

Muovi-ilmio 3.0



Maija Pohjakallio

Pilottikouluina Ymmerstan koulu (Päivi Klemetti, Seppo Mattila) ja
Helsingin Suomalainen Yhteiskoulu (Katariina Lokki, Katariina Yliheikkilä)

Päivitykset Esko J. Pääkkönen 1-2019
Pirjo Pietikäinen 6-2019



MUOVITEOLLISUUS RY
Finnish Plastics Industries Federation

MUOVI ILMIÖNÄ

Muovit ovat suhteellisen uusi tulokas materiaalien joukkoon. Niitä on käytetty laajamittaisesti vasta vajaa vuosisata. Nykyisin muoveja on lähes kaikkialla. Aina ei ole helppoa löytää kattavaa, luotettavaa ja puolueetonta tietoa muoveista. Muoveilla on laaja käyttöalue ja myös erilaisia merkityksiä eri elämänaueilla.



Futuro-talo mm. EMMAn pihalla Espoossa

Muovit ovat osa teollista ja jälkiteollista historiaamme. Ne ovat tietysti kemiaa ja fysiikkaa. Muovit kuvaavat yhteiskunnan muutosta, elintason nousua, liikkumisen lisääntymistä, sairaanhoidon kehittymistä, jopa kulttuurien muuntautumista uudeksi. Muovien näkökulmasta pääsee kiinni myös luonnonsuojeluun säästön ja kulutuksen kantilta. Kuinka monen elämä liittyykään muoveihin rakentamisen, askartelun, taiteen, muotoilun tai käsityön välityksellä? Yrittäjyys, high-tech, design, liikunta - jopa biologia, näissä kaikissa muovien kehitys on jollain tavoin mukana. Ei ole enää mahdollista tai oikeastaan älyllisesti reilua tyytyä määrittelemään muovia kaavamaisesti:

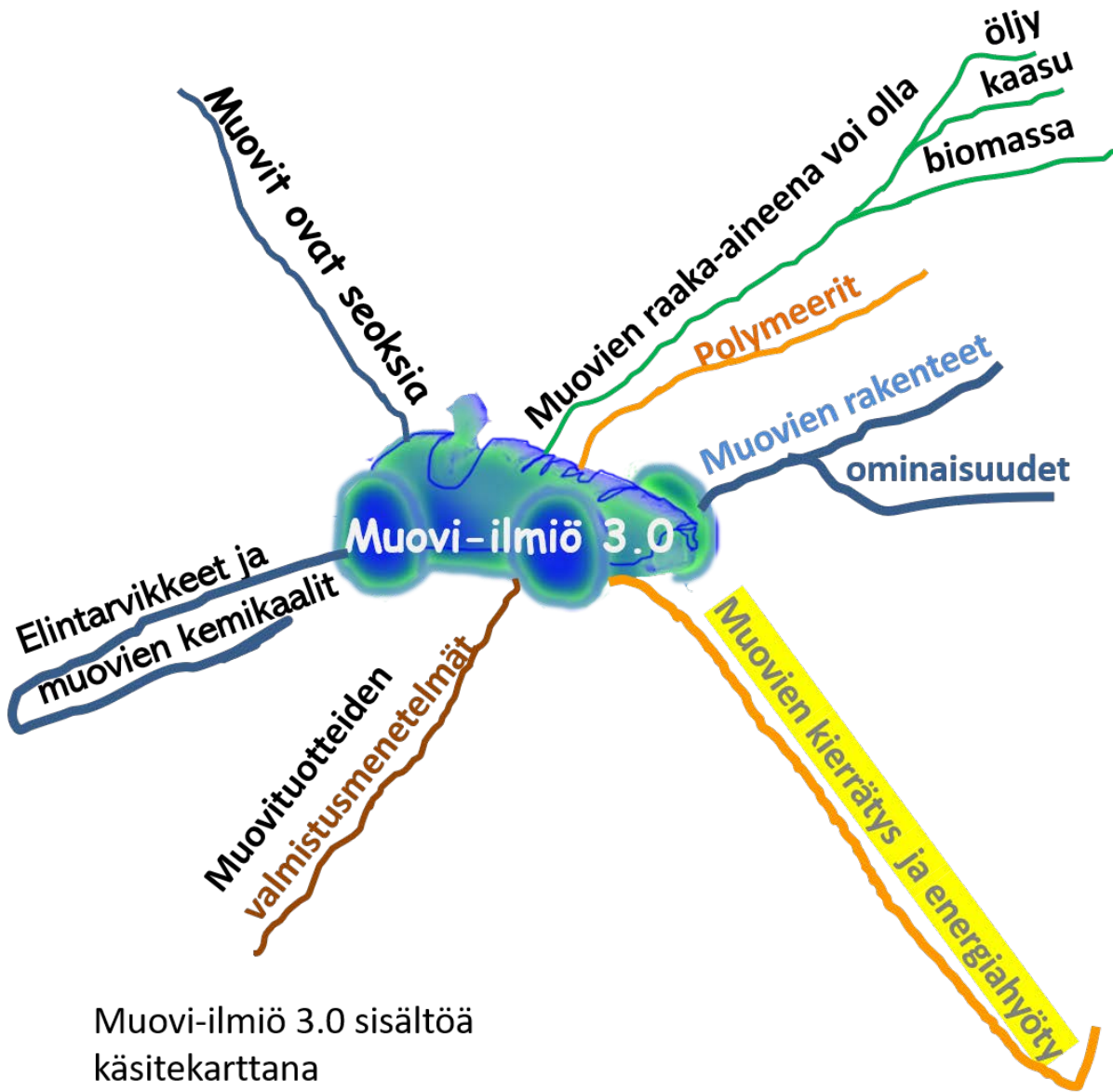
muovi = polymeeri + (lisäaineet). Uutta muoviteollisuudessa ovat biopohjaiset raaka-aineet sekä tuotteiden valmistus 3D-tulostimella.

Tämä pilottiprojektin pohjalta kehitetty oppilaan vihko **Muovi-ilmio 2.0**. ilmestyi vuonna 2013. Muoviteollisuus ry kannustaa kaikkia muovi-ilmion ihmettelyyn ja testaamaan, miten sen avulla voisi rakentaa oppimista, löytää uusia näkökulmia ja parantaa epäkohtia.

Kuulen mielelläni lisää ideoita sinulta ja luokaltasi, kerro vaikka omasta muovi-ilmioistänne, palautetta voit laittaa suoraan minulle: vesa.karha@plastics.fi. Vihkon tietoja on päivitetty 2019, mm. kotimaisen muovinkierätyksen ja muovitiekartan pohjalta.

Muoviteollisuus ry
Vesa Kärhä





Muovi-ilmio 3.0 sisältää käsitekarttana



Muovi-ilmio 3.0

1. Muovit ovat seoksia.....	5
2. Muovien raaka-aineena voi olla öljy tai vaikkapa tärkkelys	6
3. Polymeerit	9
Luonnonpolymeerit	10
Muunnellut luonnonpolymeerit	11
Synteettiset polymeerit	12
4. Muovien rakenteet ja ominaisuudet	16
I Polymeerin koostumus	16
II Polymeeriketjujen pituus ja haaroittuneisuus.....	17
III Polymeeriketjujen väliset sidokset	17
IV Polymeeriketjujen avaruudellinen eli kolmiulotteinen muoto	18
V Muovin sisältämät muut aineet	19
Kestomuovien yhteiset ominaisuudet.....	19
5. Muovituotteiden valmistusmenetelmät	23
Seitsemän menetelmää ja lujitemuovit	24
6. Muovien kierrätys, energiahyötykäyttö ja hävittäminen	27
Älä viskaa muoveja mäkeen!	27
7. Elintarvikkeet ja muovien kemikaalit.....	31
8. Muoveihin ja polymeereihin liittyviä videoita.....	32

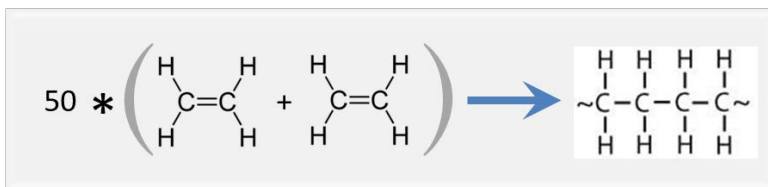
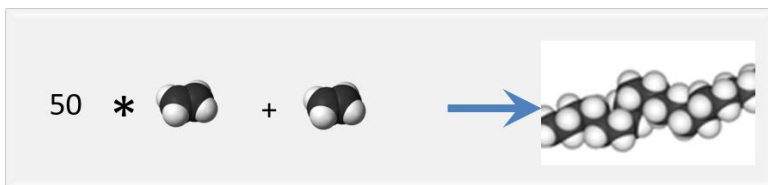
Lisää tietoa muoveista ja tehtäväkortteja löydät osoitteesta www.plastics.fi/muovi-ilmio



1. Muovit ovat seoksia

Muovit ovat materiaaleja, jotka koostuvat pitkistä polymeeriketjuista sekä lisäaineista ja jotka jossakin valmistuksen vaiheessa ovat muovattavissa esimerkiksi lämmön ja paineen avulla. **Muovit ovat siis seoksia**, kun taas polymeerit ovat puhtaita kemiallisia yhdisteitä. **Polymeerejä esiintyy myös luonnossa.**

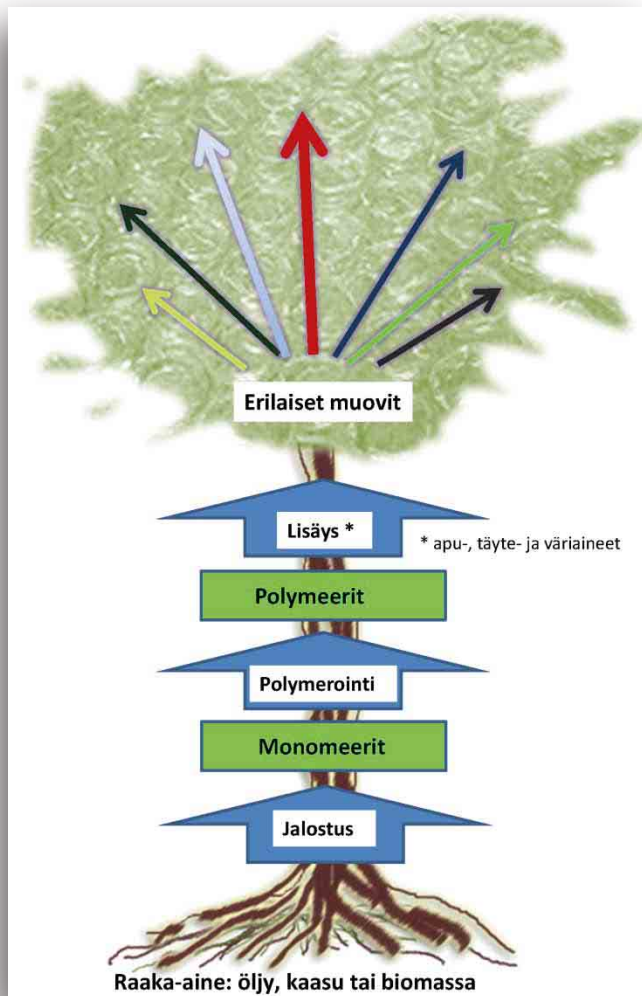
Polymeeri on nimitys yhdisteille, jotka koostuvat pitkistä ketjumaisista molekyyleistä, joissa on jokin toistuva osa. Polymeeriketjut ovat muodostuneet siten, että pieniä monomeerimolekyyliä on **liittynyt yhteen eli polymeroitunut** pitkiksi ketjuiksi. Etuliite poly tarkoittaa monta ja mono tarkoittaa yksi. Molekyyli on kemian termi sellaiselle aineen rakenneosalle, jossa atomeja on liittynyt toisiinsa yhteisten elektronien avulla. Kun yli 50 monomeeria liittyy yhteen, muodostuu polymeeriketju.



Kuva 1. Polymeerit koostuvat ketjumaisista molekyyleistä, jotka muodostuvat monomeerien liittyessä yhteen. Kuvassa hiilirunkoisin polyeteenin muodostuminen eteeni-monomeereista esitettyä kahdella erilaisella mallilla: **pallomalli** (atomeja on kuvattu palloilla) ja **rakennekaavamalli** (atomeja on kuvattu kirjaimilla ja atomien välisiä sidoksia viivoilla). Polymeeriketjuista on esitetty vain osa, eli ketjut jatkuvat molemmista päistään.



Vaikka muovit ovat seoksia, ne kuitenkin nimetään niiden sisältämän polymeerin mukaan. Esimerkiksi nimitys polyeteeni voi tarkoittaa puhdasta kuvan 1 mukaista polyeteenipolymeeriä tai polyeteenimuovimateriaalia.



2. Muovien raaka-aineena voi olla öljy tai vaikkapa tärkkelys

Muovien pääasiallinen raaka-aine on öljy, kaiken kaikkiaan raakaöljystä käytetään muovien valmistukseen kuitenkin vain noin 5 %. Öljystä erottuu polttoaineita tislattaessa eteeni-, propeen- ja buteenikaasua, joista voidaan polymeroida yleisimpiä muoveja, polyeteeniä ja polypropeenä. Näistä kaasuista ja monimutkaisemmista petrokemian yhdisteistä voidaan valmistaa periaatteessa kaikkia muoveja.

Nykyinen suuntaus on hiilijalanjäljen pienentämiseksi **suosia luonnosta saatavia tai luonnontuotteita jäljitteleviä raaka-aineita** uusien muovien kehittämisessä. Polyeteeniä ja polypropeenä valmistetaan jo sokeriruokojätteestä ja biohajoavaa polylaktidimuovia valmistetaan polymeroimalla maitohappoa, jota voidaan valmistaa muun muassa maissitärkkelyksestä.

Kuva 2: Raaka-aineesta muoviksi

© Muoviteollisuus ry



Teknologioiden kehityksen ansiosta myös perinteisiä muoveja voidaan valmistaa biopohjaisista raaka-aineista. Esimerkiksi polyeteeniä valmistetaan jo joissain tehtaissa sokeriruukoperäisestä etanolista. Euroopassa kunnianhimoisena tavoitteena on, että vuoteen 2030 mennessä 50 % muovintuotannosta olisi biopohjaista.

Valtamuovien, kuten jugurttipurkkien polypropeenin ja muovikassien polyeteenin lisäksi valmistetaan erikoismuoveja, jotka voivat olla:

- hyvin jäykkiä tai lujia
- korkean lämmönkeston muoveja
- sähköä johtavia
- äärikevyitä
- bioyhteensopivia
- antibakteerisia
- itsepuhdistuvia
- väriä vaihtavia
- kosketuksen aistivia muoveja tai pintoja.

Erikoismuoveja ovat esim. polytetrafluorieteeni (Teflon), jota käytetään paistinpannuissa, palomiesten puvuissa käytettävät polyamidikuidut, hävittäjien moottoreissa käytettävä lujitettu bismaleimidi ja moottorin osissa käytettävä polyeetterieetteriketoni (PEEK). PEEK on myös bioyhteensopiva, jolloin siitä voidaan valmistaa ihmiskehoon sopivia proteeseja. Erikoismuoveista on myös valmistettu läpinäkyvä auton kori.

Yleisesti muoveille ominaista on materiaalin pehmeneminen ja lopulta rakenteen hajoaminen kun lämpötila nousee.

Erikoismuovit sen sijaan saattavat olla hyvin lämpövakaita säilyttäen ominaisuutensa 350 °C ja jopa 1 000 °C asti.

Erikoismuovit sopivat jo käyttökohteisiin, joissa aikaisemmin on käytetty pääasiassa keraamisia aineita.



Kuva 3. PEEK -muovinen kalloimplantti



Monet erikoismuovit kestävät myös suuria lämpötilanvaihteluita. Avaruudessa lämpötilat voivat vaihdella -180° ja $+160^{\circ}\text{C}$ välillä. Tämän takia monia keveitä erikoismuoveja käytetään mm. avaruusalusten tai satelliittien rakenteissa. Esimerkiksi uuden sukupolven avaruuspuvut valmistetaan pääosin muovista. Avaruuspuku säilyttää oikean paineen, kestää -120°C pakkasta ja 150°C lämpöä sekä suojaa kosmiselta säteilyltä, auringon säteilyltä ja elektromagneettisilta kentiltä. Vanhanmallinen avaruuspuku painoi 125kg. NASA on jo vuosia kehittänyt kevyempiä ja ketterämpiä pukuja.



Kuva 4. Avaruudessakin voi 3D-printata © Made in Space

Erikoismuoveilla on lämmönkestävyyden lisäksi muita ylivoimaisia ominaisuuksia. Polyftaalamidi tai polytetrametyleenidipamidi ovat täysin kulutuskestäviä. Oli sitten kyseessä kitka tai syövyttävä kulutus, nämä materiaalit kestävät. Näitä erikoismuoveja käytetään kohteissa, joissa osia ei voi jatkuvasti vaihtaa, esimerkiksi ylääänilentokoneissa, vaihde- ja kytkinmekanismeissa sekä hammasrattaissa.

Lääketeollisuudessa käsitellään paljon korroosiota aiheuttavia aineita sekä tutkimuksessa että diagnostiikassa. Polyeetteri-imidi soveltuu erinomaisesti esimerkiksi koeputkiksi tai lääketieteellisiin diagnostisiin kuvausmenetelmiin, koska se kestää erinomaisen hyvin kemikaaleja ja steriloinnin.

Erikoismuovit ovat luonnollisesti huomattavasti kalliimpia kuin valtamuovit.

3. Polymeerit

Tehtaassa tai laboratorioissa valmistettuja polymeerejä sanotaan synteettisiksi. Monia niistä käytetään erilaisten muovien valmistukseen. Ensimmäinen täysin synteettinen muovi, bakeliitti, patentoitiin vuonna 1907 ja sitä käytettiin erilaisissa teknisissä laitteissa ja kulutustavaroissa. Fenolimuovia (bakleliitti) käytetään edelleenkin sähkölaitteissa.

Suomen ensimmäinen muovituotteita valmistanut yritys Sarvis Oy perustettiin vuonna 1921 kaseinimuovituotantoon. Muovien valmistus öljystä tuotetuista kemikaaleista alkoi 1930-luvulla.

Luonnossa esiintyviä polymeerejä ovat muun muassa selluloosa, tärkkelys, proteiinit, DNA ja kautsu eli luonnonkumi, lateksi. Uusia **muovimateriaaleja** on kehitteillä myös joistakin luonnonpolymeereistä, esimerkiksi maissin ja perunan tärkkelyksestä. Elastomeerit ovat oma polymeeriryhmänsä, joiden tärkeitä ominaisuuksia ovat joustavuus, venyvyys ja muodon palautuminen. **Kumimateriaaleja** valmistetaan sekä kautsusta että synteettisistä polymeereistä.

Ensimmäiset muovituotteet valmistettiin puolisynteettisesti kasvipohjaisesta materiaalista. Vuonna 1862 keksittiin käsitellä puuvillavanun selluloosakuituja typpihapolla, jolloin saatiin selluloosanitraattia. Kamferilla pehmitettynä siitä saatiin kestävä muovi, selluloidi, vuonna 1863. Sitä käytettiin muun muassa koristeiden, pianon koskettimien, biljardipallojen ja kalusteiden valmistukseen. Keksintö säästi monen norsun hengen, sillä biljardipallot oli ennen tätä muovia valmistettu norsunluusta. 1900-luvun alussa alettiin valmistaa muovia kaseiinista, joka on yksi maidon sisältämistä proteiineista. Kaseiini on käsiteltävä formaliiniliuoksella (5 % formaldehydiä liuotettuna veteen) ennen kuin siitä pystytään valmistamaan pysyviä tuotteita. Kaseinimuovia käytettiin muun muassa nappien, neulojen, veitsenkahvojen ja korujen valmistukseen. Öljypohjaiset muovit syrjäyttivät kaseiinin 1960-luvulla, ja sitä valmistetaan enää hyvin vähän. Uudessa-Seelannissa, jossa tuotetaan paljon maitoa, valmistetaan edelleen kaseiininappeja.

Muovien ja kumien lisäksi polymeerejä käytetään teollisuudessa myös muun muassa tekstiilikuitujen, täytemassojen, liimojen ja maalien valmistukseen.



Luonnonpolymeerit

Luonnossa esiintyy paljon erilaisia polymeerejä. Yleisiä niistä ovat selluloosa, tärkkelys ja proteiinit.

Selluloosa

Selluloosa on luonnon polymeeri, jota esiintyy kasveissa. Puhdasta selluloosaa valmistetaan kasviperäisistä biomassoista. Esimerkiksi puuvilla- ja pellavakankaat koostuvat selluloosakuiduista. Selluloosaa käytetään muun muassa paperin ja etanolin valmistukseen. Selluloosasta voidaan valmistaa erilaisia johdannaisia, joita käytetään elintarvikkeissa, lääkkeissä ja liistereissä.



Karboksimetyyliselluloosa eli CMC on esimerkki selluloosajohdannaisesta. Sitä käytetään mm. sakeuttamisaineena jäätelössä, pesuaineissa ja öljynporauksessa.



Tärkkelys

Tärkkelystä on monissa kasveissa. Erityisesti perunassa ja maississa on paljon tärkkelystä, jota hyödynnetään suurusteina ruuanlaitossa. Sen lisäksi tärkkelystä käytetään teollisuudessa esimerkiksi liimojen, paperien, etanolin ja tekstiilien valmistuksessa. Perunajauhoja voi valmistaa itse, mutta helpointa on ostaa perunajauhot, maissitärkkelys tai ohrakas kaupasta.

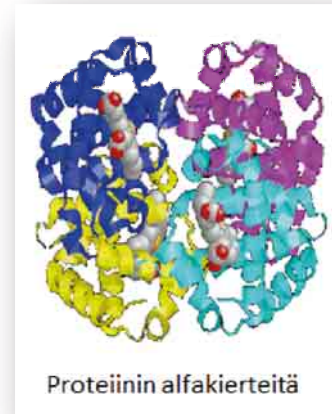
Proteiinit eli valkuaisaineet

Proteiinit ovat tärkeitä ihmisten ja eläinten ravintona. Elintarvikkeproteiineja saadaan mm. palkokasveista, lihasta ja maitotuotteista. Myös kakkujen ja hyytelöiden valmistuksessa käytettävä liivate on proteiinia.

Biokatalyytit eli entsyymit ovat myös rakenteeltaan proteiineja. Entsyymejä käytetään mm. tekstiili-, paperi- ja pesuaineteollisuudessa.

Proteiineja voidaan tuottaa erilaisista biomassoista. Entsyymejä ja lääkeaineproteiineja valmistetaan myös bioteknisesti mikrobien avulla.

Silkkikangaskin on proteiinia, josta silkkiperhosen toukka on valmistanut kotelonsa kuidun. Myös villa koostuu pääosin proteiineista.



Muunnellut luonnonpolymeerit



Esimerkiksi viskoosi ja sellofaani ovat paljon käytettyjä muunneltuja luonnonpolymeerejä.

Viskoosi ja sellofaani

Viskoosi on puolisyntheettinen, tehtaassa valmistettu materiaali. Raaka-aineena on puusta tai kaislasta saatu selluloosa, lisäksi tarvitaan kemiallinen käsittely. Viskoosikuidusta (raion, silla, säteri) tehdään kangasta vaatteisiin ja huonekaluihin, vaippoja ja puhdistusvanuja.

Kuva 5: Viskoosin suljettu kierto
©Kelheim Fibres GmbH



Selluloosa-asettaatti

Selluloosa-asettaatti on selluloosasta muunneltu materiaali, josta voi valmistaa esimerkiksi silmälasikehyksiä. Selluloosa-asettaatti korvasi räjähdysmäisesti palavan selluloidin filmien valmistusmateriaalina.

Kuva 6: Ympäristöystävällisissä teipeissä on selluloosa-asettaattia.



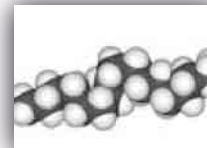
Synteettiset polymeerit

On olemassa lukuisia synteettisiä polymeerejä, joista tässä esitellään valtamuoveista PE, PP, PS, PET ja PVC sekä erikoismuoveista PLA ja PTFE.

Polyeteeni (PE)

Polyeteenistä tehtyä muovia käytetään muun muassa elintarvike- ja kosmetiikkapakkauksissa sekä muovikassien valmistamiseen.

Polyeteeniä valmistetaan tehtaassa synteettisesti polymeroimalla eteeniä.



Polyeteenin raaka-aineena käytettävää eteeniä voidaan valmistaa:

- raakaöljystä jalostamalla tai
- etanolista kemiallisesti käsittelemällä.

Etanolia voidaan tuottaa biopohjaisesti tärkkelyksestä, sokereista tai selluloosasta.

Polymeerin haaroittuneisuudella saadaan erityyppisiä polyeteenimuoveja: PE-LD, PE-LLD, PE-HD



PE-LD on matalatiheksinen polyeteeni, josta valmistettu muovituote on pehmeä, sitkeä ja läpinäkyvä. Esimerkiksi läpinäkyvät muovipussit ja ostokassit valmistetaan PE-LD:stä.



Kuva 7: Juomatölkkien ympärillä oleva pakkausmuovi on PE-LD:tä



PE-HD on suuritiheyksinen polyeteeni. Aikaisemmin PE-HD oli yleisin talousmuovi. Nykyisin siitä tehdään mehukanistereita, pesuainapulloja, pulkkia ja suksenpohjia. Siitä valmistetut tuotteet ovat sameita ja joustavia.

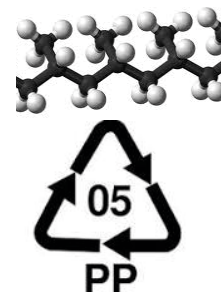
Kuva 8: 10 litran kanisterissa on rypsiöljyä hevosille © Tmi Auringonvalo



Polypropeeni (PP)

Polypropeenista valmistettua PP-muovia käytetään mm. laiterakennuksesa, autojen puskureissa, pakkauksissa ja kuiduissa. Nykyisin PP on yleisin talousmuovi, tuotteina esimerkiksi ämpärit ja rasiat.

Polypropeeni valmistetaan tehtaassa synteettisesti polymeroimalla propeenina. Propeeni saadaan pääasiassa raakaöljystä jalostamalla, mutta sitä voidaan valmistaa myös biomassasta.



Polystyreeni (PS)

Polystyreenistä valmistettua PS-muovia käytetään paljon jugurttipurkeissa, korurasioissa ja kertakäyttöastioissa. Polystyreeni valmistetaan synteettisesti tehtaassa polymeroimalla styreeniä. Styreeni saadaan pääasiassa raakaöljystä jalostamalla.

Puhdas PS on kovaa ja haurasta. Siitä saadaan sitkeätä butadieeniseostuksella. Iskusitkeätä polystyreeniä PS-HI, käytetään jogurttipurkeissa ja jäykissä pakkausrasioissa.

Suomessa styroksina tunnettua EPS-muovia valmistetaan paisuttamalla polystyreeniä kaasun avulla. EPS-muovia käytetään paljon eristeissä. Esimerkiksi kalamiesten suosimat kylmälaukut, joiden päällä voi jopa istua pilkkimässä, ovat EPS-muovia.





Polyeteenitereftalaatti (PET)

Yleisin muovipullojen materiaali on PET. Kirkasta PET-muovia käytetään myös monissa muissa pakkauksissa, kuten kuplapakkauksissa ja elintarvikerasioissa sekä paistopusseissa. PET-muovia on myös vaaleana teknisenä muovina ja sitä käytetään sähkölaitteiden ja pienkoneiden osissa. PET:stä kehrätyt kuidut ovat yleisimpiä tekokuituja tekstiileissä ja nostoliinoissa. Kuitu-PET:iä kutsutaan polyesteriksi.

PET-muovisten palautuspullojen kierrätys on Suomessa järjestetty hyvin. Kierrätetyistä PET-pulloista valmistetaan esimerkiksi fleec - kangasta.

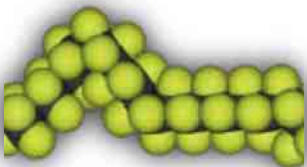
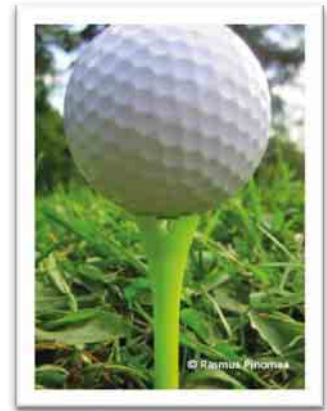
Kuva 9: Pramia Plastic Oy: Suomalaisia PET-pulloaihoita kierrätysmuovista:

Polylaktidi (PLA)

Polylaktidista valmistettu PLA-muovi on biohajoava ja bioyhteensopiva materiaali. PLA-muovista valmistetaan roskapusseja biojätteelle, mukeja ja teepusseja. Myös ihmiskehon kirurgiset korjausosat voivat olla PLA-muovia.

Polylaktidia valmistetaan polymeroimalla maitohappoa.

Kuva 10: PLA-muovinen tii © Rasmus Pinomaa



Polytetrafluorieteeni (PTFE) eli Teflon

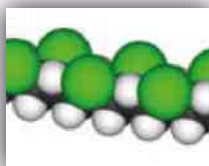
Polytetrafluorieteenistä valmistettua PTFE-muovia käytetään mm. paistinpannujen pinnoitteissa ja säänkestävissä tekstiileissä (mm. Gore-Tex).

PTFE-polymeeriä saadaan polymeroimalla eteeniä, johon on lisätty fluoria. PTFE on ns. erikoismuovi.



Polyvinyylialkoholi (PVAL)

Polyvinyylialkoholista valmistettu PVAL-muovi on vesiliukoinen materiaali, josta voidaan valmistaa vesiliukoisia muovipusseja pyykeille tai suoja-aineita erilaisiin työkaluineisiin.



Polyvinyylikloridi (PVC)

Kun eteeniin lisätään klooria, siitä tulee kloorieteeniä eli vinyylikloridia, josta polymeroidaan polyvinyylikloridia.

PVC on kovaa ja kemiallisesti kestävä. Siitä tehdään viemäriputkia ja rakennustarvikkeita. Pehmitettyä PVC:tä käytetään rantaleluissa, luottokorteissa ja kankaaseen laminoituna pöytäliinoissa.

Polyvinyylikloorista valmistettua pehmitettyä PVC-muovia käytetään esimerkiksi luottokorteissa, rantaleluissa, sadetakeissa, pehmeissä heijastimissa.

Euroopan PVC-teollisuus on ollut edellekävijä kestävä kehityksen saralla. Esimerkiksi lääketeollisuudessa ja sairaanhoidossa PVC ominaisuudet ovat lähes korvaamattomat vaativissa olosuhteissa.

Kuva 11: Pehmeitä heijastimia © Saintex Oy









4. Muovien rakenteet ja ominaisuudet

Muovien rakenteeseen ja siten myös niiden ominaisuuksiin vaikuttavat monet asiat, joista viisi päätekijää on esitetty tässä kappaleessa. Vaikuttamalla kohtiin I-V voidaan valmistaa muovimateriaaleja, joilla on juuri haluttuja ominaisuuksia eli muovien **ominaisuudet voidaan räätälöidä** käyttökohteeseen sopiviksi.

I Polymeerin koostumus

Polymeerejä voi muodostua erilaisista monomeereista. Polymeeriketjujen koostumus vaikuttaa materiaalin ominaisuuksiin monella tavalla ja tasolla. Koostumus kertoo, millaisia atomeja ja atomiryhmiä polymeeri sisältää, ja vaikuttaa myös polymeerimolekyylien muotoon ja keskinäisiin vuorovaikutuksiin. Se, millaisista atomeista ja sidoksista polymeeriketjut koostuvat, voidaan esittää esimerkiksi pallo- tai rakennekaavamalleilla. Eri atomeilla on pallomalleissa omat värinsä ja rakennekaavamalleissa omat kirjainsymbolinsa.

 vety (H)	 hiili (C)	 happi (O)	 typpi (N)	 kloori (Cl)	 fluori (F)
---	--	--	--	--	---

Kuva 12: Atomien pallomalleja ja kirjainsymboleja.

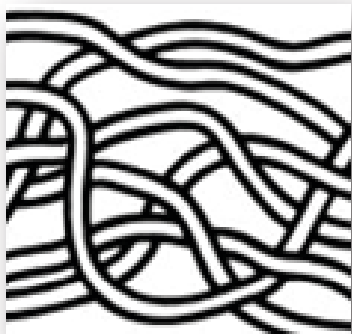


II Polymeeriketjujen pituus ja haaroittuneisuus

Polymeeriketjujen pituus ja haaroittuneisuus voivat vaihdella paljonkin. Sekä pituus että haaroittuneisuus vaikuttavat ominaisuuksiin. Esimerkiksi pidemmistä molekyyliketjuista koostuva polymeeri vaatii yleensä korkeamman lämpötilan sulakseen kuin vastaava lyhyemmistä ketjuista koostuva polymeeri.

III Polymeeriketjujen väliset sidokset

Muovit jaetaan **kesto- ja kertamuoveihin** sen perusteella, voidaanko muovi toistuvasti sulattaa ja muovata uudestaan. Määrävä tekijä on, onko muovien sisältämien polymeeriketjujen välillä heikkoja vai vahvoja sidoksia eli vuorovaikutuksia.



Kuva 13a:

Polymeeriketjujen välillä on vain heikkoja vuorovaikutuksia. Tällainen muovi on **kestomuovi** eli se voidaan toistuvasti sulattaa ja muovata uudestaan. Suuri osa valtamuoveista, kuten polyeteeni, ovat kestumuojeja.

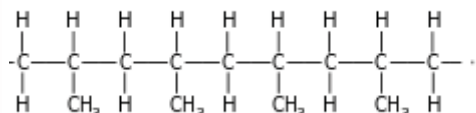
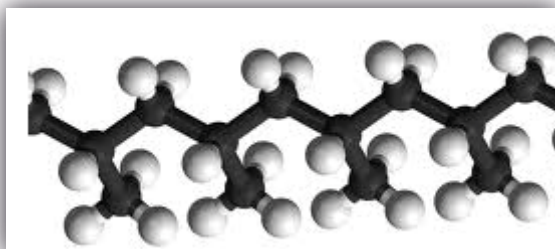
Kuva 13b: Polymeeriketjujen välillä on vahvoja sidoksia. Tällainen muovi on **kertamuovi** eli sitä ei voida lämmön avulla pehmentää ja muovata uudestaan. Kertamuojeja käytetään esimerkiksi lujitemuoviveneissä.



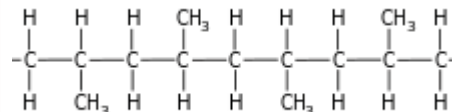
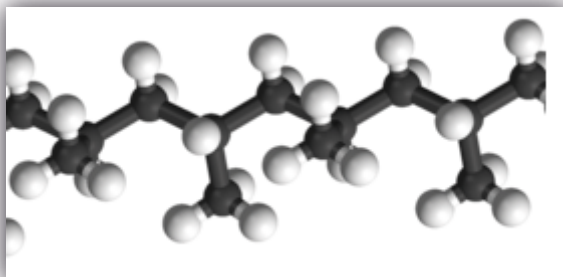
Polymeerimolekyylien väliset vuorovaikutukset määräävät myös sen, miten polymeeriketjut toisiinsa nähden asettuvat. Vuorovaikutuksiin vaikuttavat muun muassa **polymeerimolekyylien koostumus, sekä lämpötila, paine ja mekaaninen työstö**. Muovit ovat yleensä amorfisia (kiteytymättömiä) materiaaleja, joissa polymeeriketjut eivät ole järjestäytyneet. Muovit voivat myös olla osakiteisiä, jolloin niissä on järjestäytyneitä alueita.

IV Polymeeriketjujen avaruudellinen eli kolmiulotteinen muoto

Monilla polymeerimolekyyleillä on erilaisia 3D-rakenteita. Kuvassa 5 on esitetty kaksi erilaista polypropeeniketjun 3D-rakennetta, isotaktinen ja syndiotaktinen. Näiden lisäksi on olemassa myös ataktisia polypropeeniketjuja, joissa CH₃-ryhmän avaruudellinen sijainti ketjussa ei ole säännönmukainen. Isotaktinen polypropeeni, jonka seassa on 5-20 % ataktista rakennetta, on yleensä paras muoto moniin polypropeenin käytännön sovelluksiin.



isotaktinen polypropeeni



syndiotaktinen polypropeeni

Kuva 14. Kaksi erilaista polypropeenimolekyylin kolmiulotteista rakennetta pallomalleilla ja rakennekaavoilla esitettynä.



V Muovin sisältämät muut aineet

Puhdas polymeeri on ani harvoin käyttökelpoinen rakennemateriaaliksi. Se ei kestä kauaa luonnon olosuhteita, eivätkä kesto-ominaisuudet ole riittäviä. Siksi polymeeria on stabiloitava kestämään lämpöä ja työstöolosuhteita. Lisäksi monesti halutaan parantaa joitakin käyttöominaisuuksia.

Pienillä määrillä lisäaineita, kuten lämpöstabilisaattorit, väripigmentit, palon- ja mikrobienestoaineet sekä UV-stabilisaattorit, saadaan muovituotteet halutun värisiksi ja kestämään vuosia. Elintarvikemuoveissa myös lisäaineiden on oltava elintarvikekelpoisia. Joskus on käytettävä prosessoinnin vaiheita helpottavia lisäaineita kuten kitkaa ja sähköisyyttä vähentäviä aineita. Usein halutaan muuttaa muovia sitkeämmäksi, jolloin käytetään iskusitkisteitä tai pehmitteitä (PVC:llä). Täyteaineilla kuten talkki ja kalsiitti vähennetään kutistumaa ja lisätään jäykkyyttä. Lujitteilla parannetaan jäykkyyttä ja lujuutta jopa moninkertaisesti. Jos muovin ominaisuuksia muutetaan niillä paljon, syntyy komposiitteja eli yhdistelmäateriaaleja.

Kestomuovien yhteiset ominaisuudet

Muoveilla voi olla hyvinkin erilaisia ominaisuuksia, mutta monille kestumuoveille yhteistä on muotoiltavuus (yleensä lämmön ja paineen avulla), keveys ja sähköneristävyys. Tyypillistä on, että ne eivät ruostu, eivät liukene veteen, eikä niillä ole tarkkaa sulamispistettä. Kestomuovit soveltuvat hyvin tuotteiden valmistamiseen suurissa sarjoissa. Valtamuovit ovat hinnaltaan edullisia, mutta erittäin kaliitakin muoveja on olemassa.



Mihin muoveja käytetään - mitä muoveja käytetään (Muovituotteiden kysyntä sektoreittain ja muoveittain 2017)

Pakkaaminen 39,7 %



Rakentaminen ja infra 19,8 %



Autoliikenne 10,1 %



Sähkö ja elektroniikka 6,2 %



Kotitaloudet, vapaa-aika ja harrastukset 4,1 %



Maanviljely 3,4 %



Muut 16,7 %

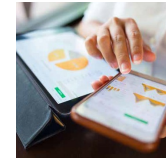


Esimerkiksi lääketieteelliset laitteet, huonekalut ja -laitteet, koneenrakenne ja muut laitteet



PP (polypropeeni) 19,3 %

Elintarvikepakkaukset, pikaruoka- ja makeis- pakkaukset, putket, autososat jne.



PP (polypropeeni) 19,3 %

Korkit (ABS); optiset kuidut (PBT); silmälasilinsit, kattolevyt (PC); kosketusnäytöt (PMMA); kaapeli- päällysteet televiestinnässä (PTFE); monet lääketieteelliset implantit ja laitteet sekä kalvot, venttiilit ja tiivisteet, suojapinnoitteet jne.

PE-LD & PE-LLD 17,5 % (polyeteeni low density)



Kestokassit, tarjottimet, säiliöt ja kanisterit, Maatalousmuovit (PE-LD) elintarviketekäreet (PE-LLD) jne

PE-HD & PE-MD 12,3 % (polyeteeni high density)



Lelut (PE-HD, PE-MD), maitopullot, shampoopullot, putket, taloustavarat (PE-HD) jne.

PVC (polyvinyylikloridi) 10,2 %



Ikkunapuitteet, profiilit, lattiat ja paneelit, johtoristeet, putket ja letkut, puhallettavat uimalelut jne.

PUR 7,7 % (polyuretaani)

Rakennuseristeet, tyynyt ja patjat, jääkaappien eristysvaahdot jne.



PET (polyeteenitereftalaatti) 7,4 %



Elintarvikijuomapullot ja esim. siivousainepullot

PS, EPS (katso lyhenteet s.30) 6,6 %

Silmälasienkehukset, muovimukit, munakennot (PS); pakkaukset, rakennuseristeet (EPS) jne.



Esimerkkejä muovien moderneista käyttökohteista

Muovi	Muovin ominaisuuksia	Esimerkkejä muovin käyttökohteista
Polyamidikuitu	Kevyt, joustava, kulumista kestävä, tulenkestävä	Formulakuskiensa haalarit, palomiehen suojatakki ja -housujen ulkomateriaali, kiipeilyköydet
Polykarbonaatti (PC)	Iskunkestävä, helppo työstää	Autojen etulyhdyt, matkapuhelimien näytöt, DVD-levyt
Polyeteenitereftalaatti (PET)	Monikäyttöinen, osa PET-muoveista kestää myös kuumuutta. Kuituna kutsutaan polyesteriksi.	Takkien ja peitteiden täytteet, pakkaukset, virvoitusjuomapullot ja uuninkestävät vadit. Myös fleece-kankaat kudotaan PET-kuiduista, joita voidaan tehdä muun muassa kierrätetystä virvoitusjuomajätteenä.
Polyaniliini, polypyrroli	Johtavat sähköä	Elektroniikan komponentit, esim. kondensaattorit
Polyvinyylialkoholi (PVA)	Liukenee veteen	Vesiliukoiset muovipussit esim. pyykeille
Polylaktidi (PLA)	Biohajoava Bioyhenteensopiva	Roskapussit biojätteille, mukit, teepussit Kirurgiset implantit, kuten ruuvit, elimistöön
Polyglykolihiappo (PGA)	Biohajoava Bioyhenteensopiva	Elintarvikepakkaukset Kirurgiset implantit, kuten ruuvit, elimistöön
Polyakrylaatti kvartsilla seostettuna	Kun massa altistetaan UV-valolle, tapahtuu polymeroituminen ja kovettuminen	Hammaspäikat, tiskialtaat



Muoveja tarvitaan lähes kaikkialla, arjessa kotona, monissa harrastuksissa sekä lääketieteen ja uuden huipputeknologian kehittämisessä. Auto on hyvä esimerkki tuotteesta, jossa muoveja käytetään runsaasti. Viimeisen 25 vuoden aikana muovien käyttö autoissa on lisääntynyt yli 100 %, ja muoviosiensä ansiosta tavallinen henkilöauto on edeltäjiään ainakin 200 kg kevyempi.



Lentokoneissa ja autoissa muovien osuus lisääntyy koko ajan. Kun kulkuvälineet kevenevät, ne tarvitsevat yhä vähemmän polttoaineita. Tavoitteena on muun muassa hiilidioksidipäästöjen vähentäminen.

Myös muovisten pakkausmateriaalien etuja ovat keveys ja kestävyys, jolloin pakatun tuotteen kuljettamiseen tarvitaan vähemmän energiaa.

Kuva 16: Aika pakkaus © Pakkaustutkimus PTR

Vaikka muovipakkauksia on arvosteltu ja jopa tuomittu epäekologisina, niiden ekotase on todettu parhaaksi monissa analyyseissä. Energiansäästön lisäksi joustavat tuoretuotepakkaukset ja pakasteet auttavat ruuan säilymisessä ja ehkäisevät ruokahävikkiä.



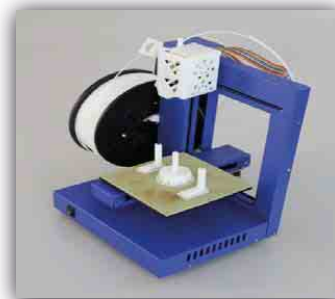
5. Muovituotteiden valmistusmenetelmät

Muovituotteita valmistetaan monilla erilaisilla menetelmillä. Kestomuoveilla raaka-aine on rakeisessa muodossa (granulaattina). Jatkuvia tuotteita kuten putkia ja levyjä valmistetaan ekstruusiolla (suulakepuristamalla) ja kalanteroimalla. Kappaletuotantoon käytetään ruiskuvalua, lämpömuovausta, puhallusmuovausta, rotaatiovalua ja liitostekniikoita kuten kuumasaumausta ja napsausliitoksia. Yksittäiskappaleita ja pieniä sarjoja voidaan valmistaa koneistamalla tangosta tai levystä.

Uusi tekniikka valmistaa tuotteita on 3D-tulostus. Tästä käytetään myös nimitystä ainetta lisäävä työstö. Tuotteen virtuaalinen malli tehdään tietokoneella, minkä jälkeen 3D-tulostin tulostaa mallin fyysiseksi esineeksi mustesuihkutulostimen tapaan. Menetelmällä voidaan valmistaa hyvin monimutkaisia kappaleita, jopa sisäkkäin meneviä rakenteita. Tuotteita voidaan käyttää malleina ja protokappaleina. Muovilajien suhteen valikoima on vielä suppea, joten menetelmä ei sovi sarjatuotantoon. Muovin lisäksi tai ohella tulostimessa voidaan käyttää materiaaleina esimerkiksi metallia, keraamia, lasia tai vaikkapa suklaata. Tulostusmateriaalit ovat yleensä omissa kaseteissaan, joista materiaalia johdetaan tulostuspäähän nauhana tai jauheena. Tulostuspää liuottaa materiaalin nesteeseen tai sulattaa sen, ja suihkuttaa sen jälkeen nestemäisen materiaalin tulostinalustalle ohuina kerroksina.

Jos ei omista omaa tulostinta, haluamastaan tuotteesta voi tehdä 3D-mallin tietokoneella, ladata sen internet-palveluun ja saada valmiin tuotteen kotiinsa. Tuotteita voi myös valita ja tuunata ammattilaissuunnittelijoiden laatimista kirjastoista. Teollisuudessaakin 3D-tulostus valtaa alaa. Edelläkävijöitä ovat auto- ja ilmailuteollisuus sekä lääkinnällisten laitteiden valmistajat. Suuri tutkimuskohde on ihmiskudoksen tulostus. Yleistyessään 3D-tulostus mullistaa koko valmistusteollisuuden.

Kuva 17. STEP 3D-tulostin © Step Systems Oy



Muoveja käytetään myös paljon erilaisissa **komposiitti- eli yhdistelmä**materiaaleissa kuten lasi- ja hiilikuiduilla lujitetuina esimerkiksi veneissä, suksi- ja kävelysauvoissa. Materiaalit kehittyvät koko ajan, ja uusimpia materiaaleja ovat muun muassa puumuovikomposiitit, joista voi valmistaa terassilautoja, pesualtaita sekä kipsaus- ja lastoitusratkaisuja lääketieteeseen.

Komposiittituotteiden valmistusmenetelmät ovat hyvin erilaisia verrattuna kestämuovi menetelmiin, varsinkin jos komposiitin muovi on kertamuovia.





Seitsemän menetelmää ja lujitemuovit

Kestomuovituotteiden seitsemän yleisintä valmistusmenetelmää on esitetty seuraavien kuvien yhteydessä.



Ruiskuvalussa (injection moulding <eng>, formsprutning <sv>) muovi kuumennetaan ruiskuvalukoneen plastisointiyksikössä sähkövastusten ja ruuvin avulla sulaksi. Sen jälkeen ruuvin mäntäliike pursottaa muovimassan suljettuun muottiin, jossa kappale jäähtyy ja kovettuu. Ruiskuvalulla tehdään suuriakin kappaleita kuten roskasäiliöitä ja ämpäreitä. Tyypillisiä tuotteita ovat tarkat sähkö- ja elektroniikkakotelot, laitteiden osat ja pakkaukset. Pieniä kappaleita tehdään jopa kymmenien pesien muotilla yhtä aikaa. Menetelmä mahdollistaa erikoistuotteet kuten monimuoviset kappaleet ja jousisaranalliset sulkimet.

Lämpömuovauksessa (thermoforming, varmformning) muovilevyä lämmitetään kehyksessä. Lämmennyt levy muovataan tuotteeksi ulko- tai sisäpuolisen muotin päälle käyttäen painetta tai alipainetta sekä painimia. Muovatususta levystä leikataan pois haluttu osa. Tuotteita ovat kuplapakkaukset, jogurttipurkit, vappunaamarit, laukut ja jopa veneet.



Puhallusmuovauksessa (blow moulding, formblåsning) kuumennettu, ruiskuvalettu putkilo tai ekstruuderista tuleva letku suljetaan muottipuoliskojen väliin. Aihion sisään puhalletaan ilmaa, jolloin aihio leviää muotin seinämiä vasten ontoksi kappaleeksi. Tuote joudutaan viimeistelemään. Tyypillisiä tuotteita ovat pullot, kanisterit ja säiliöt.



Rotaatiovalussa (rotation moulding, rotationsgjutning)

muovijauhe tai -tahna suljetaan onttoon muottiin.

Kuumennettua muottia pyöritetään rauhallisesti kahden akselin suhteen niin kauan, kunnes muotin sisäseinä on peittynyt tasaisella muovikerroksella. Menetelmällä valmistetaan säiliöitä ja kompostoreja. Puhallusmuovaukseen verrattuna rotaatiovalulla voidaan tehdä paksumpia ja lujempia onttoja rakenteita.

**Kalvonpuhallukseksi** (film blowing, filmbläsning) nimitetään

kalvoekstruusiomenetelmää, jossa muovi pursotetaan

rengassuuttimen läpi ohutseinäiseksi letkuksi ja vedetään ylöspäin.

Samalla letkun sisään puhalletaan ilmaa, jolloin aihio pullistuu, venyy

kahdessa suunnassa ja lujittuu. Rullalle kelatusta kalvosta leikataan ja saumataan pusseja ja kasseja.

Ekstruusiossa (extrusion, strängsprutning) muovi kuumennetaan

pastakonetta muistuttavalla ekstruuderilla lämpövastusten ja ruuvin avulla juoksevaksi. Muovimassa pursotetaan suulakeraon läpi halutun muotoiseksi profiiliksi ja sen muoto ja mitat vakioidaan kalibrintilinjalla. Jatkuvasta tuotteesta katkaistaan halutun mittaisia pätkiä. Menetelmällä tehdään putkia, levyjä, kalvoja ja erilaisia profiileita.



Ekstruusiopäällystyksellä pinnoitetaan erilaisia materiaaleja kuten kartonkia tai kangasta muovikerroksella. Maito- ja mehutölkit tehdään muovipäällystetystä kartongista ja lihatiskillä leikkeleet kääritään muovipinnoitettuun paperiin.

**Kalanterointi** (calendering, kalandrering) on vanha tuotantomenetelmä,

jossa tavallisesti ekstruuderilla syöttää sulaa muovia telojen väliin. Telat

puristavat muovimassan halutun paksuiseksi levyksi ja kuvioivat pinnan tai

puristavat muovin esimerkiksi kankaan päälle. Tuotteita ovat levyt vaikka

nahkakuviolla, tapetit ja pinnoitetut kankaat esimerkiksi pöytäliinoihin.



Lujitemuovit (reinforced plastics, armerade plaster) ovat erilaisilla kuiduilla vahvistettuja komposiittirakenteita. Lujitemuoveilla on omat valmistusmenetelmät. Kuidut lisäävät muovin lujuutta ja jäykkyyttä jopa moninkertaiseksi, joten niiden avulla päästään kevyihin ja kestäviin ratkaisuihin.

Muovimatriisina käytetään yleensä kertamuoveja, mutta myös kestumuoveja voidaan lujittaa kuiduilla. Vahvistukseen käytetään eniten lasikuitua ja hiilikuitua. Myös luonnonkuituja, kuten pellavaa, puuvillaa ja hampppua sekä erikoismuovikuituja voidaan käyttää muovin lujittamiseen. Hiilikuitu on lasikuituun verrattuna paljon kestävämpää ja kalliimpaa, ja sitä käytetään sellaisissa lujitemuoveissa, joita on muun muassa lentokoneissa ja urheiluvälineissä. Aramidikuidulla sitkistetään komposiitteja ja saadaan aikaan viillon- tai luodinkestäviä rakenteita.

Lujitemuovituotteiden **yleisimmät valmistusmenetelmät** ovat laminointi, puristus, injektointi sekä suulakeveto (pultruusio).

Laminointimenetelmillä eli käsilaminoinnilla ja ruiskulaminoinnilla tehdään esimerkiksi veneitä. Myös kuitukelaus, jolla tehdään muun muassa lipputankoja ja säiliöitä, on laminointia.

Puristusmenetelmiä, puolestaan käytetään esimerkiksi autojen puskureiden valmistuksessa.

Injektointia eli muottiin ruiskuttamista tai alipaineella imemistä käytetään useiden erilaisten tuotteiden kuten veneiden, suojakoteloiden ja tuulivoimaloiden siipien valmistamiseen.

Lujitemuovien suulakevetomenetelmillä valmistetaan putkimaisia kappaleita kuten hiihtosauvoja, sählymailoja ja teleskooppivapoja sekä purjelaudan mastoja. Monesti pultruusioon yhdistetään myös **kuitukelausvaihe**.



6. Muovien kierrätys, energiahyötykäyttö ja hävittäminen

Kaikessa kulutuksessa on lähdettävä siitä, että ensisijainen tavoite on jätteen määrän minimointi. Muodostuva jäte pitäisi myös yrittää saada uusiokäyttöön. Vasta sellainen materiaali, jota ei enää voi käyttää uudelleen, hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan energian tuottamiseen.

Suomessa valmistetaan kierrätetyistä muovipakkauksista esimerkiksi muovilankkuja ja -putkia. Myös monet kaupan muovikassit ovat uusiomuovia. Tehokkaan kierrätyksen työkaluiksi kehitetään jatkuvasti uusia teknologioita, joiden avulla muovit voidaan prosessoida alkuperäisiksi raaka-aineiksi tai muiksi kemikaaleiksi.

Muovipakkausten kierrätys ja muu hyötykäyttö parantavat muovien ekotehokkuutta. Kaikkien materiaalien, myös muovien, uusiokäytössä tulee jossain vaiheessa vastaan piste, jossa keräys ja kierrätys eivät enää säästä luonnonvaroja. Esimerkiksi materiaalin pesemiseen käytettävän veden ja kierrätykseen kuljettamiseen tarvittavan polttoaineen määrä vaikuttavat tämän pisteen saavuttamiseen. Kun piste on saavutettu, on tarkoituksenmukaista hyödyntää käytetty materiaali energiatuotantoon.



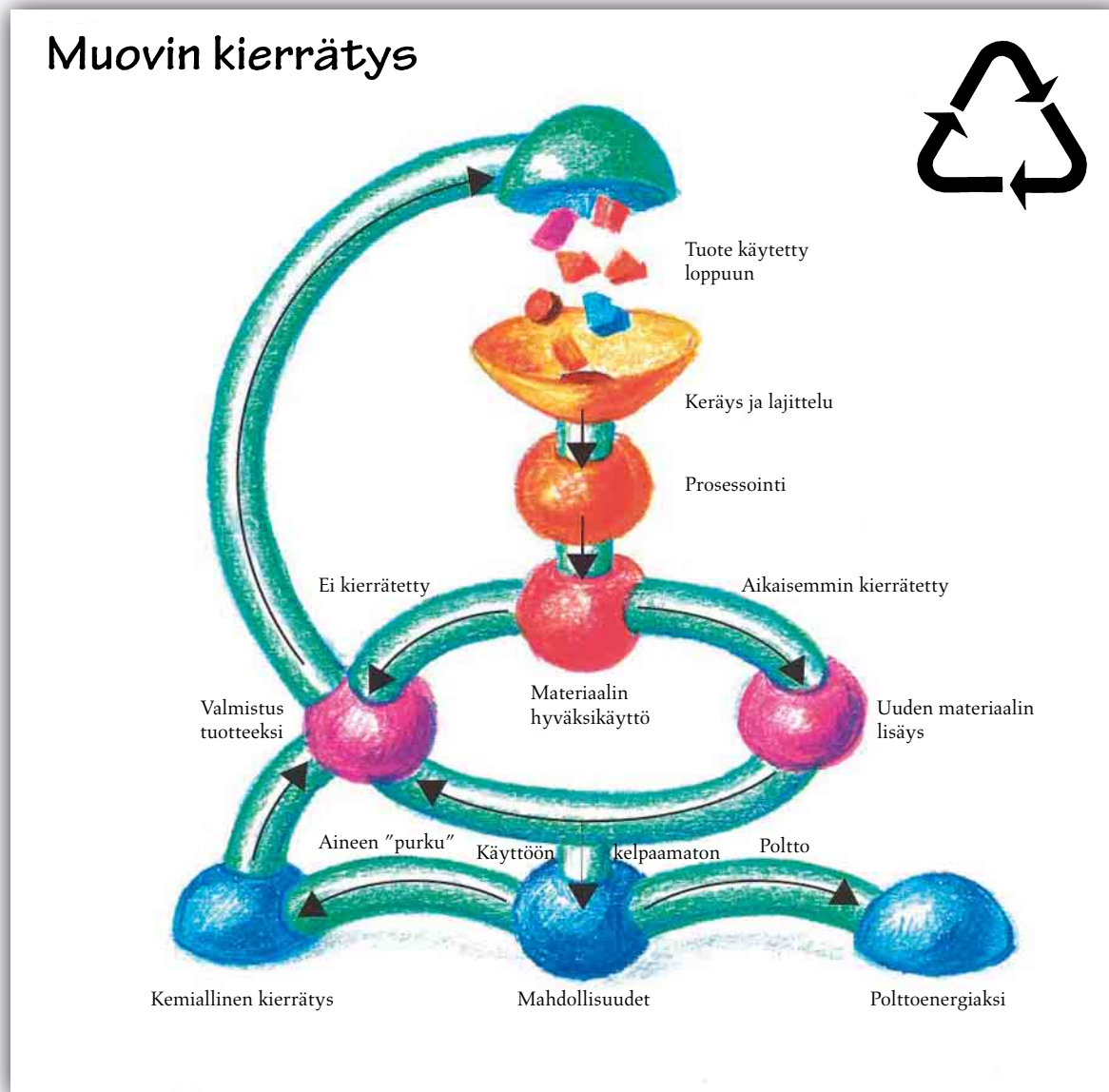
Älä viskaa muoveja mäkeen!

Muoveja ei saa heittää luontoon! Muovituotteet eivät sinänsä saastuta luontoa, mutta ne roskaavat ja hajoavat luonnossa hyvin hitaasti. Vuosina 2017 - 2018 syntyi käsittämättömän voimakas muoveja arvosteleva mediakeskustelu. Valtameriin kaadetut muovijätteet tuotiin uutisiin, koska ne ovat aiheuttaneet merieläinten tukehtumista ja kiinnitakertumista. On huomattu, että muovituotteet pirstoutuvat vedessä pieniksi hiukkasiksi. Yhdessä kosmetiikan muovirakeiden ja muiden polymeerimateriaalien (ajoneuvojen renkaat ja maalit) hiukkasten kanssa nämä kooltaan alle 5 mm ovat saaneet nimen mikromuovit. Mikromuovien vaikutuksia ja mahdollisia haittoja ihmisille tutkitaan, mutta media on jo koko ajan pelotellut mikromuovien vaarallisuudesta. Mikromuovien ei ole tähän asti todettu aiheuttaneen ihmisille mitään haittoja, eivätkä muovijätteet Suomessa ole aiheuttaneet ongelmia. Suomessa toimiva panttipalautus myös vähentää roskaamista. Jokainen meistä on velvollinen huolehtimaan jätteistä ohjeiden mukaan ja siten vähentämään ympäristökuormitusta.

Video: **Älä viskaa muoveja mäkeen** kuvaa öljytipan matkaa muovituotteesta toiseen ja lopulta energiaksi. Suomessa muovien uusiokäyttöä ja kierrätystä koordinoi Suomen Uusiomuovi Oy. Kuluttajien muovipakkausten keräys aloitettiin vuonna 2016. Keräystoiminnan rahoittavat Suomessa toimivat pakkauksia käyttävät tai maahantuovat yritykset, jotka maksavat pakkauksista kierrätysmaksun. Kaikki kerätyt pakkaukset toimitetaan Riihimäelle Fortum Oy:n laitokselle, jossa pakkaukset tunnistetaan ja lajitellaan. Lajitelluista muovijakeista granuloidaan uusiomuovia teollisuudelle.

Esimerkiksi Saariselän vaellusreittien opasteet on valmistettu kierrätetystä muovista.





Kuva 18. Käytetyn muovituotteen kierrätys uudeksi tuotteeksi, muovirakeiksi, molekyyleiksi ja lopulta energiaksi © Orthex, Muoviopas



Eri maissa on erilaisia kierrätysohjelmia. Kierrätys ja energiakäyttö toimivat sitä tehokkaammin, mitä tehokkaammin jäte lajitellaan. Muovien koodimerkinnyt kertovat, mistä muovista tuote on valmistettu. Koodijärjestelmä on apuna muovien tunnistamisessa niitä lajiteltaessa. Kuluttajien muovipakkauskeräyksessä koodimerkkejä ei tarvitse etsiä. Muoviteollisuus, pakkausteollisuus ja vähittäiskaupat kierrättävät osan omasta muovijätteestään. Esimerkiksi panttipulloista valmistetaan polyesteriä.

Suuri osa muoveista voidaan polttaa energiaksi, mutta vain asianmukaisessa voimalaitoksessa niin, ettei syntyä haitallisia aineita. Se, muodostuuko muovin palaessa haitallisia aineita vai ei, riippuu siitä, millaisia atomeja ja sidoksia muovi sisältää sekä poltto-olosuhteista.

Monet tavalliset muovit, kuten polyeteeni ja polypropeeni, sisältävät pääasiassa vain hiili- ja vetyatomeja, joten niiden palaessa **täydellisesti** syntyy hiilidioksidia ja vettä. Jätemuoveista tuotetaan kustannus- ja ekotehokkaasti lämpöä ja sähköä monissa Euroopan kaupungeissa. Suomessakin on jätevoimalaita, jotka tuottavat jätteistä energiaa.








Kaikki muovit eivät kuitenkaan sovi poltettavaksi polttolaitoksissa. Tällaisia ovat esimerkiksi kloori- tai fluoriatomeja sisältävät muovit kuten PVC ja PTFE, koska niistä vapautuu poltettaessa haitallisia kaasuja. Muoveissa on yleensä merkintä siitä, voidaanko jäte hävittää polttamalla polttolaitoksessa.

Jätteiden kierrätys-, erottelu- ja hyödyntämistekniikat kehittyvät koko ajan. Yksi uusi suuntaus on monostream: hyötyjätteelle on vain yksi keräyspiste, josta jäte kuljetetaan keskitetysti lajitteluun, jossa eri materiaalit, kuten muovit ja metallit, erotellaan ja siirretään hyötykäyttöön.

EU velvoittaa muovien kierrätysasteen lisäämiseen. Joidenkin muovituotteiden suhteen kierrätys on ongelmallista. Käytetyt elintarvikepakkaukset ovat monesti usean muovin yhdistelmiä ja voivat sisältää ruokajäämiä. Mekaaninen kierrätys ei onnistu muovien sekoituksen ja hygienian takia. Energiaksi hyödyntäminen on vaihtoehto, mutta äskettäin on teollisuus myös ehdottanut, että tällaisesta jätteestä voitaisiin syntetisoida uutta polymeeriä, jolloin muovien kierrätysaste maassa paranisi.



Tavallisimpien muovien merkinnät, käyttökohteet ja kierrätys Suomessa.

MUOVILAJI JA MERKKI	YLEISET OMINAISUUDET	ESIMERKKEJÄ KÄYTTÖKOHTEISTA JA HYÖTYKÄYTÖSTÄ	
Polyeteeni-tereftalaatti PET		Kirkas, kova, kemikaaleja kestävä	Virvoitusjuoma- ym. pullot, kupla- ja rasiapakkaukset, tekstiilit. Pantilliset voi palauttaa kauppojen automaatteihin.
Polyeteeni high-density PE-HD		Samea tai värillinen, joustava, vahamainen pinta	Mehupullot, pesuaine- ja autonestepakkaukset, tynnyrit, pulkat. Soveltuvat energiahyötykäyttöön. Eräillä paikkakunnilla on PE-HD-muovipakkausten kierrätyspisteitä.
Polyvinyyli-kloridi PVC		Kirkas tai värjätty, kova tai pehmeä.	Putket, letkut, rakennusmateriaalit, pöytäliinat ja rantalelut. PVC-muovia ei saa polttaa eikä laittaa muovipakkauskierrätykseen.
Polyeteeni low-density PE-LD		Pehmeä, joustava, vahamainen pinta	Muovikassit, pussit, kalvot, pressut ja rakennuskalvot. Soveltuvat energiajätteen keräykseen. Kuluttajapakkaukset kuivina ja puhtaina muovipakkausten keräyspisteisiin.
Polypropeeni PP		Jäykkä, sitkeä, hyvin monikäyttöinen	Narut, rasiat, tekniset osat, pakkaukset. Kirkas kalvo kukkien ja kartonkipakkausten päällä. Soveltuvat energiajätteen keräykseen. Pakkaukset muovipakkauskeräykseen.
Polystyreeni PS		Lasin kirkas tai värjätty, hauras, sitkeä, PS-HI	Rasiat, purkit, pakkaukset. Solumuovi PS-E (styrox). Soveltuvat energiahyötykäyttöön. Pakkaukset muovipakkauskeräykseen.
Muut		Kaikkien ylläolevien yhdistelmät ja muut materiaalit	Soveltuvat vain laitosmaiseen polttoon, Tämän merkin tuotteiden soveltuminen muualle kuin sekajätteeseen pitää tarkistaa paikalliselta jätehuollolta.

Vuodesta 2016 lähtien kuluttajien muovipakkauksille on järjestetty keräyspisteitä. Yrityksille on järjestetty omat keräysjärjestelmän muovipakkausten hyötykäyttöille.



Lisää tietoa www.uusimuovi.fi

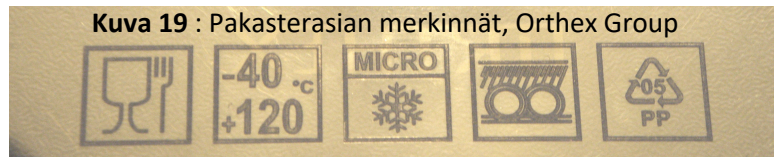
7. Elintarvikkeet ja muovien kemikaalit

Muovit ovat ainoa materiaali, jonka osalta muovien kemiallinen turvallisuus taataan sääntelemällä elintarvikemateriaalin koostumusta EU:n taholta. Muoviraaka-aineen valmistaja on velvollinen testaamaan muovin terveellisyyden ja vastaa siitä. Tuontitavaroiden suhteen valtonnasta vastaa Tullilaboratorio. Muovien kritisoinnissa esimerkiksi internetissä kehoitetaan ihmisiä välttämään muovipakkauksia ja kaikkia muoviastioita ruoankäsittelyssä niiden myrkyllisyyden takia, eniten on puhuttu ftalaateista, bisfenoli A:sta (BPA) ja raskasmetalleista. Kovin usein tiedot ovat joko vanhentuneita tai peräti virheellisiä. www.muovikuuluukierto.fi sivustolle on kerätty asiantuntijahaastatteluita muoveista, muovituotteista sekä muovipakkauksista.

PVC:n käyttö on vähentynyt EU:n alueella, eikä ftalaatteja saa käyttää pehmitteinä muovituotteissa, jotka ovat kosketuksissa elintarvikkeisiin. Polykarbonaattia, josta voi irrota BPA-jäämiä, ei ole saanut käyttää elintarvikkeiden yhteydessä enää vuosiin. On muistettava, että mittaustekniikat ovat kehittyneet ja hyvin pienetkin määrät haitallisia kemikaaleja havaitaan. Kemikaalien lähteitä on paljon, eikä niitä voida tai edes haluta välttää. Haitallisuusrajat on määritelty ja ne löytyvät viranomaisten sivuilta. Mitatut tasot ovat suomalaisilla kaukana riskirajoista.

EU:n alueella valvotaan elintarvikkeita ja niiden käsittelyyn ja pakkaamiseen tarkoitettuja materiaaleja. Jokaisen muovilaadun on käytävä läpi elintarvikelpoisuustestit, jotta siitä voidaan tehdä pakkauksia tai keittiötarvikkeita. Pitkässäkään ajassa tai lämmitettynä muovista ei saa liueta ruokaan vahingollisia kemikaaleja. Näin ollen myös muovin lisäaineiden on oltava ns. elintarvikelpoisia. Kuluttaja voi olla siis varma, että elintarvikkeen muovipakkaus on turvallinen. Kannattaa tarkistaa muovituotteen etiketti tai pohja. Siellä on yleensä muovimerkin vieressä elintarvikelpoisuusmerkki, viinilasi ja haarukka. Yhä useammin muoviastian pohjassa on kuvan mukaisesti muitakin merkkejä, kuten pakastamisen, mikroaaltouunin ja konepesun kestävyys sekä korkein ja matalin käyttölämpötila.

Kuva 19 : Pakasterasian merkinnät, Orthex Group



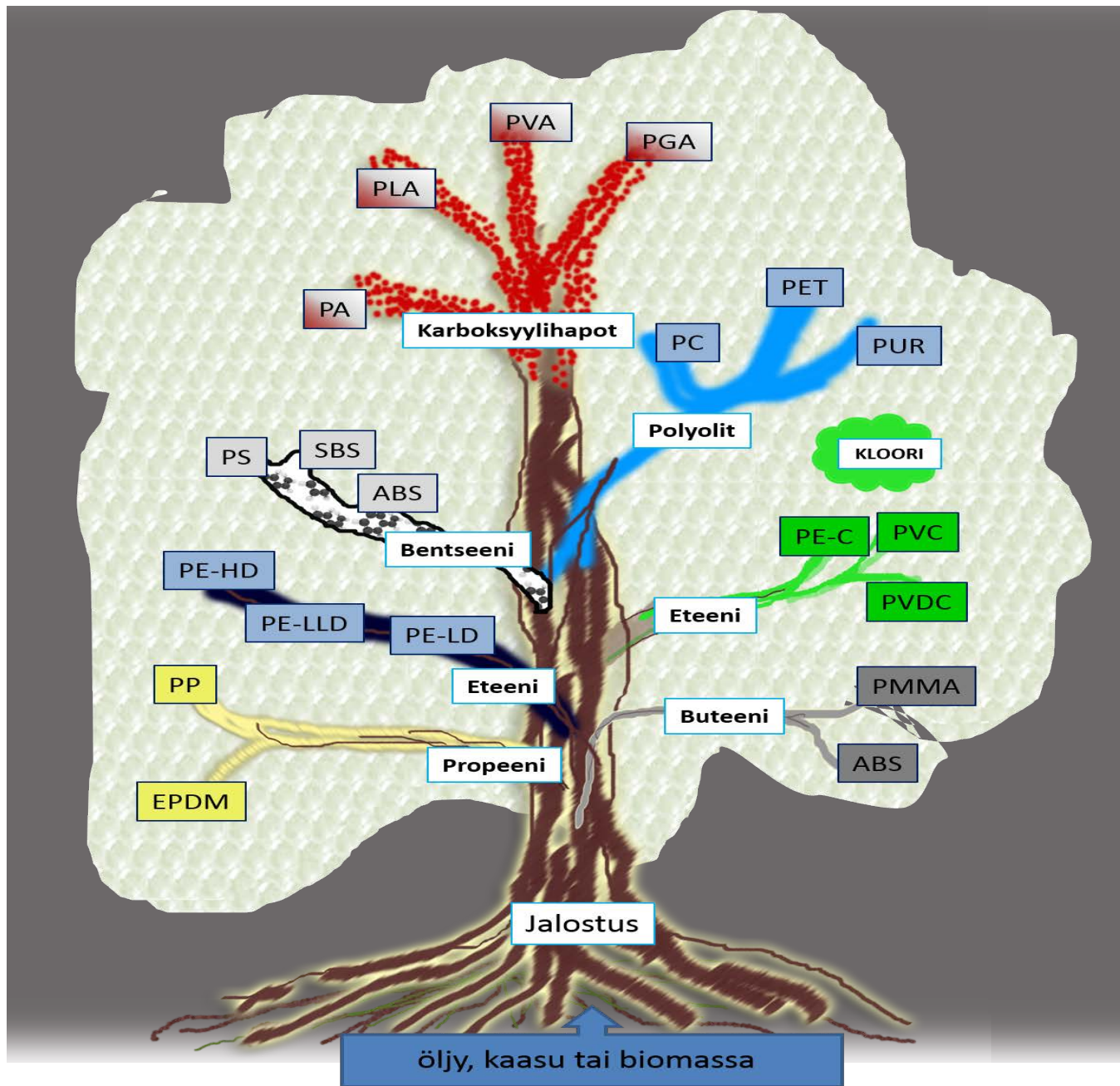
Suomenkielistä muovikirjallisuutta:

Seppälä J. Polymeeritekniikan perusteet, Otatiето nro 580. 2008

Kurri V., Malén T. ja Sandell R. Muovitekniikan perusteet. 2008

Järvinen P. Muovit ja muovituotteiden valmistus. 2017

Järvinen P. Uusi muovikirja. 2008



Muovi-ilmiö virikepaketin laatimiseen ovat Muoviteollisuus ry:stä osallistuneet Vesa Kärhä, Lena Jenytn, Kari Kuivalainen, Aulis Nikkola ja Rasmus Pinomaa.

Etukannen kuva Rasmus Pinomaa. Tietojen päivätys 1 2019 Esko J Pääkkönen.



Muoviteollisuus ry
PL 4, 00131 HELSINKI

www.plastics.fi

www.muovikuuluukiertoon.fi

©Muoviteollisuus ry nettipainos