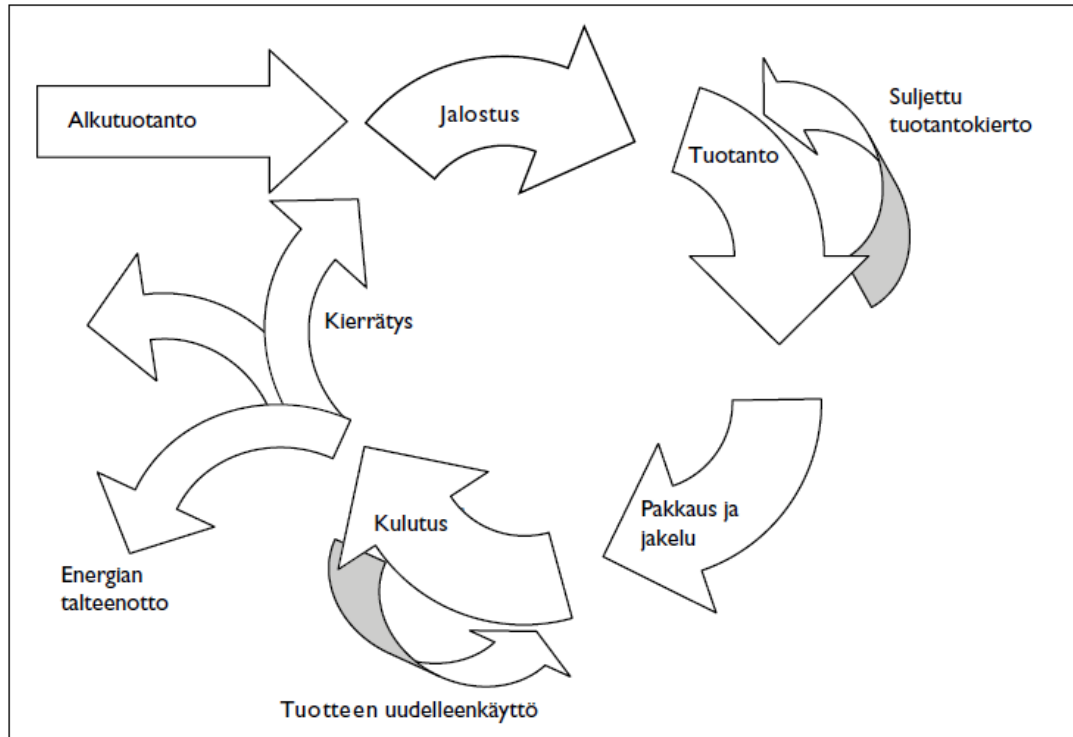
---

<sup>1</sup> Katajajuuri J-M, kirjassa Toimiva pakkaus, Pakkaustutkimus - PTR ry, 2007 s 16-23.

<sup>2</sup> ECR, European Packaging in the Sustainability Agenda: A Guide for Corporate Decision Makers 2009 [www.ecrnet.org](http://www.ecrnet.org)

<sup>3</sup> A Global Language for Packaging and Sustainability, A framework and a measurement system for our industry 2010 [www.theconsumergoodsforum.com](http://www.theconsumergoodsforum.com)

<sup>4</sup> Unilever, 2010, Sustainable packaging, [http://www.unilever.com/images/sd\\_Sustainable%20Packaging%20\(2009\)\\_tcm13-212667.pdf](http://www.unilever.com/images/sd_Sustainable%20Packaging%20(2009)_tcm13-212667.pdf)



Kuva 1. Materiaalivirran vaiheet<sup>5</sup>. Jos tuotteena onkin pakkaus, tuotteen uudelleenkäytönuoli voi ulottua myös pakkaus ja jakelunuolen alkuun. Jotkut pakkaukset voidaan kompostoida tai käsitellä anaerobisesti.

<sup>5</sup> Suvantola, Leila, Lankinen, Antti-Jussi, Jätteen synnyn ehkäisyn uudet ohjaukeinoet, Ympäristöministeriön raporteja 24/2008, s 18 [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) >Ympäristöministeriö >Julkaisut> Ympäristöministeriön raporteja -sarja



## 2 Pakkausalan ympäristölliset haasteet

Kaikki mitä teemme aiheuttaa ympäristövaikutuksia. Taulukossa 1 on lyhyesti viitattu niihin mahdollisiin negatiivisiin vaikutuksiin, joita pakkaustoimenpiteet voivat aiheuttaa.

Taulukko 1. Ympäristölliset haasteet ja mahdolliset indikaattorit

Haaste	Käytännön ympäristöongelmat	Esimerkkejä vastaavista ympäristöindikaattoreista
Jätteiden minimointi	Rajallinen kaatopaikkatila, tehoton uudelleenkäyttö, riittämättömän kierrätys ja materiaalien hyödyntäminen	Kierrätys ja hyödyntämismäärät, kaatopaikalle joutuvan jätteen määrä
Roskaantuminen	Maan ja veden roskaantuminen, uhka eläimille, sairautta aiheuttavien hyönteisten kasvualusta, maisema-arvojen heikentyminen	Aika, joka vaaditaan roskan häviämiseen luonnosta
Kemiallinen turvallisuus	REACH -laki, Vaaralliset aineet, erityistä huolta aiheuttavat aineet (SVHC = substance of very high concern)	Raskasmetallipitoisuudet, Ftalaatien käyttö, PVC tai kloorin (Cl) määrä poltossa, nanomateriaalit
Ilmastonmuutos, maapallon lämpiäminen	Kasvihuonekaasut (hiilidioksidi, typpioksiduuli, metaani, jne.) fossiilisten polttoaineiden käyttö, riippuvuus öljystä	Kasvihuonekaasupäästöt CO <sub>2</sub> ekvivalentteina, energian käyttö, hiilijalanjälki
Uusiutumattomien luonnonvarojen loppuminen	Uusiutumattomien materiaalien käyttö kestävän kehityksen periaatteiden vastaisesti	Muovien tai metallien hyödyntämistä pakkauskäytön jälkeen
Uudistuvien materiaalien tasapainoinen käyttö	Vastuuton metsätalous, biomateriaalien ja polttoaineiden valmistus kilpailee viljelymaan käytöstä	Sertifioiduista lähteistä saatu kuitu, maankäyttö
Paikallisten vesivarojen liikakäyttö	Paikallinen vesipula, vesien ei-kestävä käyttö	Veden käyttö, vesijalanjälki
Vesipäästöt	Veden huono laatu, rehevöityminen, happamoituminen, vaaralliset aineet	Typen (N) ja fosforin (P) päästöt veteen, jäteveden määrä, kiinteiden aineiden määrä vedessä, happea kuluttavien aineiden määrä (COD/BOD), AOX päästöt, raskasmetallipäästöt
Ilmasaasteet	Huono ilman laatu, happamoituminen ja otsonikato	Hiukkaspäästöt, happamoitumista aiheuttavien ja otsonia hävittävien aineiden päästöt ilmaan
Maaperä	Maaperän saastuminen	Kiinteiden jätteiden ja vaarallisten aineiden päästöt
Luonnon monimuotoisuus	Lajikato, maankäyttö, GMO:hon liittyvät pelot	Kestävän kehityksen mukainen metsänhoito

### 3 Pakkauksiin liittyvä ympäristölainsäädäntö

Pakkauksia koskeva lainsäädäntö käsitellään erittäin usein pakattavan tuotteen kohdalla (lääkkeet, elintarvikkeet, vaaralliset aineet). Niissä annetaan tiukkojakin kuluttajaturvallisuutta edistäviä määräyksiä raaka-aineista, tuoteturvallisuudesta jne. On kuitenkin olemassa joukko säädöksiä, jotka on kirjoitettu kaikille pakkauksille, ja niistä merkittävimpin on 1994 valmistunut EU:n pakkaus- ja pakkausjätedirektiivi. Australiassa ja Aasiassa on myös omia säädöksiä pakkausten ja ympäristön osalta. Tiukka lainsäädäntö on etenkin Etelä-Koreassa. Näitä EU:n ulkopuolisia säädöksiä tai sopimuksia sivutaan Ympäristöministeriön raportissa 24 vuodelta 2008<sup>6</sup>. Alla käsitellään vain kyseisen direktiivin ja sen muutosten pohjalta annettua suomalaista lainsäädäntöä.

#### 3.1 Lain vaatimat oleelliset vaatimukset

Pakkaus- ja pakkausjätedirektiiveillä 1994/62/EY ja 2004/12 EY on kaksi perustarkoitusta: vähentää pakkaamisen vaikutusta ympäristöön ja vapaakaupan edistäminen. Ensimmäinen direktiivi sovellettiin Suomeen Valtioneuvoston päätöksellä 962/97 <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1997/19970962>. Vuoden 2004 direktiivi tuotiin Suomen lainsäädäntöön edellistä täydentävällä Valtioneuvoston asetuksella 817/2005 <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2005/20050817>. Säädökset ja niihin mahdollisesti tulevat muutokset löytyvät [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi) kautta. Päätöksessä 962/97 määrätään, että neljän raskasmetallin (Cd, Cr<sup>+6</sup>, Hg, Pb) enimmäismäärä on yhteensä 100 ppm. Päätöksen liitteessä spesifioidaan ns. perusvaatimukset, jotka koskevat sekä pakkausten koostumusta että uudelleenkäytettävyyttä ja hyödynnettävyyttä (taulukko 2). Jokainen pakkaus tulee olla joko kierrätettävissä materiaalina, kompostoitavissa tai energiahyödynnettävissä. Asetus toteaa, että pakkausten materiaalimerkintä on vapaaehtoista, mutta kuitenkin määrää liitteessä, miten materiaali tulee merkitä, jos merkintää halutaan käyttää.

#### 3.2 Yhdenmukaistetut standardit

Komissio pyysi eurooppalaista standardointijärjestöä CENiä laatimaan ohjeet, miten direktiivin perusvaatimukset toteutetaan. Yhdenmukaistetut eli harmonisoidut standardit (taulukko 3) ovat helpoin keino osoittaa, että pakkaus- ja pakkausjätedirektiivin vaatimukset on täytetty. Kyseiset standardit ovat osa lainsäädäntöä neljässä Euroopan maassa. Standardit voi hankkia SFS:stä joko yksittäin tai SFS -käsikirjana 169. Jälkimmäisessä on esitetty standardit sekä suomeksi että englanniksi ja lisäksi niihin liittyvät kaksi teknistä raporttia vaarallisista aineista ja raskasmetalleista. Sen lisäksi samassa yhteydessä on tehty joukko näitä täydentäviä tavallisia standardeja, kuten standardi SFS-EN 13440 ”uudelleen käyttöasteen laskemistapa” ja teknillinen raportti SFS-EN 13688 aineista, jotka haittaavat pakkausmateriaalien kierrätystä.

<sup>6</sup> Suvantola, Leila, Lankinen, Antti-Jussi, Jätteen synnyn ehkäisyn uudet ohjaukeinit, Ympäristöministeriön raportteja 24/2008, s 18 [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) >Ympäristöministeriö >Julkaisut> Ympäristöministeriön raportteja -sarja

Taulukko 2. Perusvaatimukset päätöksen 962/1997 liitteen mukaisesti.

**PAKKAUSTEN KOOSTUMUSTA SEKÄ UDELLEENKÄYTETTÄVYYTTÄ JA HYÖDYNNETTÄVYYTTÄ KOSKEVAT PERUSVAATIMUKSET**

1) Pakkausten valmistusta ja koostumusta koskevat vaatimukset

Pakkaus on valmistettava siten, että sen koko ja paino rajoitetaan mahdollisimman pieneksi. Pakkaus on kuitenkin valmistettava siten, että varmistetaan vaadittava turvallisuuden, hygienian ja hyväksyttävyyden taso sekä pakatun tuotteen että kuluttajan kannalta.

Pakkaus on suunniteltava, valmistettava ja pidettävä kaupan siten, että sen uudelleenkäyttäminen tai hyödyntäminen, mukaan lukien kierrätys, on mahdollista, ja että sen vaikutukset ympäristöön jäävät mahdollisimman vähäisiksi, kun pakkausjäte tai pakkausten jätehuollosta syntyvät jäännökset sijoitetaan.

Pakkausta valmistettaessa on huolehdittava siitä, että haitallisten aineiden ja ainesten sekä muiden vaarallisten aineiden pitoisuudet pakkausmateriaalissa ja pakkauksen osissa ovat mahdollisimman vähäiset, jotta pakkausjätteiden jätehuollosta tai pakkauksista syntyvien jäännösten sijoittamisesta kaatopaikoille tai polttamisesta ei aiheudu haittaa ympäristölle.

2) Pakkausten uudelleenkäytettävyyttä koskevat vaatimukset

Pakkauksen on samanaikaisesti täytettävä seuraavat vaatimukset:

— pakkauksen fyysisten ominaisuuksien on oltava sellaiset, että se kestää useita kuljetus ja käyttökertoja tavanomaisissa käyttöoloissa,

— käytettyä pakkausta on mahdollista käsitellä työntekijöiden terveyttä ja turvallisuutta koskevien vaatimusten mukaisesti, sekä

— kun pakkausta ei enää käytetä uudelleen ja siitä tulee jäte, noudatetaan pakkauksen hyödynnettävyyttä koskevia vaatimuksia.

3) Pakkauksen hyödynnettävyyttä koskevat vaatimukset

a) Kierrätykseen kelvoinen pakkaus

Pakkaus on valmistettava siten, että tietty prosenttiosuus siinä käytettyjen materiaalien painosta voidaan kierrättää ja käyttää raaka-aineena markkinoille toimitettavien tuotteiden valmistuksessa Euroopan yhteisössä voimassa olevien standardien mukaisesti. Tämä prosenttiosuus voi vaihdella sen materiaalityypin mukaan, josta pakkaus on valmistettu.

b) Energiakäyttöön kelvoinen pakkaus

Energiakäyttöön toimitettavilla pakkausjätteillä on oltava vähimmäislämpöarvo, jotta energia-käyttö voidaan optimoida.

c) Kompostointikelpoinen pakkaus

Kompostointiin toimitettavien pakkausjätteiden on oltava riittävän helposti biologisesti hajoavia, jotta niistä ei ole haittaa kompostoitavan jätteen erilliskeräykselle, kompostointiprosessille tai toiminnalle, jossa kompostia käytetään.

d) Biohajoava pakkaus

Biologisesti hajoavien pakkausjätteiden on hajottava fyysisesti, kemiallisesti, termisesti tai biologisesti siten, että suurin osa syntyneestä kompostista hajoaa lopulta hiilidioksidiksi, biomassaksi ja vedeksi.

Taulukko 3. Yhdenmukaistetut standardit

Numero	virallinen nimi, suomennos	lempinimi	milloin käytetään
SFS-EN 13427	Packaging. Requirements for the use of European standards in the field of packaging and packaging waste. Pakkaukset. Pakkauksia ja pakkausjätteitä koskevien eurooppalaisten standardien käyttöön liittyvät vaatimukset	“umbrella” sateenvarjo	Selittää milloin ja miten standardeja käytetään, jotta täytetään pakkaus- ja pakkausjätedirektiivien vaatimukset
SFS-EN 13428	Packaging, Requirements specific to manufacturing and composition. Prevention by source reduction. Pakkaukset. Valmistukseen ja koostumukseen kohdistuvat vaatimukset. Pakkausjätteiden synnyn ehkäisy	“prevention by source reduction”  ennalta ehkäisy	Minimipainon tai tilavuuden saavuttamisen keinot, optimointiprosessi
SFS -EN 13429	Packaging. Reuse Pakkaukset. Uudelleenkäyttö	“reuse” uudelleenkäyttö	Käytetään kun pakkaus suunnitellaan uudelleenkäytettäväksi
SFS- EN 13430	Packaging. Requirements for packaging recoverable by material recycling. Pakkaukset. Vaatimukset pakkauksille jotka ovat hyödynnettävissä materiaalia kierrättämällä	“material recycling”  materiaali-kierrätys	Jokaisen pakkauksen osan tulee täyttää vähintään yksi näistä kolmesta standardista (13430, 13431 tai 13432). Pakkaus on
SFS-EN 13431	Packaging. Requirements for packaging recoverable in the form of energy recovery, including specification of minimum inferior calorific value Pakkaukset. Vaatimukset pakkauksille, jotka ovat hyödynnettävissä energiakäytössä, mukaan lukien vähimmäislämpöarvon määrittäminen	“energy recovery”  energiahyödyntäminen	hyödynnettävissä vain sillä menetelmällä, jonka vaateet se täyttää, joten on hyvä, jos pakkaus on hyödynnettävissä usealla menetelmällä
SFS-EN 13432	Packaging. Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation Pakkaukset. Vaatimukset pakkauksille, jotka ovat hyödynnettävissä kompostoinnin ja biohajonnan avulla. Testausmenetely ja arviointiperusteet pakkauksen hyväksynnälle	“composting” or “organic recovery”  kompostointi	

### 3.3 Ennaltaehkäisy

Pakkaussuunnittelija voi vaikuttaa pakkausten ympäristövaikutuksiin suunnittelemalla pakkaukset oikein eli ennaltaehkäisemällä negatiiviset vaikutukset ja edistämällä positiivisia vaikutuksia. Rajoittamalla pakkauksissa raskasmetallien määrä ja muiden vaarallisten aineiden määrä ehdottomaan minimiin ehkäistään haitallisia vaikutuksia. Lisätietoja siitä, miten aineiden vaarallisuus luokitellaan saa YK julkaisusta UN Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals

[http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs\\_rev03/03files\\_e.html#](http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev03/03files_e.html#)

Suojaamalla pakatut tuotteet niin että ne kestävät jakelun ja valmistamalla pakkaukset siten, että ne edistävät tehokasta jakelua, vaikutetaan positiivisesti ympäristöönkin. Standardi 13428 (Pakkaukset. Valmistukseen ja koostumukseen kohdistuvat vaatimukset. Pakkausjätteiden synnyn ehkäisy) keskittyy juuri näihin. Suunnittelijan ohje on optimoida pakkaus niin, että pakkauksia **käytetään niin paljon kuin on tarpeellista, mutta niin vähän kuin on mahdollista**. Tämä on ympäristöllinen perusvaade, jota ei saa unohtaa pakkaussuunnittelussa.

### 3.4 Direktiivin toteuttamismalli EU:ssa

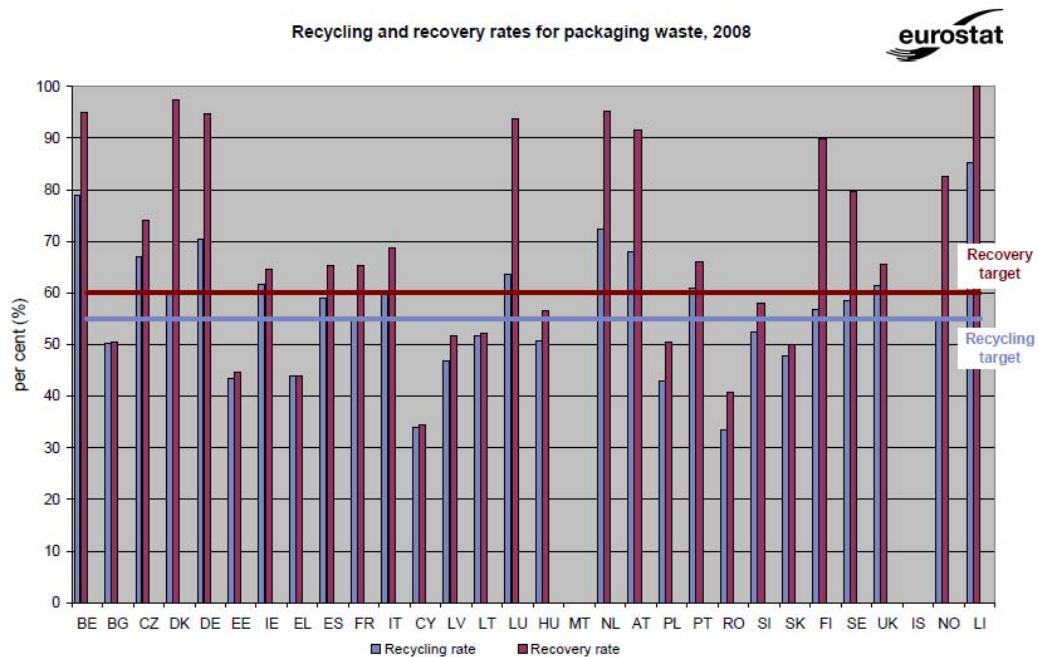
Lain vaatimuksen perusteella Suomessa tulee pakkaajan rekisteröityä joko Pirkanmaan

ELY- keskukseen <http://www.ely->

[keskus.fi/fi/ELYkeskukset/pirkanmaanely/Ymparistonsuojelu/Sivut/default.aspx](http://www.ely-keskus.fi/fi/ELYkeskukset/pirkanmaanely/Ymparistonsuojelu/Sivut/default.aspx)

tai vapaaehtoisesti Pakkausalan Ympäristörekisteri PYR Oy:n [www.pyr.fi](http://www.pyr.fi) kautta pakkausten hyötykäytön järjestämiseksi. Jos yritys rekisteröityy suoraan ELY- keskukseen, sen täytyy itse hoitaa markkinoille saattamiensa pakkausten hyötykäyttö ja ilmoittaa hyötykäyttötiedot edelleen. Liittymällä PYR:iin tuottajayhteisöt ottavat pakkausten hyötykäytön hoitamisen vastattavakseen. Silloin yrityksen tulee ilmoittaa markkinoille saattamiensa pakkausten painot materiaaleittain PYR:iin, mutta pakkaava yritys vastaa edelleen ennaltaehkäisystä ja raskasmetallipitoisuuksista (max 100 ppm) ja vaarallisten aineiden minimoinnista.

Pakkaus- ja pakkausjätedirektiivin toteuttaminen vaati EU:ssa kansallisen soveltamisen. Jokainen valtio ilmoittaa vuosittain EU:lle maassa käytettyjen pakkausten määrät materiaaliluokittain (kuitupakkaukset, muovit, metallit, lasi, puu ja muut) ja kunkin ryhmän kierrätys- ja hyötykäyttömäärät. Jotta EU:n vaatimukset saadaan toteutettua kussakin maassa, toiminta vaatii rahoitusta kierrätyksen edistämiseksi ja tietojen keräämistä myös tuotteiden mukana maahantuoduista pakkauksista. Näin viejäyritys yleensä joutuu laskemaan käytetyt pakkausmateriaalit vientimaakohtaisesti ja maksamaan tietyt hyödyntämismaksut kussakin maassa. Valitettavasti toteutusmallit poikkeavat maasta toiseen. Eri Euroopan maiden tilanteesta saa tietoa mm <http://www.pro-e.org/> kautta. EU Environment:in viralliset pakkaus- ja pakkausjäte sivut löytyvät [http://ec.europa.eu/environment/waste/packaging\\_index.htm](http://ec.europa.eu/environment/waste/packaging_index.htm)



packaging waste 2008.xls

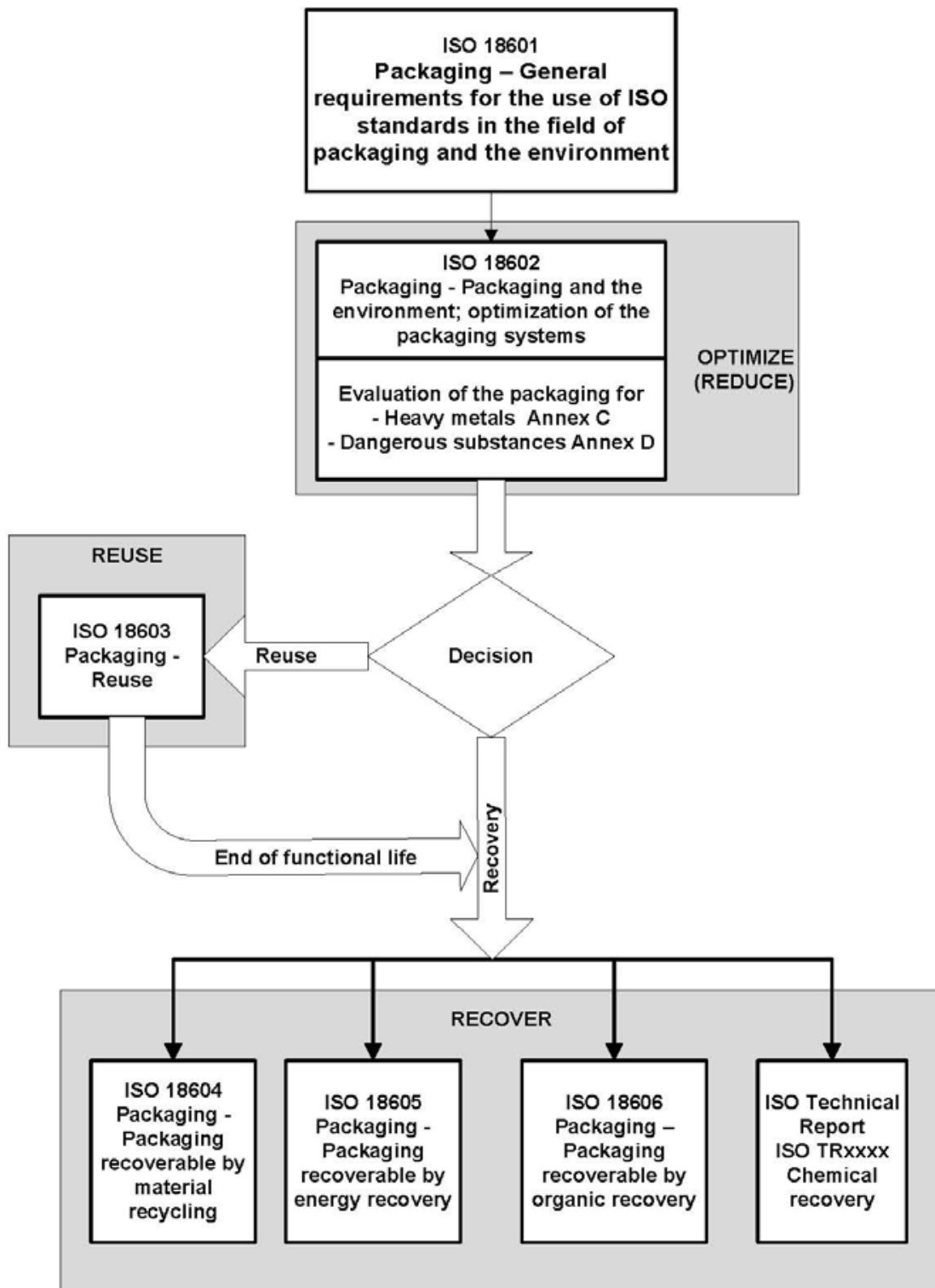
Kuva 2. Eu:lle ilmoitetut kierrätys- ja hyötykäyttöasteet kussakin EU maassa vuonna 2008.<sup>7</sup>

### 3.5 Eurooppalaisesta standardista maailmanlaajuiseksi

Nyt standardit ovat vain eurooppalaisia, mutta tarkoitus on saada standardit myös maailmanlaajuisiksi. Tämä työ on alkanut ISO 122 Packaging SC4 (Packaging and Environment) piirissä ja jatkuu seuraavat kaksi vuotta eli ne valmistuvat 2012 lopussa. Standardit eivät tule olemaan yksi yhteen CENin standardit, koska niissä ei voi viitata jonkin tietyn alueen lainsäädäntöön tai edes CENin raportteihin muuten kuin kirjallisuusluettelossa.

<sup>7</sup> (Eurostat 2010)

[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/wastestreams/packaging\\_waste](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/wastestreams/packaging_waste)



Kuva 3. Tulevien ISON ”pakkaukset ja ympäristö” standardien numerot ja rakennekaavio ISO/CD 18601 ehdotuksen mukaisesti. Kaaviossa on pieni virhe verrattuna vuoden 2010 lopussa käytössä oleviin standardiluonnoksiin: Heavy Metals ja Dangerous Substances tulevat olemaan vain yksi liite eli Annex C standardissa ISO 18602.

## 4 Tärkeitä suunnittelussa muistettavia kohtia

Hyvän pakkauksen tulee täyttää monta tehtävää, ne ovat listattuna jokaisessa pakkaus-kirjassa. Tämä kappale puhuu useista eri tavoista, joiden avulla voidaan suunnitella ekologisia pakkauksia.

### 4.1 Yleiset ekologisen suunnittelun periaatteet

Ekosuunnittelun yleiset neljä osaa:

1. Kartoita käytettävien materiaalien ympäristövaikutukset elinkaaren aikana.
2. Uudelleenkäytettävät, kierrätettävät tai pitkään kestävät tuotteet ovat kestävän kehityksen mukaisia. Tuotteet voidaan valmistaa myös kierrätetyistä materiaaleista.
3. Käyttämällä vähemmän energiaa tai vähemmän materiaalia, vertailemalla eri tuotantoteknologioita, tuoteominaisuuksia, tuotteen kokoa ja painoa sekä tarvittavia kuljetusmatkoja saadaan vähemmästä enemmän.
4. Ekotehokkuus on usein myös kustannustehokasta.

Edellä mainitut asiat sopivat myös pakkauksiin, **mutta pakkaus on aina osa tuotetta**. Pakkauksen tehtävä on suojella tuotetta sen tarvitseman logistiikan aikana. Tuotteen ympäristövaikutukset ovat usein huomattavasti merkittävämmät kuin pakkauksen ja lisäksi pakkausmateriaali on useimmiten helpommin kierrätettävissä uusiksi pakkauksiksi tai muiksi tuotteiksi kuin siihen pakattu tuote. Tekninen raportti EN 13910 ”Packaging - Report on criteria and methodologies for life cycle analysis of packaging” antaa hyviä ohjeita siihen, mitä kannattaa huomioida pakkausten LCAn tarkastelussa ja laadinnassa.

Termit kierrätettävissä ja kierrätetty ovat eri asioita. Kierrätetty tai hyödynnetty on todella saatu uudelleen kiertoon eikä niitä ole vain hävitetty jonnekin, kuten esimerkiksi kaatopaikalle, vesistöihin tai ilmaan. Mikä on oman tuotteenne pakkauksen todellinen kierrätysaste tai hyödyntämisaste? Minne hyödyntämättömät pakkaukset joutuvat, mitkä ovat ympäristövaikutukset silloin? Syntykö kuitumateriaaleista tai biomuoveista metaania kaatopaikoilla, ovatko lasinsirut uhkana luonnossa, metallit ruostumassa metsässä, roskaavatko muovit vesiä? Voisiko näitä negatiivisia vaikutuksia vähentää pakkauksessa olevalla kuluttajavalistuksella?

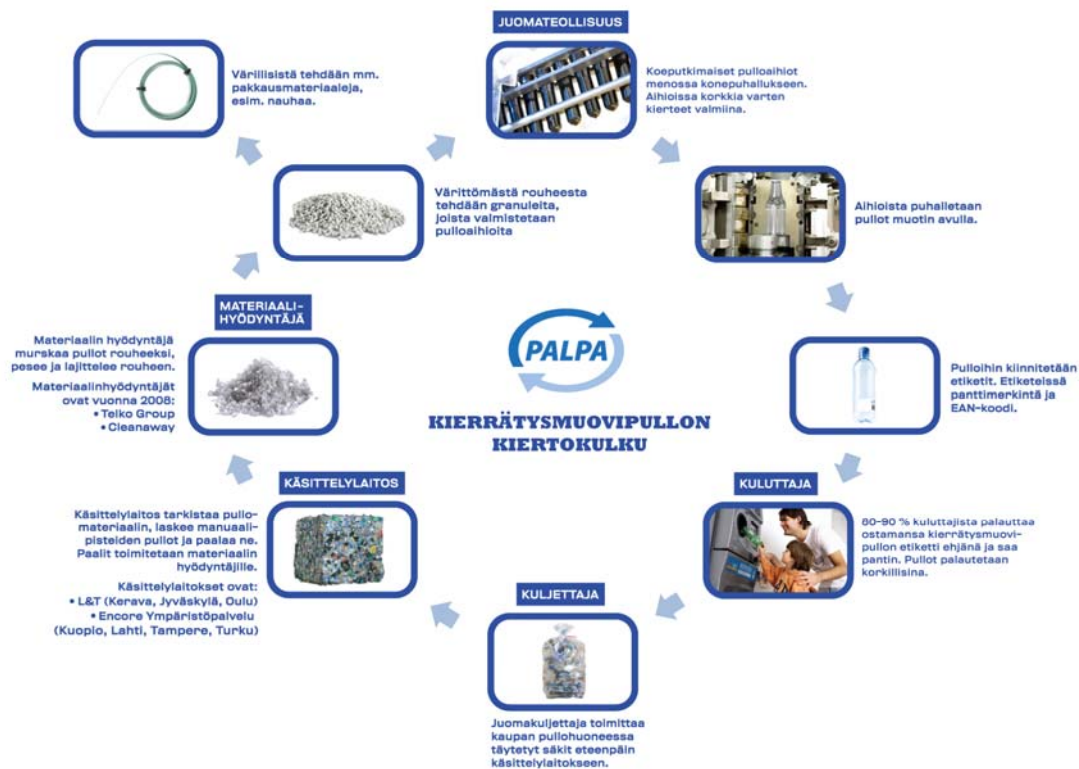
Tämän raportin lisäksi suomalainen pakkaussuunnittelija saa tietoa myös muualla kehitystyistä aineistoista. Iso-Britanniassa Envirowise [www.envirowise.gov.uk](http://www.envirowise.gov.uk) on julkaissut netissä useita ohjeita, jotka käsittelevät pakkaamista, ekologista suunnittelua ja LCA:ta (Packaging design for the environment, reducing costs and quantities GG360, Cutting costs and waste by reducing packaging use GG140, Choosing and managing reusable transit packaging GG141, Reducing the cost of packaging in the food and drink industry GG157, 120 tips on reducing packaging use and costs EN250, Life-cycle assessment: an introduction for industry ET 257, Cleaner product design sarja GG 294-296). Lisäksi Britanniassa toimii WRAP <http://www.wrap.org.uk> joka antaa myös kuluttajavalistusta jätteiden vähentämiseksi ja on julkaissut mm. the Guide to Evolving Packaging Design, Packaging design & food waste checklist.



## 4.2 Uudelleenkäyttö

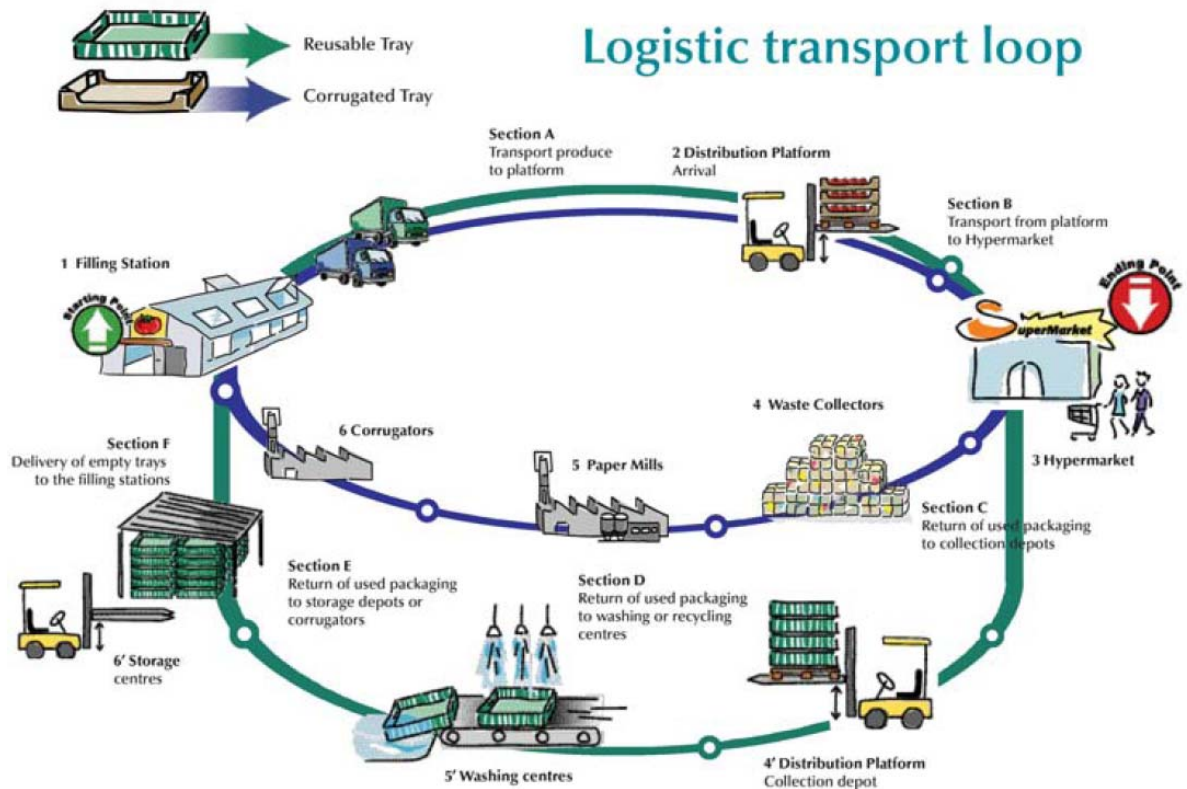
Jos pakkausta käytetään useampaan kertaan, on se suunniteltava siten, että se on turvallinen ja hygieeninen sekä käyttäjälle että tuotteelle uudelleen käytettäessä. Kyseiset vaateet tarkoittavat usein pesua tai tarkastusta ennen uudelleentäyttöä sekä joskus paksumpaa tai jäykempää rakennetta kuin kertakäyttöpakkauksissa, tai uudelleensuljettaavuutta. Uudelleenkäyttö säästää uuden pakkauksen tekemisen jokaista käyttökertaa varten, joten yhtä käyttökertaa kohden kuluu huomattavasti vähemmän materiaalia ja muita tuotantopanoksia. Palautuvat pakkaukset on hyvä suunnitella siten, että ne vievät vähän tilaa palautus-tilanteessa eli menevät tyhjänä sisäkkäin. Uudelleenkäytettävä/täytettävä pakkaus päättyy sekin jätteeksi aikanaan, siksi myös sen täytyy täyttää pakkausjätteen hävittämisen vaatimukset eli sen tulee sopia joko materiaali kierrätykseen, kompostointiin tai energiahyödyntämiseen.

Suomi on uudelleenkäytön mallimaa. Suomessa käytetään uudelleenkäytettäviä pakkauksia enemmän kuin muissa maissa (Palpan pantilliset lasipullot, tynnyrit, muoviset Transbox laatikot vihanneksille ja lihatuotteille ja kuormalavat sekä rullakot). Katso PYRin tilastot [www.pyr.fi](http://www.pyr.fi). Englannissa vain 24 % kuluttajista on koskaan käyttänyt panttijärjestelmää. Sillä saadaan Suomessa talteen poikkeuksellisen korkealuokkaista materiaalia joko uudelleentäyttöön tai materiaali kierrätykseen. Suomi voisi viedä tätä osaamistaan maailmalle!



Kuva 4. Muovipullon kiertokulku<sup>8</sup>

<sup>8</sup> [www.palpa.fi](http://www.palpa.fi)



Kuva 5. Uudelleenkäytettävän tarjottimen ja aaltopahvitarjottimen kiertokulun erot<sup>9</sup>.

### 4.3 Jakelun vaatimukset

Pakkaussuunnittelijan tulee ottaa huomioon ne vaatimukset, jotka jakeluketju asettaa. Ekotehokkuudessa erittäin tärkeitä on moduulimitoitus, josta 400 mm x 600 mm on käytetyin. Moduulimitoitus edistää tuotteiden nopeaa ja turvallista käsittelyä jakeluketjussa sekä vähentää rikkoutumista kuljettaessa sekakuormia tukusta vähittäiskauppaan. Myymäläpakkausten ekotehokkaassa suunnittelussa tärkeä ohje on Myyntivalmiit myymäläpakkaukset (SRP 5.3.2008)<sup>10</sup>. Oleellista moduulimitoissa on se, että ne ovat ns. maksimimittoja, joita ei saa ylittää. Esim. lavaylitykset lisäävät oleellisesti tuotteiden tai pakkausten rikkoutumista ja täten aiheuttavat merkittäviä ympäristöhaittoja.

Tämän lisäksi Suomessa tulee täyttää tuotetietolomake, jos haluaa päästä tuotteen kanssa kolmen suurimman Suomessa toimivan kaupan jakeluketjun myyntivalikoimiin [www.gs1.fi](http://www.gs1.fi) > Sinfos tuotetietopankki. Näissä lomakkeissa kysytyillä tiedoilla haetaan ekotehokkuutta kaupassa. Lomakkeissa käytetyt mitat eivät aina ole samat kuin materiaaleja tilattaessa, sillä kaavakkeissa tarkastellaan tuotteen ja sen pakkauksen viemää tilaa vähittäiskaupan hyllyssä, esimerkiksi pussien pullistuminen piikissä.

<sup>9</sup> Fefco, Recycling vs Reuse, Environmental benefits of re-cycling versus re-use, corrugated board packaging as illustration, [www.fefco.org](http://www.fefco.org)

<sup>10</sup> <http://kanto.sentera.fi/gs1/img/Myyntivalmiit%20myymalapakkauset.pdf>.

#### 4.4 Kuluttajan vaatimukset

Suomalaisista lähes joka kolmas on vastuullinen kuluttaja, eli kestävän kehityksen periaatteet ja terveyttä edistävät elämäntavat ohjaavat yli miljoonan 15-75-vuotiaan suomalaisen valintoja. **Tuote, jota ei saada myytyä ja/tai käytettyä, päättyy jätteeksi, siksi pakkauksen myyvyys ja asiakkaan tarpeisiin nähden oikea tuotemäärä ovat erittäin merkittäviä tekijöitä ympäristöllisestikin.** Esimerkiksi standardi SFS-EN 13428 hyväksyy myös kuluttajan hyväksynnän yhdeksi syyksi, miksi pakkausta ei enää voi vähentää. Elintarvikejätteen synnystä löytää lisätietoja [www.mtt.fi/foodspill](http://www.mtt.fi/foodspill).

Vastuullinen kuluttaja haluaa ymmärtää ja hyväksyä ostamansa tuotteen pakkaustavan. Median tiedottaessa ympäristöön kohdistuvista uhkista miltei päivittäin, voivat kuluttajan asenteet muuttua jotakin tuotetta ja sen pakkaamista vastustaviksi. Pahimmillaan ”En osta tuota tuotetta, koska sen pakkaus ...” liike voi levitä sosiaalisessa mediassa kuin kulovalkea.

#### 4.5 Pakkaustasojen poistaminen ja vähentäminen

Joskus ajattelumme on hyvin traditionaalista ja tuotteita pakataan kuten ennenkin tai kuten kilpailijat tekevät. Aina silloin tällöin tulee esittää kysymys, voisiko tämän tehdä toisin. Tärkeitä pakkaamisen vähentämistoimia ovat tuotteen toimittaminen perille ilman pakkausta, joista esimerkkinä voi mainita musiikin siirtyminen ensin LP:ltä kasetille ja CD:lle ja sitten netin kautta tapahtuvaan jakeluun. Usein kuitenkin ei ole kyse yhtä rajuista muutoksista. Muita esimerkkejä pakkauksen poistamisesta: Kartonkipakkauksen päältä on poistettu kalvo toisenlaisella sinettiratkaisulla. Painatus tehdään suoraan pakkaukseen ilman etikettiä. Lavakuorman sidontaa (tertiäripakkaussidontaa) ei ehkä tarvitakaan, kun valmistetaan toisiinsa tukevasti kiinnittyvät myyntiyksiköt eli sekundääripakkaukset varsinkin tuotteilla, joilla on hyvin lyhyt kuljetusmatka tuotannosta keskusvarastoon. Myymälälavapakkauksessa on taas usein luovuttu sekundääripakkaustasosta (kahvi, hieno sokeri). Näissä kuormaa voi tukevoittaa käyttämällä eri kerroksissa muuttuvaa lavauskuvia. Tuote voidaan ehkä kuljettaa bulkkina käyttökohteeseen ilman pakkausta.

Kaukokuljetuksissa konteissa käytetään paljon liukulavoja. Kontissa päällimmäisen lavakuorman liukulava tulee asettaa hyvin sidotun sileän kerroksen päälle (esim. pohjalla olevan lavakuorman kanneksi laitetaan liukulava ja toinen liukulava ylemmän lavan alle), jotta koneellisessa kontin purkamisessa ei tapahtuisi tuoterikkoutumisia.

Arvioitaessa koko jakeluketjun rasituksia Suomessa, päädytään joissakin tapauksissa siihen, että parempi olisi keventää lavakuormaa ja jopa lisätä sekundääripakkausta, sillä kuljetus tukkukauppaan voi olla lyhyt, mutta tukun sekakuljetus vähittäismyymälöihin poikkeuksellisen pitkä. Suomi on useimpiin kauppakumppaneihin nähden saari. Kuljetusrasitus merikuljetuksissa on suurempi kuin rekkakuljetuksissa ja merenkäynti voi aiheuttaa myös sivuttaissiirtymiä, mikäli sidonta ja tuenta eivät ole riittäviä.

Kuljetusrasituksissa voidaan usein käyttää ilmaa iskunvaimentimina tai muita tehokkaita keveitä materiaaleja. Ikean tehokas logistiikka perustuu litteisiin tuotepakkauksiin, kahteen PP-muoviseen kierrätettävään jalkarakenteeseen (Optiledge) ja vannesidontaan. Luopumalla puulavoista saatiin lavakuormaan lisää tuotetilaa ja keveämpi kuorma.

#### **4.6 Energiatarpeen vähentäminen**

Koko ketjun energiatarve kannattaa selvittää. Siinä voi ilmetä yllättäviäkin säästökohteita. Jos pakkausmateriaali voidaan kuljettaa rullana tai litteänä pakkaamoon ja muovata vasta täyttövaiheessa säästyy kuljetusenergiaa. Yksi keino vähentää energiankulutusta on käyttää materiaaleja, jotka voidaan saumata alhaisemmassa lämpötilassa. Jos avaamaton tuote voidaan säilyttää huoneenlämmössä, säästyy energiaa huomattavasti jäähdytettyinä tai pakasteina myytäviin tuotteisiin verrattuna (hyviä esimerkkejä ovat kuivatut tuotteet, säilykkeet, aseptiset pakkaukset ja kuluttajan pakastama sorbetti). Valmisannosruoka taas säästää yksinasuvan kuluttajan energiankäyttöä ruoan valmistamisvaiheessa.

#### **4.7 Tuotantohylyn vähentäminen**

Pakkausten valmistusvaiheessa voidaan oikealla mitoituksella ja limittäisillä asemoinneilla vähentää tuotantohylkyä ja täten valmistaa ekologisempia pakkauksia. Tuotantohylky tulee toimittaa asianmukaiseen käsittelyyn, yleensä paras vaihtoehto on kierrätys uudelleen samaan kohteeseen. Monikerroslaminaateissa tämä voi olla vaikeata, mutta niille voi löytyä toisiokohteita esimerkiksi rakennusosalalla tai kulmasuojina.

#### **4.8 Pakkausten keventäminen ja pienentäminen**

Tuotteen kokoa mahdollisesti voidaan pienentää käyttämällä tiivisteitä ja täyttöpakkauksia. Hyvä esimerkki on Olvin urheilujuomatabletit, jotka tavalliseen veteen liuotettuna antavat urheilujuoman. Täyttöpakkaukset tyhjennetään ja mahdollisesti laimennetaan ennen käyttöä jo olemassa olevaan tukevaan säiliöön. Näin voidaan käyttää keveitä pakkausmateriaaleja, kuten joustopusseja.

Pakkausten tilavuutta on voitu pienentää myös suunnittelemalla tuote ja sen pakkaus samanaikaisesti. Nokian puhelimien pakkaus on suunniteltu tarvittavan ohjekirjan, laturin ja kännykän mittojen mukaan. Lisäämällä kaapin oven kahva vasta asennusvaiheessa, säästyy usein tilaa ja pakkausmateriaalia kuljetusvaiheessa. Kun tuikkukynttilöiden pohja muotoiltiin pinottavammaksi ja siirryttiin kutistekalvopakkaukseen, voitiin parantaa logistista tehokkuutta vanhaan muovipussipakkaukseen verrattuna 30 %.

Materiaalien ominaisuuksien perusteellisella tuntemisella (etenkin lujuus) ja pakkauksen muotovalinnalla voidaan myös vaikuttaa pakkausmateriaalitarpeeseen. Pitkä kaula pullossa tai terävät kulmat vaativat enemmän materiaalia etenkin painavissa lasituotteissa. (lisää tästä kunkin materiaalin kohdalla).

Pakkausten keventymistä tapahtuu jatkuvasti materiaalinkehityksen ansiosta. Siinä ajavina voimina ovat teknillinen kehitys ja kustannustehokkuus. Tästä on lukuisia esimerkkejä pakkausalalla.

#### **4.9 Tietokoneavusteinen pakkaussuunnittelu**

Nykyaikaiset tietokoneohjelmat, jotka antavat mahdollisuuden tarkastella pakkausluonnoksia kolmidimensionaalisesti aina primääripakkauksesta kuljetuskuormaan saakka ovat oleellisia työvälineitä myös ekologisessa pakkaussuunnittelussa. Tavallisimmat käytössä olevat ohjelmat ovat joko grafiikan suunnitteluun soveltuvat ohjelmat, rakenteen suunnitteluun käytettävät CAD-ohjelmat tai lavauskuvioiden laskemiseen tarkoitettut ohjelmat. Eräs esimerkki: Kuormalavalle saatiin 96 rullamaista tuotetta, kun sen myymäläpakkaus oli 8 kpl. Ohjelma suositteli 10 kappaleen myymäläpakkausta, jolloin lavakuormaan mahtui 120 rullaa. Kun rullaa pienennettiin yhdellä millillä, lavalle saatiin 128 kpl eli samassa tilavuudessa voitiin kuljettaa 33 % enemmän tuotetta<sup>11</sup>.

Näiden lisäksi voidaan tarkastella myös pakkauksen lujuutta ja kestävyyttä jo suunnitteluvaiheessa Finite element analysis (FEA) -tekniikalla. Siinä jaetaan pakkaukseen kohdistuvat jännitykset hyvin pieniin osiin ja eri rasituksilla voidaan katsoa, missä kohdassa pakkaus särkyvä ensimmäiseksi. Tulosten perusteella voidaan ennen tuotemuotin tekoa vahvistaa särkyvää kohtaa ja ohentaa sellaisia kohtia, jotka eivät joudu rasitukseen. Kun analyysitekniikka yhdistettiin tiettyihin laboratorioissa saatuihin koetuloksiin ja tuloksia käsiteltiin tehokkailla tietokonelaskentamalleilla, voitiin analysoida etukäteen jopa kokonaisten lavakuormien käyttäytymistä (vesipullot kutistemuovi ryhmäpakkauksissa). Näin päästiin tekemään mahdollisimman ohut ja kestävä pullo vain yhdellä puhallusmuotin valmistuksella<sup>12</sup>. Kokemuksen lisääntyessä lavakuorman monimutkaista laskennallista rasitusympäristöä tullaan varmasti soveltamaan muidenkin pakkausten suunnittelussa.

#### **4.10 Painatusvaiheen vaikutukset ekologisuuteen**

Painotalot ovat huomioineet ympäristökysymykset ja yritysten toimintaperiaatteet ja käytännöt ovat muuttuneet viime vuosina. Flexopainatuksen ympäristövaikutukset ovat DuPontin Packaging Graphicsin mukaan<sup>13</sup> vähäisemmät kuin syväpainon. Euroopassa haihtuvat yhdisteet (VOC) käsitellään painoissa, eivätkä ne pääse ympäristöön (lainsäädäntövaatimus), mutta tätä ei tehdä kaikkialla maailmassa. Painovärien jäämien käsittelykään ei aina ole ympäristömyönteistä kaikkialla maailmassa. Jotkut värit voidaan tehdä käyttäen raskasmetalleja, niitä ympäristötietoisien pakkaajan ei tule sallia. Maa-hantuojien kannattaisi tarkistaa raskasmetallipitoisuus tietyin välein varsinkin tiettyjen voimakkaiden värien kohdalla (mm. keltainen, oranssi, sininen) ks 3.1.

#### **4.11 Tarkistuslistat ja indikaattorit**

Tarkistuslistat auttavat havaitsemaan parannusmahdollisuuksia ympäristökysymyksissä. Pakkaussuunnittelijaa auttaneen alla oleva ympäristöasioihin keskittyvä kooste:

- pakkaus on monipuolinen kokonaisuus, osa tuotetta ja sen vaatimaa jakelua

<sup>11</sup> Järvi-Kääriäinen, T, Ollila, M. Toimiva pakkaus, Pakkaustutkimus - PTR ry, 2007 s. 49

<sup>12</sup> Knochenmuss D, Analytical and Experimental Techniques for Unit Load Design, IStA views Dec 2009 pp 1and 22-28.

<sup>13</sup> Sassanelli, P Advancing sustainability Part 2: Package printing , meeting consumer's sustainability needs. Flexo Gravure Int, 2008 vol 14, no 4, pp 16-18.

- pakkauksen perustehtävät toteutuvat (suojaavuus ja tuoteturvallisuus, oikea määrä, myyvyys ja informaationlähde, käytettävyys jne.)
- tuotteen tarvitsemaa hyllyikää ja säilytysolosuhteita eri pakkausmateriaalivaihtoehdoilla on verrattu tuotteen hyllykiertonopeuteen (tarkasteluun tulisi kuulua myös elintarvikkeiden eri käsittelyvaihtoehdot ja niistä johtuvat erilaiset säilytys- ja käyttöolosuhteet, kuten aseptinen pakkaaminen, täyssäilykkeet, kuivaaminen, säilyvyys huoneenlämmössä, kylmässä, pakasteena, valmisruoka kontra valmistus raaka-aineista pienperheelle kotona)
- pakkausten haitallisten vaikutusten estäminen raaka-aineiden osalta (mm. materiaalien ympäristövaikutukset, raskasmetallit ja vaaralliset aineet minimoitu = prevention by source reduction), uudelleenkäyttömahdollisuudet, materiaalikierrätys ja energiahyödyntäminen on käyty läpi. Tuote-pakkaus-kombinaatiolle on valittu parhaat vaihtoehdot. Jokainen pakkaus on jossain vaiheessa jätettä, joten pakkauksen tai sen osien täytyy olla joko kierrätettävissä (materiaalina tai maanparannusaineena) tai energiana hyödynnettävissä.
- tuotekosketuksessa olevan pakkauksen, myyntierän ja lavakuorman suojaavuusosuudet on harkittu tuotteen jakelurasitusten ja säilyvyyden perusteella
- on tarkistettu, etteivät värit, pigmentit, liimat, tarrat tai vastaavat heikennä pakkauksen kierrätettävyyttä. Voidaanko kierrätyksessä haitalliset osat poistaa helposti ja kierrättää jossain toisessa prosessissa
- pakkauksen painoa ja tilavuutta on verrattu alan parhaisiin ratkaisuihin ja kilpailijoiden tapaan pakata mm. selvittämällä tuotteen ja pakkausmateriaalin painosuhte ja tilavuustehokkuus
- kun tuotepakkaus muodostetaan vasta pakkauslinjalla, kuljetustarpeet vähenevät
- joustava tai litistytävä pakkaus vie jäykkää pakkausta vähemmän tilaa jätteenä
- voidaanko kyseisessä kohteessa käyttää kierrätettyä materiaalia tai uusituvista raaka-aineista valmistettuja
- voiko kuluttaja/käyttäjä viedä pakkauksen hyödynnettäväksi ja paljonko sitä todella tapahtuu? Aiheuttaako pakkauksen huono tyhjentyminen sen, että kuluttaja siirtää pakkauksen kaatopaikkajakeeseen tai vaihtoehtoisesti kuluttaa poikkeuksellisen paljon vettä tyhjentyneen pakkauksen puhdistamiseen ennen lajittelua? Mitä keräysverkkoon joutumattomille tyhjentyneille pakkauksille tapahtuu: roskaavatko, ovatko hiilinielu kaatopaikalla, hajoavatko kaatopaikalla, tuottavatko tuotejäämät metaania jne. Nämä seikat voivat aiheuttaa LCA vertailussa merkittäviä eroja pakkaustyyppien välillä.
- mitä vaikuttavat kuljetukset kaikissa ketjun vaiheissa
- ympäristövaikutuksista saatetaan kysyä vain yhtä esim. hiilijalanjälkeä, mutta muutkin kannattaa arvioida. Yksi ympäristövaikutus voi johtaa pahasti harhaan ympäristön kannalta.
- pakkausvalinta on tarkastettava, kun markkinointi ja kuljetuskokemuksia on saatu. Voiko pakkauksen ympäristövaikutuksia vähentää edelleen vai pitääkö pakkaamista lisätä, jotta tuotehävikki saadaan vähenemään. Eli jatkuva optimointi tulee toteuttaa huomioiden tekninen ja muu kehitys.

Envirowise on julkaisut monisivuisia tarkistuslistoja mm. GG360 ohjeessaan. Jätehierarkiassa käytetään listaa: eliminointi, vähennys, uudelleenkäyttö, materiaalikierätys, hyödyntäminen energiana ja kaatopaikka.

Sustainable Packaging Coalition -järjestö on julkaissut kestävän kehityksen mukaiset indikaattorit ja mittarit pakkauksille talvella 2009. Raportissa [http://www.greenblue.org/PDFs/Sustainable\\_Packaging\\_Indicators\\_and\\_Metrics\\_Framework\\_version1.pdf](http://www.greenblue.org/PDFs/Sustainable_Packaging_Indicators_and_Metrics_Framework_version1.pdf) korostetaan materiaalin käyttöä, veden käyttöä, materiaalityrällisyyttä, puhdasta tuotantoa, kuljetuksia, kustannuksia, käytettävyyttä, vaikutuksia yhteiskuntaan ja työntekijöihin. Aineisto sisältää kaiken kaikkiaan 60 indikaattoria ja mittaria. Mittarit luokitellaan jokaisessa alasektorissa kolmeen ryhmään: kaikkia kiinnostaviin, lisäinformaatiota antaviin ja vain osalle ihmisistä kiinnostaviin ryhmiin. Tavoitteena on, että pakkaukset toimivat todellisessa suljetussa kierrossa, joka saavutetaan valitsemalla pakkaukset vastuullisesti, suunnittelemalla ne tehokkaiksi ja turvallisiksi koko elinkaarensa ajan täyttäen markkinoiden tarpeet käytettävyydestä ja kustannuksista. Lisäksi pakkaukset tehdään pelkästään käyttäen uusiutuvaa energiaa ja sen jälkeen, kun ne on käytetty, ne kierrätetään tehokkaasti tarjoten arvokasta raaka-ainetta seuraaville sukupolville.

Kesäkuussa 2010 ilmestyi Global Packaging Projektin yhteenveto indikaattoreista<sup>14</sup>. Sitä kokeillaan kesä ja syysy johtavissa maailmanlaajuisissa yrityksissä. On mielenkiintoista nähdä, miten asiat kehittyvät ja saadaanko tähän tai ISO TC 122/SC4 Packaging and Environment työryhmän kautta yksinkertaiset maailmanlaajuiset kriteerit ympäristömyötäiselle pakkaukselle. Tällä hetkellä niitä ei ole, vaan päädytään kymmeniin keskenään jopa osittain ristiriitaisiin indikaattoreihin. Joka tapauksessa tärkeintä on estää tuotehävikki.

Innventia ([www.innventia.com/packaperforma](http://www.innventia.com/packaperforma)) on kehittänyt arviointimenetelmän pakkausten toimivuudelle logistisessa ketjussa yhdessä tukkukaupan ja vähittäiskaupan kanssa. Siinä käytetään nyt seuraavia kertoimia: tuotteen suojele 36,1 %, ajettavuus koneilla 19,7 %, oikea määrä ja koko 10,3 % käsiteltävyys, 7,2 % , pakkauskustannukset 7,2 %, pinottavuus 7,2 %, tilavuus ja paino 7,2 %, minimimäärä vaarallisia aineita 5,2 % ja käytettyjen resurssien minimointi 2,1 %. Menetelmä voitaisiin tulevaisuudessa laajentaa kuluttajaan ja jätteiden hyödyntämiseen sekä pakkausten valmistuksen alkupäähän, jolloin se ottaisi huomioon kaikki kestävän kehityksen eri vaiheet<sup>15</sup>.

<sup>14</sup> <http://globalpackaging.mycgforum.com/>

<sup>15</sup> Dominic C, Packaging Logistics Performance and How to Evaluate the Packaging Performance by Applying the Tool Packaperforma , IAPRI kongressi CD 2010, 245-250

## 5 Pakkausten vaikutukset ympäristöön materiaaleittain

Tässä kappaleessa käsitellään eri pakkausmateriaaleja ja niiden ympäristövaikutuksia. On erittäin suositeltavaa tutustua pakkausmateriaalien perusominaisuuksiin pakkausalan yleisten oppikirjojen, kuten PTR:n julkaiseman Toimiva Pakkaus-kirjan, sekä muun kirjallisuuden kautta, sillä tämä teksti ei voi kattaa kaikkia materiaalien ominaisuuksia ja kaikki ominaisuudet vaikuttavat myös ympäristökysymyksiin.

On valitettavaa, että eri pakkausmateriaalit kilpailevat verisesti keskenään, mikä usein aiheuttaa loon heittoa kilpailijan materiaalia kohtaan ja samalla koko alaa kohtaan. Kuitenkin jokaisella pakkausmateriaalilla on omat hyvät ja huonot puolensa ja oikeassa sovelluskohteessa kukin niistä on tarpeellinen ja välttämätön nykyisen yhteiskunnan toiminnan kannalta.

Maailmalla näkee myös voimakasta mainontaa joidenkin pakkausmateriaalien ”ympäristöystävällisyyden” parantumisesta. Parantuminen on johtunut siitä, että käytetty energia (sähkö, lämmitys tai polttoaine kuljetuksissa) on muuttunut vähemmän ympäristöä rasittavaksi ilman, että itse pakkausmateriaalia, sen valmistusta tai hyötykäyttöä on parannettu. Silloin saatetaan verrata vain entiseen tilanteeseen antamatta mitään kokonais-tietoja. Tämä esimerkki ja monet muut seikat osoittavat, että pakkaussuunnittelijakin tarvitsee medialukutaitoa ja -aikaa. Alla olevaan tekstiin on yritetty koota tasapuolisesti ympäristötietoa eri materiaaleista, mutta vasta yksityiskohtaisen LCA:n teettäminen omista tuotteista ja niiden pakkauksista auttaa löytämään ympäristövaikutusten parannuskohteita todellisten mitattujen tietojen pohjalta. Lisätietoja LCA:sta saa Riina Antikaisen toimittamasta raportista ”Elinkaari-metodiikkojen nykytila, hyvät käytännöt ja kehitystarpeet”<sup>16</sup> ja yleisemmin Euroopassa sivuilta [http://lct.jrc.ec.europa.eu/index\\_jrc](http://lct.jrc.ec.europa.eu/index_jrc), jossa Resource directory antaa tietoja saatavissa olevista laskentaohjelmista.

Kunkin materiaalin raaka-ainelähde, lisäaineet, valmistusprosessi, käyttöominaisuudet ja hyödyntämismallisuus käytön jälkeen ratkaisevat ympäristömyönteisyyden. Panokset ja päästöt ja niihin liittyvät riskit ovat kokonaisuus, joka pitää harkita pakattavan tuotteen, jakeluketjun ja paikallisten hyötykäyttömahdollisuuksien mukaan.

### 5.1 Kuitupakkaukset

Suomessa vuonna 2008 kuitupakkauksia käytettiin 266 176 tonnia, pääasiassa aaltopahvina, kartonkina, nestepakkauskartonkina ja teollisuuskääreenä. Tilastoitu uudelleenkäyttö on pientä, 10 101 tonnia. Jätteenkierrätykseksi joutui 256 074 tonnia, josta kierrätettiin 93 % ja lisäksi hyödynnettiin energiana yli 13 %.<sup>17</sup>

#### Raaka-aineet

<sup>16</sup> Antikainen, R (toim) 2010. Elinkaarimetodiikkojen nykytila, hyvät käytännöt ja kehitystarpeet, SYKE raportti 7/2010. löytyy <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=356046&lan=fi&clan=fi> ladattavissa <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=116835&lan=fi>

<sup>17</sup> [www.pyr.fi](http://www.pyr.fi), tilastot 1.7.2010



Puu on uusiutuva luonnonvara, joten jos metsä saa uusiutua joko luontaisesti tai istutusten kautta, raaka-ainetta riittää. Raaka-aineen jäljitettävyyssjärjestelmät on kehitetty. Kierrätyskuitua on saatavilla ja sitä käytetään paljon pakkauksissa varsinkin aaltopahvin keskikerroksessa.

#### Valmistusprosessi

Paperin ja kartongin valmistusprosessi lienee useimmille tuttu. Paperin ja kartongin valmistuksessa tarvitaan vettä, apuaineita ja energiaa, mutta niistäkin viimeinen voidaan tuottaa uusituvilla luonnonvaroilla. Eri prosesseilla (sellu tai mekaaninen massa) ja eri kuitulähteillä (pitkä kuitu-lyhyt kuitu) saadaan hieman toisistaan poikkeavia tuotteita. Kuituvalos muodostetaan suoran rainan asemasta kuituliuksesta suoraan muotin päälle.

#### Muotoilussa huomioitavaa

I-palkki rakennetta käytetään paljon antamaan kestävyyttä ja keveyttä. Traditionaalisesti paksummista kuitutuotteista on valmistettu jäykkiä suoraseinäisiä pakkauksia, kuten koteloita, tölkkejä ja kuppeja, mutta nykyisin siitä voidaan muotoilla myös pehmeämpiä tarjotinmuotoja, kuten Stora Enson DeLight tekniikka.

Kuitupohjaiset tuotteet sellaisenaan eivät tarjoa kosteussuojaa. Niiden vesihöyryn läpäisevyys on hyvä ja se auttaa säilyttämään mm. leivän rapean pinnan paperipussissa. Kuitutuotteita pinnoitetaan paljon muoveilla, jotta saadaan tarvittava kosteussuoja. Tavallisessa maitotölkissä on noin 10 p-% PE –muovia. Joissakin maissa (Saksa, Itävalta) kartonki, joka sisältää alle 5 p-% muita aineita, kuuluu edulliseen kierrätysmaksuluokkaan. Yhteensä yli 5 p-% muovia tai alumiinia sisältävien kuitupakkausten kierrätysmaksut ovat huomattavasti korkeammat.

Kuitutuotteet on hyvä säilyttää kontrolloiduissa varastointiolosuhteissa, koska niiden konetoimivuus kärsii väärästä säilytyksestä.

#### Hyötyjä

Uusiutuva materiaali, usein riittävä valonsuoja, vesihöyryn läpäisevyys

#### Haittoja ja uhkia

Metsien monikäytön vaikeutuminen, valmistusprosessin ympäristövaikutukset, kaatopaikalla metaanin tuotto, kilpailevat puunkäyttökohteet.

#### Kehityskohteita

Jos luonnonmateriaaleista saadaan kehitettyä riittävä kosteussuoja kuiduille, joka ei haittaa kierrätystä, lisää se kuitupohjaisten materiaalien ympäristömyötävyyttä.

Sellofaani on läpinäkyvää kuitumateriaalia, mutta valitettavasti sen valmistusprosessia ei voida kutsua kovin ympäristömyötäväiseksi. Toisaalta sen käyttö pakkauksissa on viime vuosina lisääntynyt, koska on arvostettu sen läpinäkyvyyttä ja uusiutuvaa raaka-ainepohjaa.

#### Jälkikäyttövaihtoehdot

Kuitu voidaan kierrättää joitakin kertoja (noin 6 ), koska kuidut yleensä hieman lyhenevät ja katkeilevat kierrätysprosessissa. Kuitu soveltuu hyvin kompostointiin ja energia-

hyödyntämiseen. Kuitupakkausten lämpöarvot kuivana ovat 7,3-12,5 MJ/kg<sup>18</sup>. Kaatopaikka on huono sijoituspaikka kuitupakkauksille, koska niiden hajoaminen anaerobisissa olosuhteissa synnyttää metaania. Sitä ei yleensä saada hyödynnettyä kaatopaikoilta.

Yhdistelmäateriaalit: koska kuitu yleensä soveltuu mihin tahansa hyödyntämisprosessiin huomio tulee kiinnittää yhdistelmäateriaalien muiden osien vaikutukseen hyödyntämisprosessissa.

### LCA tietoja

FEFCO on julkaissut aaltopahvin LCA tiedot keskiarvoina<sup>19</sup>. Ei ole tiedossa vertailua miniaalto vai kartonki. Tapauskohtaisia vertailuja on varmasti tehty aiheesta: uudelleenkäytettävä kuljetuspakkaus tai aaltopahvipakkaus. Joni Kähönen, Kuitupakkauksen ekosuunnittelu DI-työ TTY, 2008 ja Kaisa Kimmo, Mahdollisuudet pakkausten hiilijalanjäljen pienentämiseen case kuituvalos, DI-työ LUT, 2009.

## **5.2 Muovipakkaukset**

Suomessa vuonna 2008 muovipakkauksia käytettiin 367 150 tonnia, pääasiassa muovilaatikoina ja koreina sekä elintarvikkeiden primääripakkauksina. Uudelleenkäyttö muodosti muovipakkauksista valtaosan (251 778 tonnia). Jätteeksi joutui 115 373 tonnia, josta kierrätettiin 23 % ja hyödynnettiin 49 %<sup>20</sup>.

On iso joukko erilaisia muoveja ja muoviyhdistelmiä. Muovin valmistusmenetelmillä ja käytetyillä lisäaineilla voidaan vaikuttaa muovien ominaisuuksiin. Muovit jaetaan kertaja kestumuoveihin. Kertamuoveja ei voida jälkikäteen muovailla, vaan lämmitettäessä riittävästi kertamuovien polymeeriverkot hajoavat alkuaineiksi. Kestumuoveja, joita pääasiassa käytetään pakkauksissa, lämmitettäessä polymeeriketjut pääsevät liikkumaan toistensa lomitse. Tämä termoplastinen ominaisuus mahdollistaa kestumuovien uudelleenmuotoilun. Yleisiä lisätietoja muoveista <http://fi.wikipedia.org/wiki/Muovi>

Polyeteeni, PE (HDPE, LDPE, LLDPE...) ja polypropeeni, PP, (BOPP kahteen suuntaan orientoitu PP) ovat pakkauksissa käytetyt valtamuovit. Niistä valmistetaan mm. kalvoja, pusseja, tynnyreitä, pulloja, muovikoreja ja laatikoita. Muita pakkauksissa yleisesti käytettyjä muoveja ovat polyeteenitereftalaatti, PET (virvotusjuomapulloissa kaasutiiveyden takia), polystyreeni, PS (kalalaatikoina, kukkaruokkuina ja jogurttipurkkeina). Suomessa pakkaamiseen käytetään vähän polyvinyylidikloridia, PVC (osa kuplapakkauksista, kalvoista, vuodevaatteiden myyntipakkauksista, teipeistä), koska sitä ei haluta polttolaitoksiin, mutta sitä voi tulla maahan tuontitavaroissa. PVC:tä käytetään sen hyvien ominaisuuksien takia. Muoviyhdistelmissä käytetään lisäksi mm. polyamideja PA (sitkeä kerros esim. lihapakkauksissa) ja polyvinyylialkoholia EVOH (happitiiveys). Pakkauksia saatetaan valmistaa erikoismuoveista, kuten polykarbonaatista PC (osa Tuppeware tuotteista, olutpikarit terasseilla), polyeteeninaftalaatista PEN (olutpul-

<sup>18</sup> SFS-EN 13431 B1

<sup>19</sup> FEFCO and CEPI, European Database for Corrugated Board Life Cycle Studies 2009 [www.fefco.org](http://www.fefco.org)

<sup>20</sup> [www.pyr.fi](http://www.pyr.fi), tilastot 1.7.2010

lot), styreenin kopolymeereistä (ABS ja SAN) ja polylaktidista PLA (biopohjainen biohajoava muovi).

Muovin valintaan vaikuttaa mm. käyttökohde ja siinä tarvittavat suojaavuusominaisuudet ja hinta. Muoveja huonosti tuntevan pakkaussuunnittelijan kannattaa neuvotella pakkauksen valmistajien tai polymeerikemistin kanssa tuotteen ja jakeluketjun tarpeista ja niistä monista vaihtoehdoista, joilla suunnitelmat voidaan myös ympäristöystävällisesti toteuttaa.

Fossiiliperäisten muovijyvästen valmistus kuluttaa energiaa suunnilleen yhtä paljon muovilaadusta riippumatta (PS enemmän kuin keskiarvo 84,7 MJ/kg ja PVC vähemmän kuin keskiarvo 52,4 MJ/kg)<sup>21</sup>. Toisaalta polyolefiinit vapauttavat poltossa huomattavasti enemmän energiaa kuin PET ja PVC. PE:n ja PP:n käytettävissä oleva lämpöarvo on 33-32 MJ/kg, PS:n 30 MJ/kg, mutta PVC:n vain 12,8 MJ/kg ja PETin 16,5 MJ/kg johtuen niiden kemiallisesta rakenteesta. Muovien lämpöarvo on korkeampi kuin paperin ja kartongin (12,5-7,0 MJ/kg), alemmassa arvossa paperissa on 3 % kosteutta ja 40 % inerttiä täyteainetta<sup>22</sup>.

#### Raaka-aineet

Noin 4 prosenttia öljystä käytetään muovien valmistamiseen. Euroopassa muoveista käytetään 41,3 % pakkauksiin eli 19 180 000 tonnia. Kuluttajan hiilijalanjäljestä vain 1,3 % tulee muoveista<sup>23</sup>.

Tavallisin muovien raaka-aine on peräisin fossiilisista lähteistä, kuten maakaasusta tai öljyn tislauksjakeista, joita ei käytetä bensiiniin tai lämmitysöljyyn. Nykyisin on myös uusiutuvista luonnonmateriaaleista valmistettuja biomuoveja. Silloin raaka-aineena voi olla esimerkiksi maissista saatu tärkkelys, josta voidaan suoraan tai maitohapon kautta valmistaa biohajoavia muoveja. On kuitenkin huomioitava se, että biohajoavia muoveja voidaan valmistaa myös fossiilisista raaka-aineista ja toisaalta luonnon materiaaleista voidaan valmistaa muoveja, jotka eivät hajoa biologisissa prosesseissa.

#### Valmistus

Muovi valmistetaan yleensä ensin muovijyväsiksi, jotka sen jälkeen sulatetaan ja seostetaan tarvittavilla lisäaineilla ja sulasta seoksesta muotoillaan haluttu kalvo tai pakkaus. Tarkistakaa elinkaarilaskelmista, onko tutkimuksessa huomioitu myös pakkauksen muodostusvaihe, sillä elinkaaritiedot voivat päättyä muovijyvästen valmistukseen, eivät valmiiseen pakkaukseen.

#### Muotoilussa huomioitavaa

Muovi on helposti muovattavaa ja muovausmenetelmiä on useita ks esim. Toimiva pakkaus luku 12. Lopputuotteita voidaan valmistaa erilaisina muotoina kuten kalvoina, pulloina, putkina, levyinä tai pinnoitteina. Pakkauksen painoon voidaan vaikuttaa ylei-

<sup>21</sup> Franklin Associates , A division of Eastern Research Group, Inc Prepared for the Plastics Division of the American Plastics Council Final Report ” Cradle-to-Gate Cycle Inventory of Nine Plastic Resins and Two Polyurethane Precursors, March 2007

<sup>22</sup> SFS -EN 13431, B1, 2009

<sup>23</sup> Plastic Europe 2010 [http://www.plasticseurope.org/documents/document/20100922102256-final\\_denkstatt\\_report\\_\(vers\\_1\\_3\)\\_september\\_2010.pdf](http://www.plasticseurope.org/documents/document/20100922102256-final_denkstatt_report_(vers_1_3)_september_2010.pdf)

sillä muotoilusäännöillä, esimerkiksi ontot rakenteet ovat yleensä keveämpiä kuin täysmateriaaliset. Monikerrosmateriaaleissa saadaan yhteiseen hyötyyn kunkin materiaalin hyvät ominaisuudet. Tietyt muovit saumautuvat alhaisissa lämpötiloissa (LLDPE), toiset ovat hyvin happitiiviitä mutta kosteusherkkiä (EVOH), sitkeitä (PA), kirkkaita ja hiilidioksiditiiviitä (PET), jne. Kaikki materiaalit eivät tartu helposti toisiinsa, jolloin saatetaan tarvita laminointiliimoja.



Kuva 6. Muoto vaikuttaa materiaalityönteeseen<sup>24</sup>

### Hyötyjä

Muovi kestää hyvin, se ei sirpaloidu, eikä se ime kosteutta. Siitä saadaan ohuita läpinäkyviä tai peittäviä painokelpoisia rakenteita

### Haittoja ja uhkia

Fossiilinen raaka-ainelähde, muovihiekka ja muut hajoamattomat muovihiekkaset ympäristössä, tiettyjen muovien päästöt poltettaessa.

### Kehityskohteita

Kullakin materiaalilla on omia kehitysohjelmiä. Niissä tavoitellaan mm. nykyistä lujempia muoveja, jotta vähemmällä materiaalilla saadaan sama mekaaninen kesto. Biomuovit ja etenkin biohajoavuus ovat tärkeitä kehitysalueita.

### Jälkikäyttövaihtoehdot

Uudelleenkäyttö: Merkittävää tietyissä jakeissa (Transbox järjestelmä, muuttolaatikat)  
Kierrätys: Tavallisimmat pakkausmuovit voidaan sulattaa uudelleen ja muovata uudeksi tuotteeksi, mutta uudelleenmuokkaus on käytännössä vähäistä, Suomessa 23 %, maailmanlaajuisesti vielä vähemmän. Muovit ovat usein seoksia ja likaisia mm. elintarvikejäämistä, joten käytännössä kierrätystä tapahtuu eniten puhtailla suurkertymäjakeilla (lavahuput, isot laatikot, PET pullot), mutta sekamuovista voidaan valmistaa mm lankkuja jne. Suorassa elintarvikekäytössä ollut muovi (PET ja HDPE) voidaan tiukan jäljitettävyyden ja lainsäädännön toteutuessa ohjata myös takaisin elintarvikekäyttöön.

<sup>24</sup> [www.wrap.org.uk/retail](http://www.wrap.org.uk/retail) section 5 Material considerations

Energiahyötykäyttö: Ohuet muovit soveltuvat hyvin energiaksi, paitsi PVC ja PVDC joista poltettaessa voi syntyä syövyttäviä tai vaarallisia klooriyhdisteitä. Sen lisäksi PS ei sovellu kotipolttoon sen suuren nokeavuuden takia.

Kompostointi tai anaerobinen hajoaminen: Osa muoveista, biohajoavat muovit, on suunniteltu siten, että ne hajoavat kompostiolosuhteissa. Biohajoavaan pakkaukseen voidaan pakata niinkin herkkää tuotetta kuin kahvia joko suojakaasutettuna tai vakuu-  
missa (Amcor). Kotikompostissa osa biomuoveista voi jäädä hajoamatta, koska pienissä yksiköissä on vaikeaa pitää riittävän kauan hajoamiseen vaadittavaa korkeata lämpötilaa ja oikeita kosteusolosuhteita.

Kaatopaikka: muovit inerttejä, joten kaatopaikka toimii itse asiassa fossiilisen raaka-  
aineen hiilinieluna. Biohajoavat muovit tuottavat metaania.

Roskaavuus: Pääosin muovi ei hajoa luonnossa, joten puhutaan muovijätteestä merissä ja maastossa. Roskaantumisen aiheuttaa aina ihminen välinpitämättömällä toiminnallaan, ei muovi. Jätehuolto ei saa perustua siihen, että jätteet kipataan mereen tai niin että ne voivat joutua eläinten vahingoksi. Osa muoveista voi hajota biologisesti, PLA on tunnetuin, mutta sekin tarvitsee kompostointiolosuhteet hajotakseen.

### Muovien merkintä pakkauksissa

Muovien monipuolisuuden ja hyödyntämisen takia materiaalimerkintä on erittäin hyödyllinen. Euroopassa materiaalimerkintä pakkauksissa on vapaaehtoista, mutta Valtioneuvoston asetuksessa 817/2005 määrätään, että jos merkintää käytetään, on käytettävä kyseisen asetuksen liitteen tapaa ks kuva 7. Siinä on vain kuudelle muoville lyhenteet ja numerot. Muitakin muoveja käytetään ja etenkin elintarvikepakkauksissa käytetään paljon kahden tai useamman muovikerroksen yhdistelmiä. Kansainvälisissä standardeissa yhdistelmät ja muut kuin luettelossa mainitut muovit merkitään usein kolmesta kapeasta nuolesta muodostuvan nuolikolmion sisään numeroilla 7 tai 07 ja kolmion alle isoin kirjaimin käytetyt muovit kuten PA/PE. Tämä käytäntö on vastoin asetusta, mutta auttaa pakkausten lajittelijaa ja hyötykäyttäjää, joten ainakaan tähän mennessä viranomaiset eivät ole numero 7 käyttöön puuttuneet. Käyttäkää pelkää kolmioita (ilman sisällä olevaa numeroa) ja alapuolella materiaalilyhenteitä kahdesta tai useammasta muovista tehdylle materiaalille.

### **1. Muovien numerointi- ja lyhennejärjestelmä**

Materiaali	Lyhenteet <sup>*)</sup>	Numerointi
Polyeteenitereftalaatti	PET	1
Korkeatiheyspolyeteeni	HDPE	2
Polyvinyylikloridi	PVC	3
Matalatiheyspolyeteeni	LDPE	4
Polypropeeni	PP	5
Polystyreeni	PS	6

<sup>\*)</sup> Käytetään ainoastaan isoja kirjaimia

Kuva 7. Valtioneuvoston asetuksen 817/2005 liitteessä ilmoitetut muovit ja niiden numerot.

### LCA tietoja

Yleistiedot: [www.plasticseurope.org](http://www.plasticseurope.org) (crade-to-gate)

### 5.3 Metallipakkaukset

Suomessa vuonna 2008 metallipakkauksia käytettiin 704 835 tonnia, pääasiassa rullakot, tynnyrit. Niiden ja muiden metallipakkausten uudelleenkäyttö muodostaa valtaosan 654 028 tonnia. Jätteeksi joutui 50 807 tonnia, josta kierrätettiin 75 %<sup>25</sup>.

#### 5.3.1 Teräspakkaukset

Tärkeimmät pakkausikäyttökohteet ovat rullakot (ruostumaton teräs), tynnyrit (pinnoittamaton teräs) ja säilyketölkit (tinapelti).

##### Valmistusaineet

Tinapelti on niukkahiilistä molemmilta puolilta elektrolyyttisesti tinattua teräslevyä, jossa pellin paksuus käyttötarkoituksen mukaan on 0,14-0,49 mm ja tinakerroksen vahvuus 2,8-11,2 g/m<sup>2</sup>. Tinan asemasta saatetaan käyttää kromia 0,01 µm kerroksena. Suojaukseen tarvitaan myös lakkoja, joita on useita erilaisia.

##### Säilyketölkien valmistus ja muotoilu

Eniten käytetään ns. kolmiosaista tölkkiä, jonka lujuutta voidaan sikkeillä vahvistaa, mutta matalat säilyketölkit voivat olla myös kaksiosaisia, jolloin pohja ja sivut tehdään samasta aihioista. Traditionaalinen sylinterimuoto hallitsee markkinoita, mutta teräs voidaan muotoilla lämmön ja paineen avulla muodokkaaksi lisäenergiaa vaativassa prosessissa.

##### Hyödyt

Steriilit elintarvikkeet säilyvät vuosia, koska pakkaus suojaa niitä valolta, hapelta ja hajuilta, eli tuotehävikki voidaan minimoida. Materiaali on ikuisesti kierrätettävissä ja magneettisesti jätevirrasta erotettavissa. On saatavana erittäin nopeita ja tehokkaita täyttökoneita mm. sesonkivihanneksille.

##### Haitat ja uhat

Kaivostoiminnan haitat. Prosessi malmista pakkaukseksi vaatii erittäin paljon energiaa. Kierrätettäessä tina karkaa helposti ympäristöön, koska kaasuuntuu alemmassa lämpötilassa kuin rauta. Bisfenoli A:ta voi olla epoksinnoitteissa.

##### Kehityskohteet

Kuluttajien tiedottaminen, jotta metalli saataisiin takaisin kiertoon joko suoraan kuluttajilta tai sitten viimeistään magneeteilla jätevirrasta.

##### Jälkikäyttövaihtoehdot

Vain materiaalikierrätys soveltuu, palamaton  
Ruostuu kaatopaikoilla

##### LCA tietoja

Tonnikalasäilykkeillä, jotka valmistetaan pakastetusta tonnikalasta maissa, suuri osa tehtaan ympäristövaikutuksista tulee pakkauksesta, siksi Hospido A, et al<sup>26</sup> päätyvät

---

<sup>25</sup> [www.pyr.fi](http://www.pyr.fi), tilastot 1.7.2010

ehdottamaan pakkauksen vaihtamista tai kierrätetyn tinapellin käytön lisäämistä. SIG Combibloc<sup>27</sup> sanoo, että vaihtamalla säilyketölkkin aseptiseen kartonkipakkaukseen säästetään 41 % fossiilisten polttoaineiden kulutuksesta ja 28 % primäärienergian kulutuksesta.

### 5.3.2 Alumiinipakkaukset

Tärkein alumiinin käyttökohde Suomessa on alumiiniset juomatölkit, jotka ovat pantillisia. Niiden palautusprosentti on 92 %. Sen lisäksi alumiinia käytetään kaasupulloihin, juomatynnyreihin, henkilökohtaiseen hygieniaan ja lääkkeiden aerosolipakkauksiin, uunivuokiin, kansina ja yhdistelmämaalipakkauksissa estokerroksena valolle, migraatiolle jne.

Alumiinin kierrätysprosessin muistakin käyttökohteista kuin juomatölkeistä tulisi yleistyä voimakkaasti johtuen neitseellisen alumiinin valmistuksen suurista ympäristövaikutuksista.

Alumiini on kevyttä, hyvin käsiteltävää, kestävä ja ruostumatonta, mutta ei magneettista. Se soveltuu monien pakkausten valmistukseen. Se on erinomainen estokerrosmateriaali.

#### Raaka-aineet

Alumiini on hapen ja piin jälkeen yleisin alkuaine maapallolla. Alumiinia tuotetaan teollisesti pääasiassa bauksiitista, joka on alumiinirikas mineraaliseos, noin 25 % alumiinia. Alumiinioksidin puhdistusta bauksiitista nimitetään Bayerin prosessiksi. Alumiinin valmistuksessa Bayer-prosessia seuraa Hallin-Heroultin prosessi, jossa saatu oksidi pelkistetään elektrolyytisesti metalliseksi alumiiniksi. Kumpaakaan prosessia ei tarvita kuin kerran, jos käytetty alumiini kierrätetään uusiksi tuotteiksi, koska epäorgaanisena alkuaineena alumiini kestää kierrätystä ja puhtaasti orgaaniset yhdisteet poistuvat kierrosta hiilidioksidiksi.

Bayer-prosessin jäteonnettomuuksien takia kemiallista lisätietoa: Alumiini esiintyy bauksiitissa hydratoituneiden alumiinioksidien seoksena, eli kemikaaleina, jotka ovat rakenteeltaan jotakin alumiinioksidin ja -hydroksidin välistä. Jalostuksen ensimmäinen ongelma on bauksiitin kemiallinen epäpuhtaus: alumiini täytyy irrottaa muun muassa raudan ja titaanin oksideista, joita bauksiitti myös sisältää. Tähän vaiheeseen liittyy emäksisten liuosten käyttö, joka aiheutti Unkarin katastrofin syksyllä 2010. Useimmat metallit liukenevat paremmin happoihin kuin emäksiin, mutta alumiini käyttäytyy vesiliuoksissa amfoteerisesti: se liukenee miltei yhtä hyvin molempiin. Lievästi emäksiset olot kylläkin saostavat alumiinin liuksesta pois hydroksidina, mutta vahvasti emäksinen liuos liuottaa alumiinin takaisin veteen kompleksi-ionina. Tarvittava hydroksidi lisätään veteen natriumhydroksidina. Liuotus tapahtuu bauksiitin täsmällisestä koostumuksesta riippuen 140–240 °C lämpötilassa. Liuotuksen jäljiltä useimmat epäpuhtaudet, kuten raudan oksidit, jäävät kiinteään bauksiittiin, ja liuos kantaa alumiinin mukanaan.

---

<sup>26</sup> Hospido A, et al (2006) Environmental assessment of canned tuna manufacture with a life -cycle perspective

<sup>27</sup> SIG Combibloc Food Packaging, IFEU, 2009, Comparative Life Cycle Assessment, 38 pp

Tämän jälkeen alumiini saostetaan takaisin hydroksidiksi seosta viilentämällä. Kiinteästä hydroksidista saadaan alumiinioksidia  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , kun sitä kuumennetaan voimakkaasti.

Jäteliete voidaan puhdistaa tai olla puhdistamatta. **Ympäristölle on olennaista, mitä emäksiselle liuokselle tapahtuu alumiinin erottamisen jälkeen.** Hydroksidiliuosta luonnollisesti kierrätetään prosessissa, mutta osa siitä täytyy poistaa prosessin virroista, jotta vesiliukoiset epäpuhtaudet eivät kertyisi liuokseen. Poistetun emäsliuoksen tilalle syötetään uutta. Puhdas syöttö voi olla myös "vanhaa" pesuliuosta, joka itse on välillä puhdistettu erillisessä prosessissa. Emäksistä vettä päätyy ulos prosessista myös ei-liukoisen bauksiittiliejun mukana.

Puhdistetusta jätelietteestä voidaan ottaa natriumhydroksidi talteen. Chemical & Engineering News:n mukaan toimintatapa voi olla muutakin: jäteliettä ei vaivauduta puhdistamaan, vaan se jätetään haihtumaan kuivaksi ulkoilma-altaisiin. Sitä, kumpi toimintatapa on maailmalla yleisempi, on vaikea sanoa, mutta lienee ilmeistä, että alumiinia Unkarin Ajkassa tuottava MAL Magyar Aluminium on toiminut jälkimmäisellä tavalla. Jäljelle jäävän jätelietteen pääkomponentti natriumhydroksidin ohella on kolmenarvoinen rauta, joka antaa lietteelle uutiskuvista tutun punaruskean värin. Lisäksi liete sisältää alumiinijäämiä, titaaniyhdisteitä sekä pieniä määriä raskasmetalleja, kuten lyijyä. Lietteiden tarkka koostumus kuitenkin riippuu paikallisen bauksiitin koostumuksesta<sup>28</sup>.

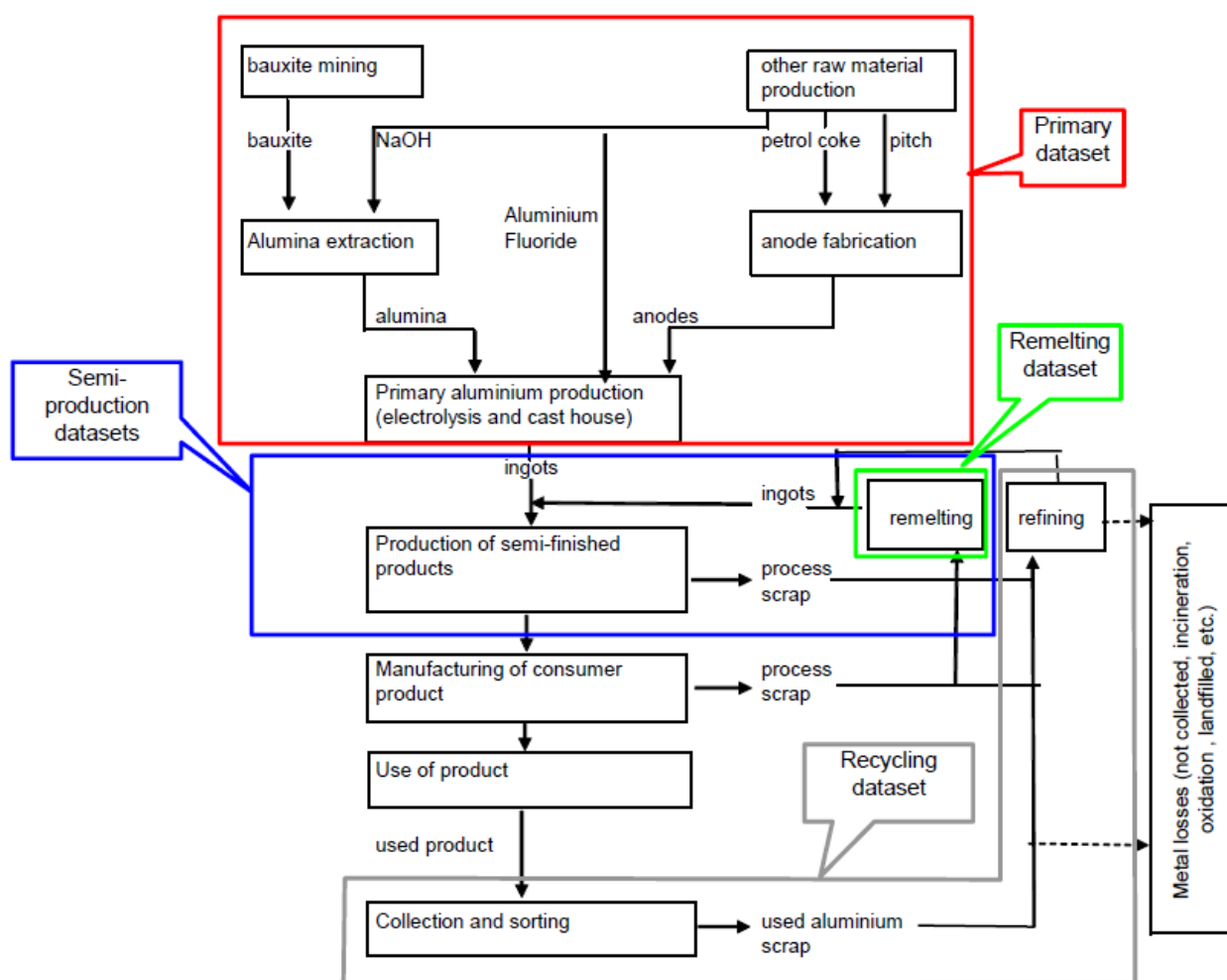
Alumiini pelkistetään Hall-Heroult-elektrolyysiprosessilla, joka vaatii paljon energiaa. Alumiinioksidi pelkistetään 950 °C lämpötilassa kryoliitti-liuoksessa ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ), jossa on myös alumiinifluoridia. Liuokseen sekoitetaan alumiinioksidia. Sinne johdetaan sähkövirtaa siten, että hiilianodit reagoivat alumiinioksidin kanssa, jolloin syntyy sulaa alumiinia ja hiilidioksidia. Myös katodi on hiiltä. Elektrolyysikenno on astia, jonka pohja on hiiltä (katodi) ja seinät terästä. Kryoliittisulaan on upotettu hiilianodit. Sula alumiini valuu pohjalle, josta se poistetaan. Alumiini viedään valimoon, jossa alumiinisulaan lisätään seosaineita ja poistetaan oksideja ja kaasuja (epäpuhtaudet). Alumiini valetaan esim. harkoiksi.

Neitseellisen alumiinitonnin valmistusprosessissa tarvitaan noin 198 GJ energia (sähköä pääosin). Jos lähdetään kierrätysmateriaalista, tarvitaan vain noin 10,5 GJ tonnia kohden. Näiden lukujen lähde on vanha, jo vuodelta 2000 ja EEA:n sivuilta [www.eaa.net](http://www.eaa.net) löytyy uudempia LCI tietoja. Hall-Heroult prosessissa syntyy sähkön tuotannon  $\text{CO}_2$  päästöjen lisäksi myös perfluorohiiliyhdisteitä ( $\text{CF}_4$  ja  $\text{C}_2\text{F}_6$ ) ja rikki-fluoriyhdistettä ( $\text{SF}_6$ ). Kyseiset aineet ovat erittäin tehokkaita kasvihuonekaasuja. Lisäksi on huomioitava elektrolyysikennoastiajätteet ja anodien valmistusprosessissa syntyvät jätteet sekä Bayerin kaivostoiminnan kiinteät jätteet.

Kun alumiinia kierrätetään, se on vain sulatettava uudelleen. Tässä vaiheessa mukana olevat epäpuhtaudet, kuten muovit, polymeeripäällysteet ja painovärit, voivat aiheuttaa päästöjä ilmaan. Harkkojen valmistuksessa tarvitaan jäähdytysvettä.

<sup>28</sup> Kangasniemi, T. Tekniikka ja talous  
<http://www.tekniikkatalous.fi/kemia/article513516.ece?service=mobile>





Kuva 8. Alumiinin elinkaariarvioinnin eri prosessit<sup>29</sup>

#### Muotoilussa huomioitavaa

Juomatölkkin kansimateriaali on paksumpaa ja puhtaampaa alumiinia kuin seinämät, siksi on edullista että suuaukko on pieni.

#### Hyötyjä

Ikuinen kierrätettävyys.

#### Haittoja ja uhkia

Huono kiertoaste ja siksi tarvitaan uuden alumiinin valmistamista bauksiitista. Muut metallit voivat kertyä kierrätettyyn materiaaliin ja heikentää laatua.

#### Kehityskohteita

<sup>29</sup> Leroy C, Provision of LCI data in the European aluminium industry methods and examples, Int J Life Cycle Assess (2009) 14 (Suppl 1):S10-S44.ladattavissa [www.eaa.net](http://www.eaa.net) >Environment, Health, Safety.>LCA

Alumiinin keräyksen ja kierrätyksen tehostaminen, pyrolyysimenetelmään perustuva alumiinin talteenotto yhdistelmäateriaaleista, alumiinitölkit joissa myös kansi on samaa lejeerinkiä kuin muu tölkki. Neitseellisen alumiinin valmistusprosessin ympäristö-riskien pienentäminen

#### Jälkikäyttövaihtoehdot

**Materiaalikierrätys:** Alumiinin kierrätys on erittäin suositeltavaa. Kuluttajat eivät kuitenkaan tiedä tarpeeksi kierrätyksen positiivisista hyödyistä ja sen helppoudesta. Kuluttaja voi kierrättää sellaisenaan reunoilta karstoittuneetkin alumiinivuoat ja alumiinifoliot. Vain pantilliset pakkaukset kiertävät hyvin Suomessa (92 %). Maailmalla pantittomien juomatölkkiä kierrätysprosentit eivät ole yhtä korkeita kuin Suomen pantillisessa järjestelmässä ja useissa maissa kierrätetään vain juomapakkauksia. Muun pakkausalumiinin kierrätysprosentti jää alle 50 %.

**Energiahyötykäyttö:** Paksu alumiini luokitellaan palamattomaksi. Ohut alumiini alle 50 µm luokitellaan palavaksi laitospoltossa mm SFS-EN 13431:ssä, ja sillä on jopa paperia ja kartonkia korkeampi lämpöarvo. Sitä ei kuitenkaan haluta polttolaitoksiin, sillä se aiheuttaa mm. ongelmia muodostamalla vaikeasti puhdistettavaa karstaa lämmönvaihtimen pintaan. 1990-luvun alun polttokokeissa<sup>30</sup> ei pienestä alumiinipitoisuudesta havaittu olevan merkittävää haittaa.

**Kaatopaikka:** ei ole suositeltavaa. Sinne sijoitetun alumiinin tilalle materiaalikiertoon pitää louhia uutta bauksiittia, uuden materiaalin tekeminen vaatii paljon energiaa ja tuottaa vaikeita emäksisiä jätteitä. Muut vaihtoehdot ovat kompostoituminen tai roskaantumisen, niistä kumpaakaan ei sovi missään nimessä, koska alumiinipakkaus säilyy sellaisenaan.

**Yhdistelmäateriaalien alumiinin hyödyntäminen:**

Tetra Pakin ympäristöjohtaja Lindroth kertoi, että nestepakkauskartongissa ohut alumiini kerros vastaa 50 % pakkauksen hiilijalanjäljestä. Siksi yritys panostaa sen korvaamiseen tai vähentämiseen tai hyödyntämiseen<sup>31</sup>. Nestepakkauskartonki: 6,5-12 µm kerros-paksuisen alumiinin kierrätys nestepakkauskartongista on tehty osana muuta nestepakkauskierrätystä Varkauden tehtailla. Käytetyssä prosessissa osa alumiinista on hapettunut alumiinioksidiksi. Pääosa kierrätettävästä materiaalista tuodaan Saksasta laivoilla. Stora Enson tehtaalla Barcelonassa Espanjassa on aloitettu alumiininkin talteenoton sisältävä prosessi, jossa käytetään uutta pyrolyysiin (hapettomat olosuhteet, vain 400 °C) perustuvaa alumiinin ja muovin erotustekniikkaa, jolloin saatavan alumiinin käyttökelpoisuus paranee. Kaasuuntunut muovi poltetaan energiaksi<sup>32</sup>. Myös Brasiliassa hyödynnetään aseptisten pakkausten alumiinia. Nestepakkauskartonki voidaan myös murskata ja murskeesta valmistaa rakennuslevyjä tai -tankoja ks. kuva 9.

<sup>30</sup> PTR:n raportit 37, 39 ja 40 sekä Helena Mannisen väitöskirja Kuopion yliopistossa

<sup>31</sup> Peterson, M. Lean i miljöarbetet, Packmarknaden 10/2010 p.24

<sup>32</sup> Montaque-Jones G. New recycling technology promises to get more out of cartons 20.10.2010, Food productiondaily.com



Kuva 9. Pekingin lentoaseman roskien keräilyssäiliöihin on käytetty kuluttajilta kerättyä nestepakkauskartonkia.

Toinen yleinen yhdistelmäkäyttökohde on lääkkeiden läpipainopakkaukset, jossa alumiini usein on yhdistetty PVC:hen. Niiden keräily takaisin apteekkien kautta onnistuu joissakin tiheään asutuissa maissa, jolloin niistä valmistetaan näyttäviä seinä- tai muita sisustuselementtejä, mutta Suomessa ne kuuluvat kaatopaikkajakeeseen. Pakkaussuunnittelijana selvittäisin, voisinko vaihtaa tämän materiaalin toiseen vaihtoehtoon esim. energiahyödynnettävään riittävästi esto-ominaisuuksilla varustettuun muovikalvoon.

Kolmas yleinen käyttökohde on 6,5-12 µm alumiinikalvo yhdistettynä polttokelpoisiin muoveihin (kahvin, maitojauheen jne pakkaukset). Tämä jae ohjataan Suomessa pääosin kaatopaikoille. Materiaalista kuluttajat ahkeroivat myös käsitöitä, kuten ostoskasseja. Pakattavalle tuotteelle saattaa löytyä myös muita pakkausvaihtoehtoja ainakin, jos tuotteen säilyvyysaikaa voi lyhentää ilman, että tuotehävikki kasvaa. Pakkaus on yleensä vain muutamia prosentteja pakatun tuotteen ympäristövaikutuksista, joten suosittelen tarkkaa LCA laskentaa, jossa huomioidaan myös tuotehävikin vaikutus. Jos vaihtoehtona on joustava muovi-alumiiniyhdistelmäpakkaus tai lasipurkki-metallikansipakkaus kastikkeelle, joka tulee maapallon toiselta puolelta, valitsisin yhdistelmäpakkauksen siitäkin huolimatta, että sen joutuisi sijoittamaan kaatopaikalle. Näillekin pakkauksille muovin ja alumiinin erottaminen pyrolyysitekniikalla voisi olla tulevaisuuden hyödyn-tämismenetelmä.

Oma lukunsa on metalloidut polttokelpoiset muovikalvot (lahjapaperit, jäätelö- ja suklaakonvehtikääreet), jossa alumiinin tai alumiinioksidin kerrospaksuudet ovat nanoluokkaa, alle 0,1 µm, ainakin ne pitäisi saada laittaa energiahyötykäyttöön. Kuluttaja voidaan opettaa tunnistamaan ja erottamaan metalloitu kalvo yhdistelmäkalvosta valoa vasten katsomalla.

LCA tietoja

[www.eaa.net](http://www.eaa.net)

Alumiini sellaisenaan,

PTR:n raportti 51, 2004 käsittelee myös alumiinitölkkiä

Alumiini yhdistelmämaterialina:

Tetrapackin<sup>33</sup> ja SIGin teettämät LCA tutkimukset<sup>34</sup>

## **5.4 Lasipakkaukset**

Lasilla on erinomaiset fysikaaliset ominaisuudet pakkausmaterialina. Se on lujaa, liukenematonta, reagoimatonta, vastustuskykyinen kemikaaleille ja muotoiltavissa. Se on läpinäkyvää tai värjättävissä. Lasi korostaa siihen pakattua tuotetta tarvittaessa eli lisää tuotteen myyvyyttä. Lasipakkauksessa tuotteita voidaan varastoida vuosia ilman että lasi heikkenee tai siitä siirtyy mitään tuotteeseen. Lasipakkauksen tiiveysominaisuudet ovat erinomaiset. Se kestää useitakin uudelleen täyttöjä ja se on yleensä uudelleen suljettavissa useita kertoja metallikannella. Lasi voidaan sulattaa uudeksi tuotteeksi pintanaarmuuntumisen tai särkymisen jälkeen. Kuluttajat tunnistavat materiaalin ja osaavat erotella sen.

Suomessa vuonna 2008 pakkauslasia käytettiin 175 440 tonnia, pääasiassa pulloina ja tölkkeinä. Uudelleenkäyttö muodosti valtaosan (114 795 tonnia). Jätteenä joutui 60 645 tonnia, josta kierrätettiin 80 % ja lisäksi hyödynnettiin muuten vajaa tuhat tonnia (esim. pohjarakenteissa soran asemasta)<sup>35</sup>.

---

<sup>33</sup> <http://www.tetrapakprotects.se/sv/Nyhetscontainer/Vinforpackningar/>

<sup>34</sup> IFEU, 2009, SIG Combibloc Food Packaging, Comparative Life Cycle Assessment 33 pp

<sup>35</sup> [www.pyr.fi](http://www.pyr.fi), tilastot 1.7.2010

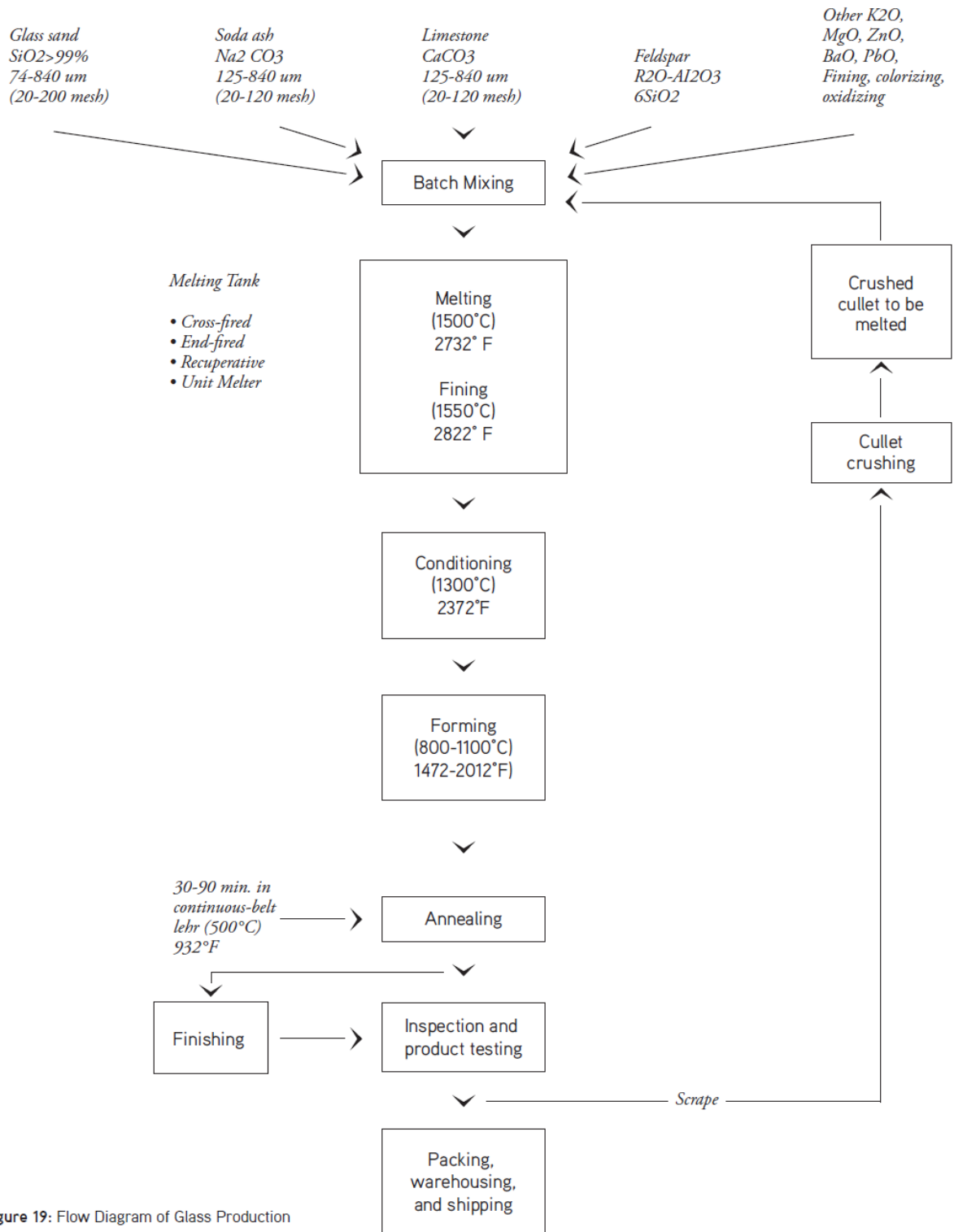


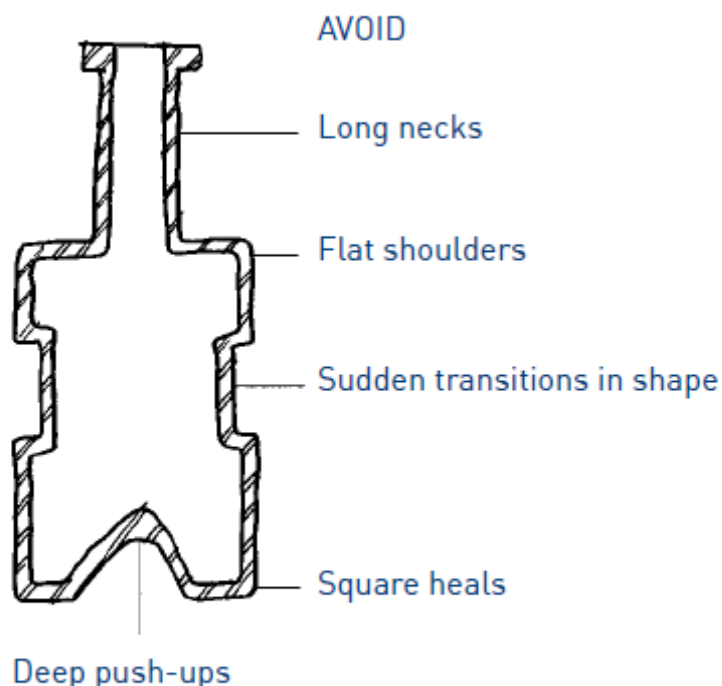
Figure 19: Flow Diagram of Glass Production (U.S. EPA 1995, EPRI 1988)

Kuva 10. Lasin valmistusprosessi<sup>36</sup>.

<sup>36</sup> Sustainable Packaging Coalition, Environmental Technical Briefs of common packaging materials, Metal and Glass in Packaging s.22, 2009

### Lasipakkauksen muotoilu

Koska lasipakkaus painaa paljon ja siihen valmistusvaiheessa syntyy helposti jännityksiä, on suositeltavaa välttää pitkiä kauloja, litteitä olkapäitä, äkkinäisiä muodon muutoksia, neliöpohjia ja syviä pohjamuotoja, katso kuva 10. Sen sijaan sileä, suorasiivinen sylinterimäinen muoto on kestävä ja siinä tarvitaan vähemmän tätä raskasta materiaalia. Vihreässä lasissa voidaan käyttää aina 95 % saakka lasimurskaa, mutta kirkaalle lasille maksimi on 60 % ja ruskealle 65 % lasimurskaa.



All methods are mechanically LESS STRONG.  
Extra glass will be required to compensate.

Kuva 10. Vältä näitä muotoja lasipakkauksessa, sillä ne heikentävät pakkausta ja silloin tarvitaan enemmän materiaalia<sup>37</sup>

### Hyötyjä

Lasi on arvokas epäorgaaninen materiaali, joka voidaan kierrättää tai uudelleen käyttää jatkuvasti ilman että sen ominaisuudet heikkenevät. Kuitenkin sen sulatukseen tarvitaan paljon energiaa (lämpötila 1150-1540 °C). Lasimurskan käyttö laskee sulatuslämpötilaa verrattuna neutseillisiin raaka-aineisiin. Jokainen prosentti lasimurskaa aiheuttaa 0,4 % vähennyksen energiantarpeessa. Kuitenkin Lee et al puhuvat vain 0,2-0,3 % energiantarpeen pudotuksesta<sup>38</sup>. Todennäköisesti käytettäessä alle 50 % lasimurskaa on hyöty suurempi (0,4 %), mutta murskan määrän kasvaessa sitä saatava hyöty vähitellen pienee. Yksi kierrätyslaspullo säästää saman verran energiaa kuin kuluu 4 tunnissa 60 W

<sup>37</sup> [www.wrap.org.uk/retail](http://www.wrap.org.uk/retail) section 5 Material considerations

<sup>38</sup> Lee D. S, Yam K.L, Piergiovanni L, Food Packaging Science and Technology , CRC press 2008

sähkölampussa. Sen lisäksi jokaista kierrätettyä lasitonnia kohden säästyy 590 kg hiekkaa, 186 kg soodaa ja 172 kg kalkkia ja 73 kg maasälpää. Kuusi tonnia lasimurskaa säästää tonnin hiilidioksidi-päästöjä tuotannossa<sup>39</sup>.

#### Haittoja ja uhkia

Lasin valmistaminen vaatii energiaa ja kaivannaisteollisuutta. Raaka-aineiden ja tuotteiden kuljetusmatkat vaikuttavat ympäristöön. Lujuusominaisuuksiltaan hyvä pyöreä muoto vie tilaa. Sen sulkimet ja etiketit ovat eri materiaalia. Asiakaskohtaiset pienet sarjat vaikeuttavat valmistusta. Lasipakkaus on painavampi kuin muut pakkausmateriaalit, joten sillä on vaikutusta kuljetusten energiakäyttöön ja sillä saattaa jopa olla vaikutusta kuluttajien oman auton käyttöön kauppatiekoilla. Harvaanasutussa Suomessa keräily ympäristövaikutukset ovat suuret. Suomessa ei ole enää pakkauslasitehdasta, joten lasinsiru pakkausten valmistukseen pitää kuljettaa muualle esim Viroon. Suomessa pakkauslasista tehdään lisäksi lasivillaa ja lasilaattoja. Panimoiden hylkäämät lasipullot ovat korkealaatuista ainesta kierrätykseen, mutta yleisölasikeräys on valitettavan usein pilattu ilkeällä, kuten kivillä, posliinilla tai metallilla. Tietyt lisäaineet, kuten väriaineena käytetty koboltti, voivat olla uhka. Lasi särkyä helposti, sirut voivat aiheuttaa tapaturmia ihmisille tai eläimille etenkin luonnossa.

#### Kehityskohteita

Uudelleentäyttö säästää ympäristöä. Suomalainen olutpullo on erinomainen esimerkki standardipullosta ja siitä saatavista hyödyistä. Ympäristömyötävyyden korostuessa yhtenäispakkauksiin ehkä tulevaisuudessa palataan muissakin tuotteissa. Lasipakkausta voidaan keventää oikealla muotoilulla ja valmistustekniikalla. Nelikulmaisuus ja lyhytkaulaisuus lisäävät kuljetusten tilatehokkuutta pyöreään muotoon verrattuna. Toisaalta nelikulmaisuus lisää materiaalitarvetta. Finite Element Analyysitekniikkaa kannattaa käyttää ennen muotin valmistamista. Pintakäsittelyillä voidaan vaikuttaa rikkoutumisherkkyteen. Jos tuotantolaitokset ovat lähellä kuluttajia, jäävät negatiiviset kuljetusvaikutukset vähäisemmäksi. Vaahtolasi on ehkä tulevaisuuden mahdollisuus. Vyötteet tai etiketit palavat sulatusprosessin aikana, mutta niiden epäorgaaniset aineet jäävät jäljelle.

#### Jälkikäyttövaihtoehdot

Uudelleenkäyttö: Uudelleentäyttö säästää ympäristöä, vaikkakin silloin pesuvesillä on rehevöittävä vaikutus ks PTR raportti 51. Lasipakkaus soveltuu erittäin hyvin jopa kotona uudelleenkäyttöön, teollisuudessa ruskea olutlasipullo täytetään keskimäärin 33 kertaa.

Kierrätys materiaalina: kierrätettävissä jatkuvasti, erittäin suositeltava vaihtoehto. Kuluttajan ei tarvitse pestä likaisia pakkauksia eikä poistaa etikettejä. Vaatii värierottelun syntypaikassa, jotta arvokkaampi kirkas lasi saadaan hyötykäyttöön. Wrap suosittaa käyttämään orgaanisia päällysteitä, koska ne voidaan polttaa pois ennen uudelleensulattamista.

Energiahyödyntäminen: epäorgaaninen aine, ei pala, joten sillä ei ole energia-arvoa.

Kompostointi: ei sovellu, lasinsirpaleet pilaavat kompostin käytettävyyttä, eivätkä ne ole eroteltavissa.

Kaatopaikka: inertti, mutta materiaalit hukataan

<sup>39</sup> Sustainable Packaging Coalition, Environmental Technical Briefs of Common Packaging Materials, Metals and Glass in Packaging 2009

Roskaantuminen: lasinsirpaleet ovat vaaraksi ihmisille ja eläimille. Sirpaleet hankala kerätä luonnosta ja kestävät siellä pitkään terävinä.

### LCA tietoja

Elinkaarivertailuissa lasi pärjää hyvin, kun on toimiva uudelleentäyttöjärjestelmä ja täyttöpisteet lähellä (Englannin maitopullot ja Suomen olutpullot<sup>40</sup>). Kuitenkin kertakäyttöinen lasi usein häviää kartonkisille tai muovisille vaihtoehdoille painonsa ja kuljetusten ympäristövaikutusten takia. Lasipullo ja vastaava muovipullo kuluttavat samoja määriä energiaa valmistusprosessin aikana, kuitenkin lasi painaa noin viisi kertaa enemmän kuin muovipullo, joten se rasittaa enemmän kuljetuksissa ja muoviin sidottu energia saatetaan vertailututkimuksissa ottaa talteen energiahyötykäyttönä. Ruotsalaisten ja norjalaisten yhteisessä viinitutkimuksessa<sup>41</sup> jossa rahoittajina olivat sekä Tetra että Elopak, lasi oli heikoin useasta pakkausvaihtoehdosta. Tutkimuksen toteuttajat korostavat, että lasiteollisuuden tiedot saattavat olla vanhentuneet.

## **5.5 Puu**

Suomessa vuonna 2008 puupakkauksia käytettiin 906 549 tonnia, pääasiassa puulavoina ja metalliteollisuuden kuljetuspakkauksina. Uudelleenkäyttö muodosti puupakkauksista valtaosan (689 344 tonnia). Jätteeksi joutui 217 205 tonnia, josta materiaalina kierrätettiin 20 % ja hyödynnettiin 99 %<sup>42</sup>.

Puu pakkausmateriaalina on vähän käsiteltyä. Jos viedään tuote puupakkauksessa esim. puulavalla EU:n ulkopuolelle tai jos tuotteita tuodaan puupakkauksissa EU:n ulkopuolelta, tarvitaan kasviturvallisuuden takia puun lämpökäsittelyä toukkien ja muiden tuholaisten tuhoamiseksi. Silloin puun tulee olla standardin mukaisesti käsiteltyä ja merkittyä (merkintä tehdään yleensä polttamalla).

Puun hyviä ominaisuuksia ovat halpuus ja kestävyys, haittoja painavuus. Varsinkin vanerilaatikoita ja puulavoja voidaan käyttää uudelleen pitkään. Puu voidaan hyvin käyttää energiana pakkausikäytön jälkeen. Jonkin verran puupakkauksia käytetään myös kompostin seosaineena. Kaatopaikalla ja luonnossa tapahtuu hidasta maatumista. Niissä olosuhteissa on huomioitava, mitä tapahtuu nauloille ja muille maatumattomille osille.

## **6 Yhteenveto, pakkaussuunnittelijan muistilista**

Pakkaussuunnittelu on vaativaa ja sille on varattava riittävästi resursseja ja aikaa. Seuraavan taulukkoon on kerätty tiiviisti kestävän kehityksen kannalta tärkeitä pakkaussuunnittelun laatuksymyksiä. Se on modifioitu julkaisusta “Design guidelines for sustainable packaging”<sup>43</sup>.

<sup>40</sup> Virtanen, Y, Suomalaisten juomapakkausjärjestelmien ympäristövaikutusten arviointi 2000, PTR:n raportti 51, 2004

<sup>41</sup> <http://www.tetrapakprotects.se/sv/Nyhetscontainer/Vinforpackningar/>

<sup>42</sup> [www.pyr.fi](http://www.pyr.fi), tilastot 1.7.2010

<sup>43</sup> Design guidelines for sustainable packaging version 1.0, 2006, Sustainable Packaging Coalition, Copyright Green Blue Institute.



Taulukko 4. Laatua pakkaussuunnittelussa

<b>suunnitteluperuste</b>	<b>tärkeä kysymys</b>	<b>esimerkkejä</b>
<i>Teknis-taloudelliset tavoitteet</i>		
tekninen toimivuus	suojaako pakkaus tuotetta?	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ muista tasapaino tarpeen ja ylityydyttämisen välillä</li> <li>○ tarkastele koko pakkausjärjestelmää</li> <li>○ suunnittele perustuen odotettavissa oleviin tilanteisiin, ei pahimpaan mahdolliseen vaihtoehtoon</li> <li>○ tutustu uusiin teknologioihin</li> </ul>
kustannukset	onko suunnitelma kustannustehokas?	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ vertaile kustannuksia kohdemarkkinoilla</li> <li>○ käytä materiaaleja ja energiaa tehokkaasti</li> <li>○ kuoleta kustannukset koko eliniän ajalle</li> </ul>
ulkonäkö	kommunikoiko suunnitelma tehokkaasti?	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ tarkista perusoletukset</li> <li>○ panosta viestivyyteen ja myyvyyteen</li> <li>○ painota seurauksia</li> </ul>
<i>Ympäristö- ja sosiaalisen vastuullisuuden tavoitteet</i>		
säädökset	noudattaako?	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ymmärrä ympäristö-, tuote-, kuluttajamääräykset</li> <li>○ huomioi informaatiovaateet</li> <li>○ ennakoi säännösmuutokset</li> </ul>
tarvittavien hyödykkeiden optimointi	optimoiko suunnitelma materiaalien ja energian käytön?	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ vähennä syntypaikkavaikutuksia</li> <li>○ käytä kierrätettyjä materiaaleja</li> <li>○ suunnittele kuljetusta varten</li> <li>○ tarkista hyllyvalmius ja mittasopivuus</li> </ul>
vastuullinen hankinta	onko materiaalit tuotettu ja jaettu vastuullisesti?	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ käytä suunnittelussa hyväksi parhaita käytäntöjä</li> <li>○ muista reilun kaupan periaatteet</li> <li>○ käytä kestävästi tuotettuja uusiutuvia materiaaleja</li> </ul>
materiaaliturvallisuus	ovatko kaikki materiaalit terveellisiä ihmisille ja ympäristölle?	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ osaa käyttämiesi pakkausmateriaalien kemia</li> <li>○ tiedä, mitkä ovat potentiaaliset terveys- tai ympäristövaikutukset koko pakkausketjun aikana</li> </ul>
käytön jälkeinen hyödyntäminen	minne materiaalit menevät käytön jälkeen?	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ harkitse uudelleenkäyttövaihtoehtoa</li> <li>○ suunnittele kierrätystä varten</li> <li>○ varmista energiahyödyntämiskelpoisuus</li> <li>○ vähennä kaatopaikkapäätöjä, uuden materiaalin louhintatarpeita ja roskaantumista kuluttajainformaatiolla</li> </ul>

## 7 Asiasanoja

Hyötykäyttö (Recovery): Kierrätys ja energiahyödyntäminen yhdessä pakkaus- ja pakkausjätedirektiivin mukaan, mutta huomioikaa että yhdysvaltalaiset eivät käytä samassa merkityksessä kuin direktiivi – vain kierrätys on recoveryä

Kierrätys (recycling): pakkausmateriaali käytetään uudelleen, kierrätykseen lasketaan mukaan myös kompostointi eli kierrätys mullaksi

Uudelleenkäyttö (reuse): pakkaus käytetään uudelleen joko sellaisenaan tai puhdistettuna (kuormalavat). Joskus puhutaan toisiokäytöstä, jolloin pakkaus käytetään uudelleen kotona, esim. raejuustopurkki marjojen pakastamiseen.

Jäte (waste): kun pakkaus tyhjennetään, siitä tulee jätettä Euroopassa, mutta Yhdysvalloissa jätettä, vasta kun sitä ei saada hyötykäytettyä.

## 8 Lyhenteet

AOX	Adsorbable organic halogen compounds. Jäteveten organisesti sitoutuneiden halogeeniyhdisteiden määrä
BOD	Biological oxygen demand, Biologinen hapen tarve
CEN	European Committee of Standardization
CEPI	Confederation of European Paper Industries
COD	Chemical oxygen demand. Kemiallinen hapen tarve
EC	European Commission
EFSA	European Food Safety Authority
ECR	Effective Consumer Response
EN	CENin vahvistamien standardien lyhenne
FEFCO	European Federation of Corrugated Board Manufacturers
GMO	Genetically modified organism
HDPE	High-density Polyethylene
ISO	International Organization for Standardization
LCA	Life Cycle Assessment/Analysis
OPP	Oriented polypropylene
PALPA	Suomen Palautuspakkaus Oy.
PEHD	High-density polyethylene
PET	Polyethylene terephthalate
PPWD	Packaging and Packaging Waste Directive
PVC	polyvinylikloridi
PVDC	polyvinyylideenikloridi
REACH	EU:n kemikaalilaki
SFS	Finnish Standards Association
SVHC	Substance of Very High Concern
TC	Tekninen komitea (ISO/TC 122 Packaging and CEN/TC 261 Packaging)
WRAP	UK:n hallituksen rahoittama Waste & Resources Action Programme

## Liite 1. Pakkauksen tehtäviä

Oheinen lista pakkauksen tehtävistä eri tilanteissa on modifioitu Consumer Goods Forumin Global Packaging projektin aineistosta ISO 18601 standardin CD ehdotukseen.

Sisältäminen	- Sisältävät tuotteet käyttökelpoisissa määrissä
Suojaaminen	- Lisää säilyvyysaikaa, hyllyaikaa - Estää rikkoutumista (mekaaninen suojaaminen) - Estää kontaminaation, väärinkäytökset ja varkaudet - Estää pilaantumisen - Toimii estokerroksena kosteudelle, kaasuille, valolle, hajuille ja aromeille
Käsittely/kuljetukset	- Myyntitilanne - Kuluttajapakkausten toimittaminen - Myymälä- ja kuljetuspakkausten toimittaminen - Kuljetus tuottajalta käyttäjälle
Varastointi	- Mahdollistaa tuotteen turvallisen varastoinnin varastossa, tukussa, vähittäiskaupassa ja kuluttajalla
Käyttömukavuus	- Tuotteen säilyttäminen - Annostelu / osittaminen - Tuotteen valmistaminen ja tarjoilu
Informaatio	- Yhteystiedot - Tuotteen kuvaus - Jälkikäyttö - Lain vaatimat tiedot tuotteesta ja pakkauksesta - Valmistusaineet - Ravitsemus ja varastointitiedot - Avaamisohjeet - Tuotteen tunnistus - Tuotteen valmistus- ja käyttöohjeet - Brändiin liittyvät asiat kuten myynninedistäminen - Turvallisuusohjeet ja -varoitukset
Esittäminen	- Esittelee tuotteen käyttäjälle - Esittelee brändin - Tuotepiirteet ja hyödyt - Kertoo tuotteen ominaisuudet