



19.4.2018

MUOVI TÄRKEÄSSÄ TEHTÄVÄSSÄ

1. Muovin käyttöä pitäisi vähentää?

Vastuullinen muovien käyttäminen ei tarkoita muovin käytöstä luopumista. Muoviroskaa sen sijaan pitäisi vähentää ja muovijätteen hyödyntämistä materiaalina lisätä. Tämä vaatii kiertotalouden ratkaisuja ja kierrätyksen tehostamista. Luontoon muovit tai mikään muutenkaan roskat eivät kuulu.

Muovit ovat pääosin petrokemian tuotteita. Ne valmistetaan polttoaineiden tuotannosta ylijäävistä hiilivetyvirroista, jotka aiemmin poltettiin öljynjalostamojen soihduissa taivaalle. Kaikesta ihmisen käyttämästä öljystä 4–5 % riittää kaikkien muovituotteiden valmistukseen. Muoveja voidaan valmistaa muistakin hiilivedyistä, joita saadaan esimerkiksi biologisista prosesseista. Nämä voivat olla perinteisiä muoveja vastaavia tai biologisesti hajoavia, eli kompostoituvia muoveja. Öljy ei siis ole välttämätön muovien raaka-aine.

Muovi ei sinänsä ole missään itsetarkoitus. Kohteet, joissa muoveja käytetään, edellyttävät materiaaliominaisuuksia, joita muovit tai niiden yhdistelmät pystyvät usein parhaiten tuottamaan.

Materiaalina muovin hyvät ominaisuudet ovat moninkertaiset verrattuna huonoihin: muovi on moneen muuhun materiaaliin verrattuna kevyttä, suojaavaa, hyvin vapaasti muotoiltavaa ja värjättävää. Muovien työstölämpötilat ovat alhaiset, jolloin prosessointiin kuluu vähemmän energiaa ja vettä tuskin lainkaan. Materiaalina muovi on ihmisen hallittavissa. Kestävänä materiaalina muovista valmistetut tuotteet kestävät kymmeniä vuosia.

Muovin kulutuksen vähentäminen esitetään ratkaisuksi muovien aiheuttamiin ympäristöongelmiin. Luonnonvarojen kokonaiskulutuksen näkökulmasta ei mitenkään voida lopettaa kaikkien muovituotteiden käyttöä. On todettu, että muovien käytöllä on positiivisia ympäristövaikutuksia, mm. raaka-aineiden ja energiansäästöjen kautta. Kevyen ja kestävä muovin käyttäminen vähentää erityisesti teollisuuden ja liikenteen päästöjä. Auto- ja lentokoneteollisuudessa muovikomposiittirakenteiden ansiosta polttoaineen kulutusta ja sitä kautta ympäristövaikutuksia on onnistuttu vähentämään keventämällä painoa jopa 40–50 %.

On tutkittu¹, että muovien korvaaminen muilla materiaaleilla lisäisi läntisen Euroopan energian kulutusta 22,4 miljoonaa öljytonnia vastaavalla määrällä vuodessa. Muovien poisto merkitsisi maan osan kasvihuonepäästöjen lisääntymistä vähintään 97 miljoonalla tonnilla.

Muovin käytön vähentämisen sijaan pitäisi kehittää materiaalin kierrätysmahdollisuuksia. Ympäristövaikutuksia voidaan vähentää myös hyvällä tuotesuunnittelulla, jossa optimoidaan materiaalin tarve, käyttöikä ja kierrätettävyyden. Jokaiseen käyttötarkoitukseen tulee voida suunnitella materiaali-tehokkain ja toimivin ratkaisu.

2. EU-tasolla tähdätään muovin käytön rajoittamiseen.

EU säätelee käytännössä kaikkia täällä valmistettavien muovien raaka-aineita sekä valtaosaa muovien käyttökohteista. Nyt materiaalisääteley on kasvamassa huomioimaan kiertotalouden linjauksia. Komissio julkaisi tammikuussa EU:n ensimmäisen muovistrategian, jonka tavoitteena on vähentää muovijätteen ja -roskan aiheuttamia ongelmia. Strategia tunnustaa lähtökohtaisesti täysin muovien edut ja käyttökelpoisuuden.

Strategiassa halutaan tehostaa muovin talteenottoa ja kierrätystä sekä tuotesuunnittelua, joka edistää muovituotteiden uudelleenkäyttöä, korjattavuutta ja kierrätystä. Samalla luodaan edellytyksiä uusille kiertotalouden innovaatioille ja investoinneille.

Suomalainen muoviteollisuus pitää strategiaa hyvänä asiana. Strategiaa ei kuitenkaan pidä tulkita kansallisella tasolla vain rajoittavana, mitä se ei pohjimmiltaan ole.

Muoviteollisuudelle EU:n strategia on mahdollisuus kehittää alaa edelleen. Lisäämme esimerkiksi uusiomateriaalien käyttöä tuotteissamme siten, kuin se on eri tuoteryhmissä asiakkaillemme mahdollista. Esimerkiksi elintarvikepakkauksissa on nykyisellään rajalliset mahdollisuudet uusiomateriaalien käytölle. Kestomuovien, kuten muoviputkien, kohdalla uusiomateriaalin käyttö on laajaa ja kasvussa.

3. Kertakäyttöisestä muovista pitäisi luopua.

Kertakäyttöisestä muovista puhuttaessa on huomioitava, että käytännössä kertakäyttöisyys on aina suhteellista ja tuotekohtaista. Tavallisimmin kertakäyttöisyydestä puhutaan erilaisten elintarvikepakkausten yhteydessä. Toisaalta muovinen viemäriputki ja ämpäri eivät ole ikuisia, joten niitäkin voidaan pitää kertakäyttöisinä. Toki niiden käyttöiät lasketaan kymmenissä, jopa sadoissa vuosissa.

Käytännössä lähes kaikki elintarvikkeissa käytettävät muovipakkaukset ovatkin kertakäyttöisiä. Suurin osa elintarviketeollisuuden käyttämästä muovista on uudelleen hyötykäyttöön kierrätettävissä. Muovipakkauksista kierrätetään tällä hetkellä Suomessa noin 27,5 %, kun EU:n vaatimus on 22,5 %. Ne muovit, jotka eivät Suomessa päädy kierrätykseen, hyödynnetään energiatuotannossa. Kaatopaikoille muovia ei käytännössä päädy.

On hyvä huomata, että suurin osa kaikista elintarviketeollisuuden pakkauksista sisältää muovia jossain muodossa, esim. päällysteenä kartonkisissa nestepakkauksissa. Pakkauksen tärkein tehtävä on suojata tuotetta, vähentää hävikkiä ja varmistaa pitkä käyttöaika. Kaikki nämä ovat luonnonvarojen säästämiseen tärkeitä asioita.

Tietyissä käyttökohteissa muovin kertakäyttöisyys on välttämätöntä ja myös lailla säädeltyä. Kertakäyttöisen muovin avulla voidaan turvata esimerkiksi hygienia ja potilasturvallisuus terveydenhuollossa.

Muovin vastuullinen tuottaminen tarkoittaa, että tuotteet tuotetaan materiaalitehokkaasti, selkeään tarpeeseen ja pitkäaikaiseen käyttöön.

4. Muovia pitäisi korvata muilla materiaaleilla.

Muovi ei ole vain yksi materiaali, vaan hyvin paljon erilaisia ominaisuuksia omaava moderni materiaalien ryhmä. Muovi on korvaamaton materiaali lukemattomissa eri käyttökohteissa joka päivä. Yleisesti ottaen muovien käyttö tukee ihmisten hyvinvointia ja edesauttaa yhteiskunnan kestävästä kehitystä.

Vuonna 2005 tehdyssä tutkimuksessa selvitettiin 174 tuotteen resurssien kulutusta ja ympäristövaikutuksia². Vertailussa oli mukana niin pakkauksia, ajoneuvojen osia, sähkölaitteita, rakennustuotteita kuin terveydenhuollon välineitä. Tutkimuksessa todettiin, että 19 % muovituotteista ei ole käytännössä korvattavissa muilla materiaaleilla. Niissä tuotteissa, joissa muovien poisto olisi suorituskäytännön ja kriittisten ominaisuuksien puitteissa jollain tavoin toteutettavissa, tarvittaisiin 26 % enemmän energiaa vastaavan tuotteen valmistamiseen.

5. Mitä tehtäviä muovilla on yhteiskunnassa?

Muovilla on tärkeä merkitys **elintarviketurvallisuudessa** elintarvikkeiden ja muiden kriittisten tuotteiden pakkaamisessa: muovista valmistettu pakkaus suojaa tuotetta pilaantumiselta ja ulkoisilta haitoilta, kuten kolhuilta kuljetuksen aikana. Kevyenä materiaalina se tehostaa kuljetuksia. Muovinen pakkaus pitää bakteerit ja muut taudin aiheuttajat tehokkaasti ulkopuolella. Muovi on lisäksi hygieeninen materiaali, josta ei irtoa ruokaan hajuja tai makuja. Muovien elintarvikekontaktisäädökset ovat hyvin tiukat ja yksityiskohtaiset

Muovi mahdollistaa yhteiskunnan **infrastruktuurin** toimivuuden. Vesi- ja viemäriverkostojen ansiosta saamme puhdasta vettä tarpeen mukaan ja likavesi poistuu turvallisesti käsittelyyn. Vesihoito on edellytys päivittäiselle hyvinvoinnillemme, hygienialle ja ylipäätään hengissä säilymiselle.

Muovi on korvaamaton materiaali yhteiskunnan **energianjakelun kannalta**. Muovin hyvä muovatavuus yhdistettynä sen sähköä ja lämpöä eristäviin ominaisuuksiin luo perustan lähes kaiken energian tuotannolle ja siirtämiselle. Käytännössä muovi on materiaali, joka mahdollistaa kaukolämmön olemassaolon ja sähkökaapeloinnit. Se on materiaalina tärkeässä roolissa mukana myös uusiutuvien energiaratkaisujen kehittämisessä ja yleistymisessä, esim. tuulivoima.

Muovi mahdollistaa modernin **terveydenhuollon saatavuuden, toimivuuden ja tehokkuuden**. Suuri osa sairaaloissa käytettävistä laitteista, instrumenteista ja tarvikkeista on valmistettu erilaisista, tarkoin säädellyistä muoveista. Myös monet kuluttajakäyttöön tarkoitettujen terveystuotteiden ja laitteiden sekä lääkeannostelijat on muovia.

Muovit ovat korvaamattomassa roolissa myös ihmisten jokapäiväisen **turvallisuuden** kannalta. Esimerkiksi monet autojen turvalaitteet, pyöräilykypärät, pelastusliivit ja palohälyttimet on lähes poikkeuksetta valmistettu erilaisista muoveista.

6. Muovipakkauksia pitäisi vähentää.

Muovipakkauksia käytetään, koska muovilla on materiaalina useita ainutlaatuisia ominaisuuksia. Monikäyttöisestä muovista voidaan tuottaa kevyitä ja kestäviä pakkausratkaisuja, jotka suojaavat tuotteita pilaantumiselta ja rikkoontumiselta.

Elintarvikkeiden pakkaukset estävät tehokkaasti hävikkiä. Muovipakkauksella voidaan varmistaa, että elintarvikkeen, kemikaaliin tai lääkkeen tuotantoon käytetyt luonnonvarat hyödynnetään täysimääräisesti. Suomessa ruokahävikki tuottajalta kuluttajalle on noin 3 %, kun kehittyvissä maissa vastaava luku on jopa 50 % johtuen puutteellisista pakkauksista ja kylmäketjusta. Muovisen myyntipakkauksen osuus tuotannon energiankulutuksesta ja päästöistä on noin 2 %³.

Muovisia pakkauksia kehitetään jatkuvasti. Eräs linja kehitystyössä on ollut muovimateriaalin vähentäminen pakkauksissa, sillä ylimääräinen materiaali pakkauksissa ei ole kenenkään etu. Muovipakkauksia on jo saatu kevennettyä huomattavasti ilman, että niiden perusominaisuudet heikkenevät. Esimerkiksi yhden litran pesuainepullo on keventynyt kehitystyön ansiosta 64 % vuodesta 1970 lähtien³.

Markkinoilla on jo olemassa erilaisia biopohjaisia muoveja, jotka on tehty uusiutuvista raaka-aineista. Ne voivat olla aivan normaaleja valtamuoveja tai sitten uusia muoveja, joiden ominaisuudet saattavat poiketa totutusta. Näitä materiaaleja voidaan mahdollisesti tulevaisuudessa hyödyntää myös pakkauksissa ja elintarvikkeiden pakkaamisessa. Biopohjaisten elintarvikkeiden tuotantoon, käyttöön ja uudelleenkäyttöön liittyvän ketjun ekologinen kokonaiskestävyys on kuitenkin vielä osoittamatta.

7. Muovi aiheuttaa ympäristöongelmia.

Suomalainen muoviteollisuus on huolissaan muoviroskan aiheuttamista globaaleista ongelmista. On hyvä muistaa, että roskaantuminen ei ole materiaalin ominaisuus, eikä muovi kuulu luontoon. Mitä tahansa materiaalia käytettäessä syntyy hiilidioksidipäästöjä sekä jätettä.

Ihmisen toiminta on avainasemassa, kun ehkäistään roskaantumista. Muovia päätyy luontoon erityisesti kehittyvien maiden puutteellisen tai olemattoman jätehuollon vuoksi. Maailmanlaajuisesti vain noin 9 prosenttia muovista päätyy kierrätykseen. Yli 90 % maailman valtamerien muovijätteestä on peräisin kymmenestä joesta, joista kahdeksan sijaitsee Aasiassa ja kaksi Afrikassa⁴. Näissä maanosissa onkin perusteltua pohtia muovinkäytön rajoituksia ympäristön suojelemiseksi, mutta esimerkiksi Euroopassa vastaavat rajoitukset lisäisivät hiilijalanjälkeämme. Globaalin muovikierrätysongelman ratkaiseminen vaatii investointeja ja panostuksia osaamiseen kehittyvissä talouksissa. Olisi myös perusteltua miettiä, tulisiko esimerkiksi kehitysyhteistyövaroja ohjata laajemmin tämän ongelman ratkaisuun niissä maissa, jossa ei ole resursseja parhaillaan toteuttaa toimivaa kierrätysjärjestelmää.

Meillä Suomessa muovijätteet hyödynnetään joko materiaalina tai energiana. Muoviteollisuus on itse jo vuosia kierrättänyt materiaalia omassa tuotannossaan vähentääkseen jätettä ja ohjatakseen arvokkaan materiaalin uudelleen käyttöön. Suomessa muoviroskaa päätyy luontoon piittaamattomuuden seurauksena.

Piittaamattomuutta ja muoviroskaa on kaikkialla, myös meillä Suomessa. Kierrätyksestä on tehtävä helppoa ja ihmisten toimintaa on ohjeistettava. Esimerkiksi taloyhtiöihin hankitaan yhä enemmän muovinkierrätysastioita, mikä helpottaa kierrättämistä.

Kun tarkastellaan globaalisti eri materiaalien tuotannosta ja prosessoinnista aiheutuvia päästöjä, on muovin osuus pieni. 56 % teollisista hiilidioksidipäästöistä ja 20 % kaikista energia- tai prosessi-peräisistä päästöistä liittyy viiteen yleisimmin käytettyyn materiaaliin: teräkseen, sementtiin, muoviin, paperiin ja alumiiniin. Kaikista teollisista hiilidioksidipäästöistä teräksen osuus on 25 %, sementin 19 %, muovin 5 %, paperin 4 % ja alumiinin 3 %⁵.

8. Miten suomalainen muoviteollisuus edistää vastuullista muovin käyttöä?

Muovien kierrätys, uudelleen käytettävät muovituotteet sekä jatkuva materiaalien ja muovituotteiden kehitys ovat pitkään olleet osa suomalaisten muoviteollisuuden toimintaa ja ydinosaamista. Muoviteollisuus perusti Suomeen vuonna 1992 yhden Euroopan ensimmäisistä muovien tuottaja-vastuuyhtiöistä. Ala on ollut mukana käytännössä kaikissa muovien ympäristökehitystoimissa maassamme, muun muassa CFC-luopumisessa, uudelleentäytettävien muovipullojen ja kuljetuspakkausten valmistuksessa panttijärjestelmään sekä kuluttajapakkausten kierrätyksessä. Nykyisin monet näistä asioista luetaan kiertotalouteen. Suomi on materiaali- ja energiatehokkuuden kärkimaita maailmassa, mikä on osin muovituotteidenkin ansiota.

Muoviteollisuus ry ja sen yritykset neuvovat ihmisiä oikeiden muovituotteiden hankintaan ja käyttöön. Lisäksi Muoviteollisuus ry jakaa valtakunnallisesti laadukasta ja ajantasaista tietoa muovien ominaispiirteistä sekä muovien käytöstä mm. verkkosivustollaan www.plastics.fi.

9. Mitä mikromuovit ovat ja missä niitä käytetään?

Alle 5 mm:n kokoisia muovihiukkasia kutsutaan mikromuoviksi. Mikromuoveja on kahdenlaisia: tarkoituksella tuotettuja primäärejä mikromuoveja sekä muovin hajotessa syntyviä sekundäärejä mikromuoveja.

Suomalainen muoviteollisuus ei lisää tuotteisiinsa mikromuoveja. Valmistuksessa tosin käytetään raaka-aineina noin 5 mm:n kokoisia pellettejä, jotka sulavat kokonaan osaksi tuotetta. Raaka-aineina käytettävät pelletit tilastoidaan mikromuoveiksi, jos niitä karkaa ympäristöön esimerkiksi raaka-ainekuljetuksista. Suoranaisia, pellettejä pienempiä ns. primäärejä mikromuoveja käytetään esimerkiksi kosmetiikassa ja pesutuotteissa hankaavina ja puhdistavina ainesosina, tulostimien musteessa sekä hiekkapuhalluksessa.

Sekundäärit mikromuovit syntyvät muovin hajotessa esimerkiksi UV-säteilyn tai lämpötilamuutoksen vuoksi. Tekstiileistä ja liikenteestä mikromuoveja pääsee ympäristöön huomattavasti enemmän kuin kosmetiikasta.

Yhdyskuntajätevedet ja hulevedet sisältävät epäpuhtauksia, mukaan lukien mikromuoveja, jotka kulkeutuvat Suomen vesistöihin. Suomessa jätevedenpuhdistamot puhdistavat jopa 99 prosenttia mikromuoveista, mutta yksi prosentti läpäisee tämän puhdistamisprosessin. Yhdyskuntajätevesiin mikromuovit päätyvät kosmetiikasta ja puhdistusaineista. Muoviteollisuuden yritykset ovat eturivissä kehittäneet ja kehittävät edelleen ratkaisuja ongelmaan esimerkiksi hulevesien keräämiseen ja käsittelyyn tarkoitettujen järjestelmien avulla.

Valtamerien muovijätelautat ovat hälyttäviä. On arvioitu, että merien muoviroskasta 10 % olisi mikromuovia. Itämerellä tilanteen on raportoitu olevan melko stabiili. Määrät eivät näytä kasvaneen, mutta tutkimusta tarvitaan lisää, myös järvien ja jokien osalta. Virtaukset saattavat kuljettaa mikromuovipartikkeleita pitkiä matkoja, ja ne saattavat houkutella mukanaan erilaisia tulokaslajeja ja taudinaiheuttajia. Myös Suomen järvistä on löydetty mikromuovia. Mikromuoveja voidaan torjua paremmalla jäteveden ja jätteiden käsittelyllä. Näissäkin torjuntatoimissa tarvitaan oikeita muovituotteita.

Terveysvaikutuksia ihmiselle tai eliöstölle ei vielä tiedetä, mutta riskeinä pidetään muovien sisältämiä ja itseensä keräämiä haitallisia aineita⁷.

10. Muoviteollisuuden pitäisi yhä nopeammin siirtyä käyttämään biopohjaisia raaka-aineita ja kehittää biohajoavia muoveja.

Viime aikoina on alettu puhua biomuoveista. Termi on melko hämäävä. Oikeampaa olisi puhua biopohjaisuudesta, joka taas on eri asia kuin biohajoava.

Biopohjainen muovi voi olla hyvin tai huonosti biohajoavaa. Aivan synteettisestä muovista puolestaan saadaan haluttaessa biohajoavaa. Biopohjaisiin ja biohajoaviin muoveihin kohdistuva kiinnostus on tällä hetkellä erittäin voimakasta. Todellisten hyötyjen ja ympäristövaikutusten analyysi on kiinnostuksessa jäänyt vähän jälkeen.

Useilla suomalaisilla muoviteollisuuden yrityksillä on jo olemassa valmiudet tuottaa biohajoavia ja biopohjaisia muoveja, muovituotteita sekä niiden käytännön sovellutuksia. Tietyissä käyttökoh-teissa, kuten käytettäessä biohajoavia muoveja kehonsisäisessä lääkennostelussa, näiden uusien muovien edut ovat ilmeisiä, mutta suuressa mittakaavassa perinteisten muovien korvaajiksi niistä ei vielä tällä hetkellä ole.

Suomalainen muoviteollisuus panostaa kaikkien uusien muovien tutkimukseen. Tavoitteena on säästää ja varmistaa muovien raaka-aineiden saatavuus ekologisesti tehokkaasti ja ympäristöä kunnioittaen. Biopohjaiset, biohajoavat tai suoraan ilmakehän hiilidioksidista valmistettavat muovit ovat tulevaisuuden raaka-aineita, joihin liittyy vielä runsaasti selvitettäviä kysymyksiä (säilyvyys ja kestävyys, tuotanto- ja käyttöketjun ekologisuus, toimivuus elintarvikekäytössä jne.).

11. Mitä hyötyä on pakkausmuovien kierrättämisestä?

Suomessa kuluttajien on ollut mahdollista lajitella ja kierrättää muovipakkaukset vuodesta 2016 alkaen, jolloin muovipakkausten vieni kaatopaikoille maassa kiellettiin. Kierrätysmäärät ovat nousseet siitä lähtien. Kuluttajapakkausista kierrätetään tällä hetkellä noin 10 % markkinoille saatetusta määrästä. Yrityspakkausten osalta vastaava luku on 36 %. Pantillisten pakkausten palautusaste on tunnetusti Suomessa korkea.

Fortumin Riihimäelle sijaitseva Muovijalostamo jalostaa kuluttajilta, maataloudelta ja kaupalta erilliskerätyistä muoveista uusioraaka-ainetta teollisuudelle. Jo nyt kierrätysmuovista valmistetaan muun muassa kukkaruukkuja, saaveja ja kaupan kierrätysmuovikasseja.

Suhteellisen puhdas pakkausmuovi sinällään soveltuu hyvin kierrätykseen, eikä sen prosessoiminen uudestaan vaadi paljoa energiaa. Pakkausmuovien järkevällä kierrätyksellä säästetään sekä energiaa että fossiilisia luonnonvaroja, ja samalla luodaan uutta liiketoimintaa. Kierrätykseen soveltumattomat muovit hyödynnetään energiana. Muovin energia-arvo on lähes maakaasua vastaava, jolloin siitä voidaan poltettaessa saada ihmisille välttämättömiä tuotteita kuten sähköä tai lämpöä asianmukaisessa jätevoimalassa, joita Suomessa on kymmenkunta.

12. Miksi kaikkea muovia ei voida kierrättää?

Kaikki muovit on kierrätettävä parhaalla mahdollisella, käytettävissä olevalla menetelmällä. Materiaalikiertojen suunnittelussa on varmistettava, että haitalliset aineet poistetaan uusioraaka-aineista. Esimerkiksi vanhoissa muovituotteissa on käytetty aineita, joiden haittoja ei tunnettu, kun tuote valmistettiin. Nämä aineet pitää tunnistaa ja poistaa muovin turvallisesta kierrosta.

Energiahyödyntäminen on jatkossakin säilytettävä vaihtoehtojen joukossa, sillä se on ainoa turvallinen tapa haitallisten aineiden poistoon. Samalla hyödynnetään muoviin sitoutunut energia. Muovin kierrätyksen keinovalikoimaan pitäisi ottaa mukaan myös kemiallinen kierrätys, joka tekee tuloon ja joka poistaa mekaaniseen kierrätyksen rajoitteita.

Ohjeita muovinkierrätykseen on julkaistu osoitteessa: www.uusiomuovi.fi

Lähteet:

1. GUA (Gesellschaft für umfassende Analysen GmbH), Austria: "The contribution of plastics to resource efficiency", Muoviteollisuus
2. Lähde: GUA (Gesellschaft für umfassende Analysen GmbH), Austria: "The contribution of plastics to resource efficiency", Muoviteollisuus
3. INCPEN. (2008). Facts and Figures. Packaging in Perspective. P13.
4. <http://www.viite.fi/2018/03/03/hyva-paha-muovi/> ja https://www.ufz.de/index.php?en=36336&webc_pm=34/2017 ja <https://www.economist.com/news/leaders/21737502-eight-out-top-ten-polluters-are-developing-asia-dont-bin-plastic-solve-polymer>
5. Allwood, J.M., Ashby, M.F., Gutowski, T.G., Worrell, E., Material efficiency: A white paper, Resources, Conservation and Recycling 55 (2011), pp 362-381.
7. Setälä ym. 2016
8. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/167421/SYKEra_37_2016.pdf?sequence=1 ja [http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Muovit/Kysymyksiä_ja_vastauksia_muoveista\(46356\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Muovit/Kysymyksiä_ja_vastauksia_muoveista(46356))