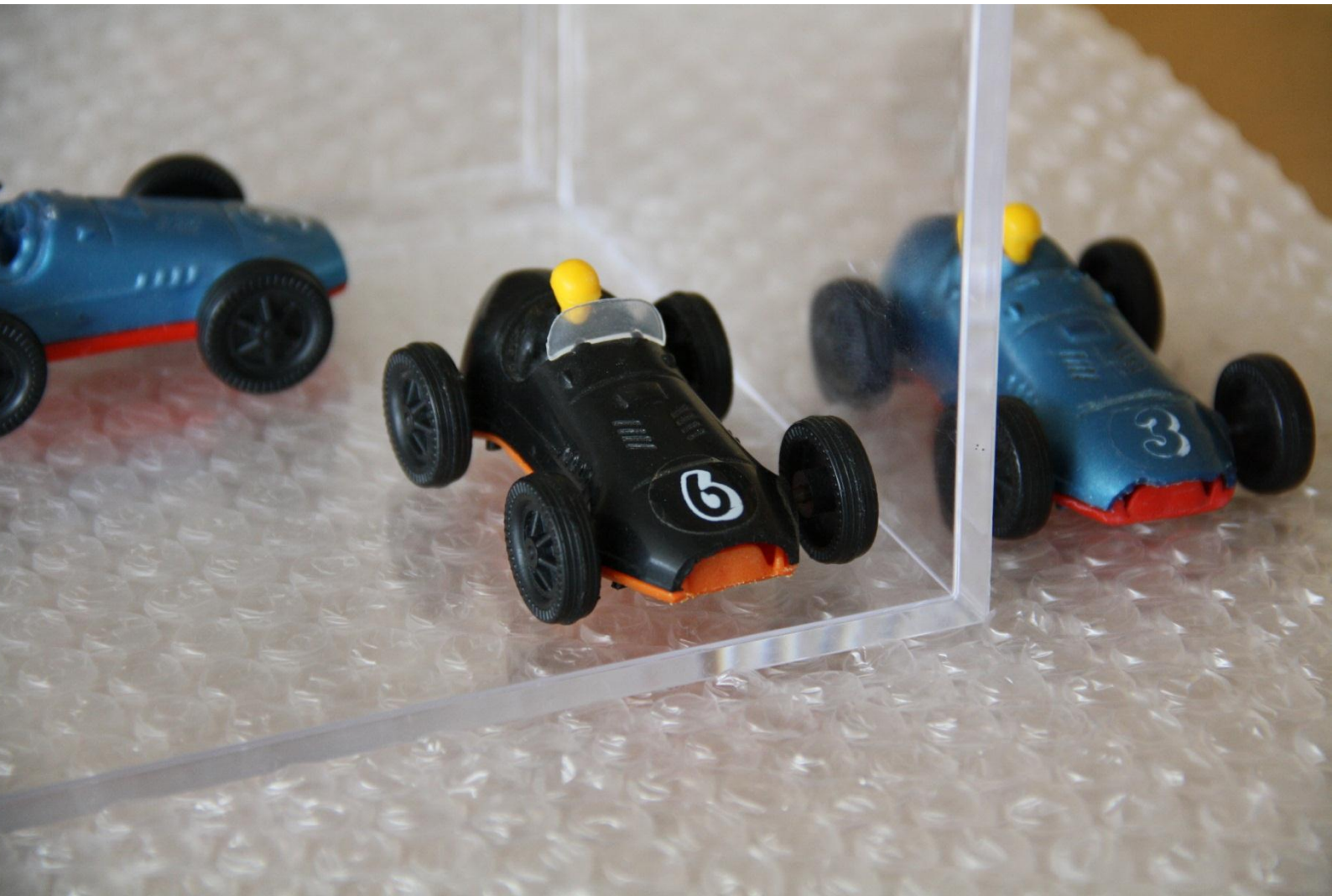


MUOVI-ILMIÖ

Virikekooste muoveista - opettamisen ja oppimisen avuksi



Maija Pohjakallio 2013



MUOVITEOLLISUUS RY
Finnish Plastics Industries Federation

MUOVI ILMIÖNÄ

Muovit ovat suhteellisen uusi tulokas materiaalien joukossa. Niitä on käytetty laajamittaisesti vasta vajaa vuosisata. Nykyisin muoveja on lähes kaikkialla. Sen sijaan ei ole helppoa löytää kattavaa tietoa muoveista. Muoveilla on laaja käyttöalue ja myös erilaisia merkityksiä eri elämänaalueilla.

Muovit ovat osa teollista ja jälkiteollista historiaamme. Ne ovat tietysti kemiaa ja fysiikkaa. Muovit kuvaavat yhteiskunnan muutosta, elintason nousua, liikkumisen lisääntymistä, jopa kulttuurien muuntautumista uudeksi. Muovien näkökulmasta pääsee kiinni myös luonnonsuojeluun säästön ja kulutuksen kantilta. Kuinka monen elämä liittyy 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: muovit = polymeeri + (täyte- ja lisäaineet). Uusinta uutta muoviteollisuudessa ovat biopohjaiset raaka-aineet sekä tuotteiden valmistus 3D-tulostimella.



Suomalaisten muovituotteiden valmistajien Muoviteollisuus ry haluaa virittää ihmisten oman kiinnostuksen ja tiedonhalun muovien avulla ja muovien suuntaan. Siinä tarkoituksessa pyysimme TkT Maija Pohjakalliota keräämään ympäröivästä perinteisestä ja uudemmassa opetusmaailmasta ideoita muovi-ilmiön käsittelyyn. Hän teki sen hyvin, vähän jo ilmiö-oppimista samalla kokeillen. Materiaalin ideoimiseen, viimeistelyyn ja tehtävien pilotoimiseen osallistuivat myös Ymmerstan koulu sekä Helsingin Suomalainen Yhteiskoulu – lämpimät kiitokset heille.

Muoveista saa paljon irti tutkimalla niistä valmistettuja tuotteita ilmiönä, myös yli perinteisten oppiainerajojen. On tietysti välttämätöntä ymmärtää joitain luonnontieteellisiä perusteita ja käsitteitä sekä noudattaa turvaohjeita voidakseen syventyä muoveihin lähemmin, mutta muutoin jätämme hyvin paljon tutkivan ja ideoivan oppimisen varaan. Asioiden seulominen ja kokoaminen uusiksi opeiksi on usein hedelmällisempää ryhmässä, johon kaikki tuovat oman antinsa.

Oheinen kooste ei ole perinteinen opas tai ohje. Se on virikekooste, joka haastaa toteuttamaan oman persoonallisen muovi-projektin koulussa, kerhossa tai missä hyvänsä.

Muoviteollisuus ry kannustaa kaikkia muovi-ilmiön ihmettelyyn ja testaamaan, miten sen avulla voisi rakentaa oppimista, löytää uusia näkökulmia ja parantaa epäkohtia.

Kuulisimme mielellämme lisää ideoita teiltä sekä tuloksia omasta muovi-ilmiöstänne.

vesa.karha@plastics.fi

Sisällys

1. Muovit ovat seoksia	4
Muistin virkistämiseksi	4
2. Muovien raaka-aineena voi olla öljy tai vaikkapa tärkkelys	5
3. Synteettiset polymeerit ja luonnon polymeerit.....	5
Taulukko 1: Esimerkkejä synteettisistä ja puolisynteettisistä polymeereistä sekä luonnon polymeereistä ja niiden käytöstä (osa 1)	6
4. Muovien rakenteet ja ominaisuudet	9
I Polymeerin koostumus	9
II Polymeeriketjujen pituus ja haaroittuneisuus	9
III Polymeeriketjujen väliset vuorovaikutukset.....	9
IV Polymeeriketjujen avaruudellinen eli kolmiulotteinen muoto.....	10
V Muovin sisältämät muut aineet	11
Kestomuovien yhteiset ominaisuudet	11
Taulukko 2. Esimerkkejä muovien moderneista käyttökohteista.....	12
5. Muovituotteiden valmistusmenetelmät ja -prosessit	13
Seitsemän menetelmää ja lujitemuovit	14
6. Muovien kierrätys, energiahyötykäyttö ja hävittäminen	16
Älä viskaa muoveja mäkeen!	16
Taulukko 3. Tavallisimpien muovien merkinnät, käyttökohteet ja kierrätys Suomessa.....	18
7. Tehtäväkortit, projektipaketti ja raportointi	19
Virikepaketti ja opetus suunnitelmat	19
Miten toteuttaa muovi-ilmiö –projekti?	19
Oppilaiden raportointityökalut.....	19
Tehtäväkortit.....	19
8. Internetistä katsottavia tai ladattavia peruskoulun opetukseen sopivia muoveihin ja polymeereihin liittyviä videoita ja kuvaus niiden sisällöstä	21
9. Hyödyllisiä linkkejä	22
Katso myös	23

1. Muovit ovat seoksia

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

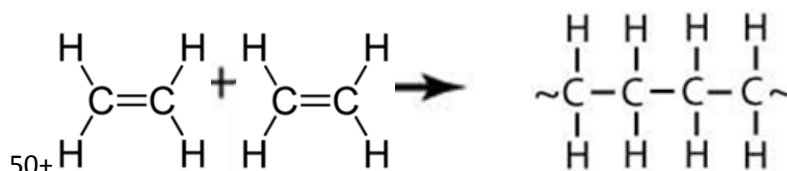
Polymeeri on nimitys yhdisteille, jotka koostuvat pitkistä ketjumaisista molekyyleistä, joissa on jokin toistuva osa. Polymeeriketjut ovat muodostuneet siten, että pieniä monomeerimolekyyliä on **liittynyt yhteen eli polymeroitunut** pitkiksi ketjuiksi. Etuliite poly tarkoittaa monta ja mono tarkoittaa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

Kun yli 50 monomeeria liittyy yhteen, muodostuu polymeeriketju.

(a)



(b)



Kuva 1. Polymeerit koostuvat ketjumaisista molekyyleistä, jotka muodostuvat monomeerien liittyessä yhteen. Kuvassa polyeteenin muodostuminen eteeni-monomeereista esitettynä kahdella erilaisella mallilla: **a) pallomalli** (atomeja on kuvattu palloilla) ja **b) 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, jossa polyeteenipolymeerin joukkoon on sekoitettu myös muita aineita.

Muistin virkistämiseksi

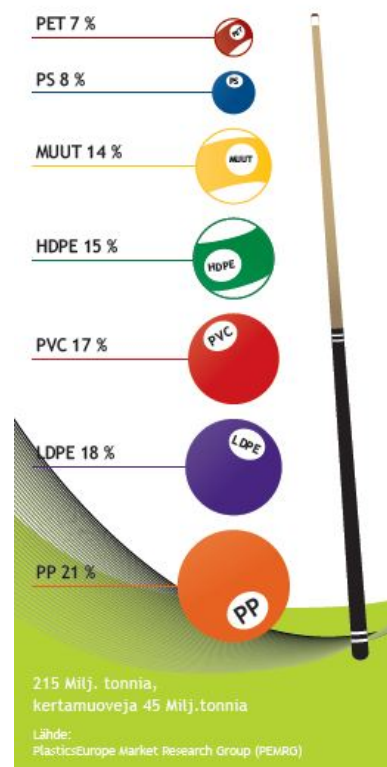
H = vety, jonka moolimassa on 1,00794 g/mol. Alkuaineena vety esiintyy H₂-molekyyleinä, yleensä kaasumaisena, sillä normaalipaineessa se sulaa -259 °C:ssa ja höyrystyy -253 °C:ssa. Vedyn löysi vuonna 1766 Henry Cavendish. C = hiili, jonka moolimassa on 12,01 g/mol.

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

Monien yleisten muovien, kuten polyeteenin ja polypropeenin pääraaka-aine on öljy. Öljystä saadaan jalostuksen avulla erotettua erilaisia molekyylejä, jotka voidaan polymeroida. Kaiken kaikkiaan raakaöljystä käytetään muovien valmistamiseen kuitenkin vain noin 4 %. Nykyinen suuntaus on **suosia luonnosta saatavia tai luonnontuotteita jäljitteleviä** raaka-aineita uusien muovien kehittämisessä. Esimerkiksi biohajoava polylaktidimuovi valmistetaan polymeroimalla maitohappoa, jota voidaan valmistaa muun muassa maissitärkkelyksestä. **Teknologioiden kehityksen ansiosta myös perinteisiä muoveja voidaan valmistaa biopohjaisista raaka-aineista.** Esimerkiksi polyeteeniä valmistetaan jo joissain tehtaissa sokeriruokoperäisestä etanolista valmistetusta eteenistä. Euroopassa kunnianhimoisena tavoitteena on, että vuoteen 2030 mennessä 50 % muovintuotannosta olisi biopohjaista.

Kuva 2. Kestomuovien käyttöjakauma 2010. Muovien lyhenteet on selitetty taulukossa 3, jossa kerrotaan myös esimerkkejä käyttökohteista.

KESTOMUOVIER KÄYTTÖ- JAKAUMA MAAILMASSA 2010



3. Synteettiset polymeerit ja luonnon polymeerit

Tehtaassa tai laboratoriossa valmistettuja polymeerejä sanotaan synteettisiksi. Monia niistä käytetään erilaisten muovien valmistukseen. Ensimmäinen täysin synteettinen muovi, bakeliitti, patenttoitiin vuonna 1907 ja sitä käytettiin erilaisissa teknisissä laitteissa ja kulutustavaroissa. Suomen ensimmäinen muovituotteita valmistanut yritys Sarvis Oy perustettiin vuonna 1921. Muovien valmistus öljystä tuotetuista kemikaaleista alkoi 1930-luvulla.

Luonnossa esiintyviä polymeerejä ovat muun muassa selluloosa, tärkkelys, proteiinit, DNA ja kautsu eli luonnonkumi. Uusia **muovimateriaaleja** on kehitteillä myös joistakin luonnonpolymeereistä, esimerkiksi maissin ja perunan tärkkelyksestä. Kumit ovat oma polymeereistä valmistettava materiaalityypinsä, 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. 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.

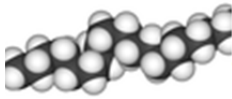
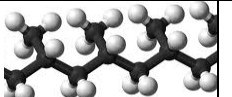
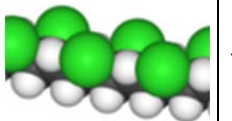
Muovien ja kumien lisäksi polymeerejä käytetään teollisuudessa myös muun muassa tekstiilikuitujen, liimojen ja maalien valmistukseen.

Englanninkielinen, erilaisia synteettisiä ja luonnon polymeerejä esittelevä animaatio (kesto 6 min) on katsottavissa osoitteessa

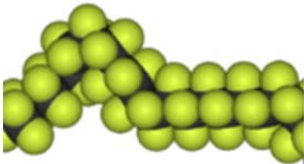
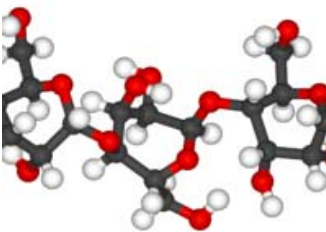
www.youtube.com/watch?v=SgWgLioazSo



Taulukko 1: Esimerkkejä synteettisistä ja puolisynteettisistä polymeereistä sekä luonnon polymeereistä ja niiden käytöstä (osa 1)

Poly-meeri	Valmistus/ esiintyminen	Ketjujen rakenne	Pääraaka-aine	Esimerkkejä käytöstä
Polyeteeni (PE)	Synteettinen: tehtaassa polymeroimalla eteeniä		Eteeni, jota saadaan raakaöljystä jalostamalla. Eteeniä voidaan valmistaa myös etanolista, joka voidaan tuottaa biopohjaisesti tärkkelyksestä tai selluloosasta.	PE-muovia käytetään mm. - elintarvike- ja kosmetiikka-pakkauksissa - muovikasseissa
Polypropeeni (PP)	Synteettinen: tehtaassa polymeroimalla propeenia		Propeeni, jota saadaan pääasiassa raakaöljystä jalostamalla.	PP-muovia käytetään mm. - pakkauksissa - autojen puskureissa - kännykän kuorissa
Polystyreeni (PS)	Synteettinen: tehtaassa polymeroimalla styreeniä	http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/41/Isotactic-polystyrene-chain-from-xtal-3D-balls.png/380px-Isotactic-polystyrene-chain-from-xtal-3D-balls.png	Styreeni, jota saadaan pääasiassa raakaöljystä jalostamalla (joissain kasveissa esiintyy pieniä määriä styroksia)	PS-muovia käytetään mm. - pakkauksissa (mm. jogurttipurkit, rasiat) - kertakäyttöastioissa EPS eli Stryrox on paisutettua polystyreenimuovia, jota käytetään mm.eristeissä.
Polyvinyylikloridi (PVC)	Synteettinen: tehtaassa polymeroimalla kloorieteeniä		Kloorieteeni, jota valmistetaan eteenistä	PVC-muovia käytetään mm. - luottokorteissa - viemäriputkissa - sadetakeissa

Taulukko 1: Esimerkkejä synteettisistä ja puolisynteettisistä polymeereistä sekä luonnon polymeereistä ja niiden käytöstä (osa 2)

Poly-meeri	Valmistus/ esiintyminen	Ketjujen rakenne	Pääraaka-aine	Esimerkkejä käytöstä
Polytetrafluori-eteeni (PTFE, Teflon)	Synteettinen: tehtaassa polymeroimalla tetrafluori-eteeniä		Fluoratut orgaaniset yhdisteet	PTFE-muovia käytetään mm. - paistinpannujen pinnoitteissa - säänkestävissä tekstiileissä
Viskoosi	Puolisynteetti-nen: tehtaassa käsittelemällä kemiallisesti selluloosaa	http://cameo.mfa.org/browse/record.asp?subkey=9852&material_page=images#mat_img_802272	Puusta tai kaislasta saatu selluloosa, rikkihappo, natriumhydroksidi, rikkihiili	Viskoosista tehdään mm. - kangasta vaatteisiin ja huonekaluihin - vaippoja - puhdistusvanuja
Selluloosa	Luonnon-polymeeri: esiintyy kasveissa		Kasviperäiset biomassat	Puuvilla- ja pellavakankaat koostuvat selluloosakuiduista. Selluloosaa käytetään mm. paperin ja etanolin valmistuksessa. Selluloosasta voidaan valmistaa erilaisia johdannaisia kuten karboksimeetyyli-selluloosaa (CMC), jota käytetään mm. - sakeuttamisaineena jäätelössä - lääkevalmisteiden täyteaineena - tapettiliistereissä
Tärkkelys	Luonnon-polymeeri: esiintyy kasveissa (eläintärkkelys eli glykogeeni on hieman erilainen polymeeri kuin tärkkelys)	http://www.indigo.com/images/products/62115-molymod-starch-molecular-model-chemical-structure-kit.jpg	Kasvibiomassat erityisesti mm. peruna, maissi	Suuri osa ruoasta saatavista hiilihydraateista on tärkkelystä. Tärkkelystä käytetään ruoanlaitossa mm. suurustamiseen ja teollisuudessa mm. liimojen, paperien, etanolin ja tekstiilien valmistuksessa.

Taulukko 1: Esimerkkejä synteettisistä ja puolisynteettisistä polymeereistä sekä luonnon polymeereistä ja niiden käytöstä (osa 3)

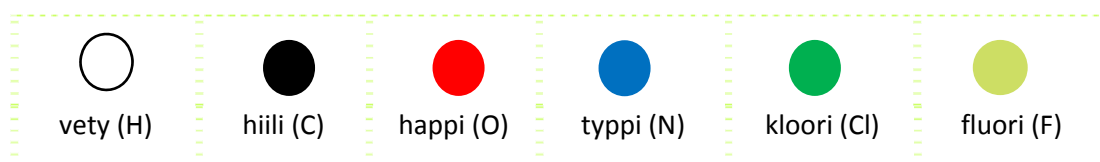
Poly-meeri	Valmistus/ esiintyminen	Ketjujen rakenne	Pääraaka-aine	Esimerkkejä käytöstä
Proteiinit eli valkuais-aineet	Luonnon-polymeeri: erityyppisiä proteiineja esiintyy mm. lihaksissa, luustossa, monissa kasveissa erityisesti palkokasveissa ja pähkinöissä, villassa, hyönteisissä ja muissa pieneliöissä, silkki-perhosen toukkien koteloissa	Proteiiniketjut sisältävät aina C-, O-, H- ja N-atomeja (voivat sisältää lisäksi muitakin atomilajeja), ja niillä on usein monimutkainen 3D-rakenne.	Erilaiset biomassat. Entsyymejä ja lääkeaine-proteiineja valmistetaan mikrobien avulla bioteknisesti.	Proteiineja käytetään mm. - ravintona - elintarvikkeiden koostumuksen muokkaamiseen (mm. liivate) - lääkeaineissa - kosmetiikassa - biokatalyytteinä mm. elintarvike-, rehu-, tekstiili-, pesuaine- ja paperiteollisuudessa - silkkikankaiden ja villalangan valmistuksessa

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 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.



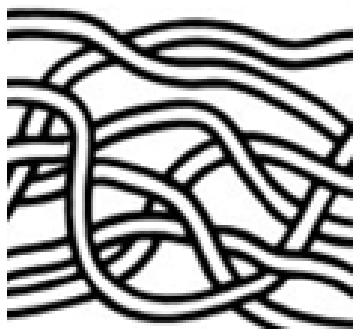
Kuva 3: Atomien pallomalleja ja kirjainsymboleja.

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 vuorovaikutukset

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



Kuva 4a: Polymeeriketjujen välillä on vain heikkoja vuorovaikutuksia. Tällainen muovi on **kestomuovi** eli se voidaan toistuvasti sulattaa ja muovata uudestaan. Suuri osa valtamuoveista, kuten polyeteeni, ovat kestumuoveja.

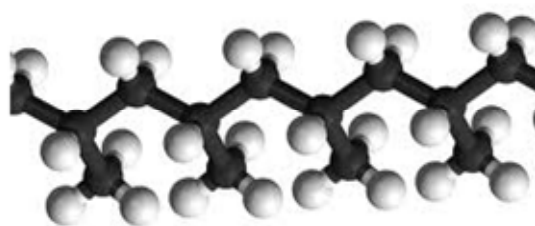
Kuva 4b: Polymeeriketjujen välillä on vahvoja sidoksia. Tällainen muovi on **kertamuovi** eli sitä ei voida lämmön avulla pehmentää ja muovata uudestaan. Kertamuoveja käytetään esimerkiksi lujitemuoviveneissä.



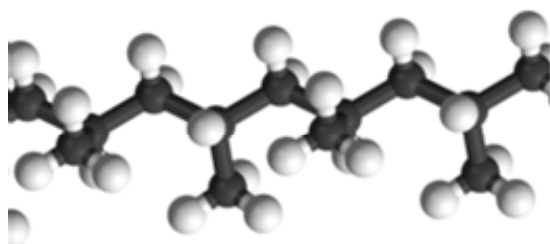
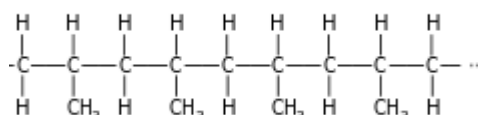
Polymeerimolekyylien väliset vuorovaikutukset määräävät myös sen, miten polymeeriketjut toisiinsa nähden asettuvat. Vuorovaikutuksiin vaikuttavat muun muassa **polymeerimolekyylien koostumus, sekä lämpötila, paine ja mekaaninen työstö**. Muovit ovat yleensä amorfisia materiaaleja, joissa polymeeriketjuilla ei ole pitkän kantaman järjestystä, tai osakiteisiä, jolloin niissä on alueita, joissa polymeeriketjut ovat järjestäytyneet.

IV Polymeeriketjujen avaruudellinen eli kolmiulotteinen muoto

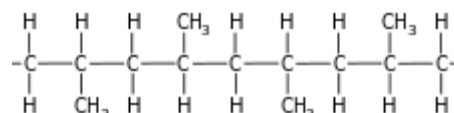
Monilla polymeerimolekyyleillä on erilaisia 3D-rakenteita. Kuvassa 5 on esitetty kaksi erilaista polypropeeniketjun 3D-rakennetta, isotaktinen ja syndiotaktinen. Näiden lisäksi on olemassa myös ataktisia polypropeeniketjuja, joissa CH₃-ryhmän avaruudellinen sijainti ketjussa ei ole säännönmukainen. Isotaktinen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



isotaktinen polypropeeni



syndiotaktinen polypropeeni



Kuva 5. Kaksi erilaista polypropeenimolekyylin kolmiulotteista rakennetta pallomalleilla ja rakennekaavoilla esitettynä.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Tacticity> ja <http://en.wikipedia.org/wiki/Polypropylene>

V Muovin sisältämät muut aineet

Pelkkä polymeeri on ani harvoin käyttökelpoinen materiaaliksi. Se hajoaa helposti, on väritön ja mekaanisesti erittäin rajoitetusti käyttökelpoinen.

www.muovimuotoilu.fi/content/view/158/222/



Muoveja valmistettaessa voidaan polymeerien sekaan lisätä täyteaineita, seosaineita, apuaineita ja lujitteita. Täyteaineet kuten kalsiitti, talkki ja kaoliini vähentävät muovien kutistumista ja parantavat näin muovituotteen laatua. Muovien monia muita ominaisuuksia muokataan seosaineilla, joita ovat muun muassa erilaiset pehmittimet, stabilaattorit, palon- ja mikrobienestoaineet, sähköisyyttä vähentävät aineet ja väripigmentit.

Kestomuovien yhteiset ominaisuudet

Vaikka **eri muoveilla voi olla hyvinkin erilaisia ominaisuuksia**, monille kestumuoveille tyypillisiä, yhteisiä ominaisuuksia ovat

- muotoiltavuus (yleensä lämmön avulla)
- keveys
- eivät ruostu
- ei ole terävää sulamispistettä vaan pehmenevät vähitellen lämpötilan noustessa
- sähköisesti eristeitä
- eivät liukene veteen
- soveltuvat tuotteiden massatuotantoon

Taulukko 2. Esimerkkejä muovien moderneista käyttökohteista

Muovi	Muovin ominaisuuksia	Esimerkkejä muovin käyttökohteista
Polyaramidikuitu	Kevyt, joustava, kulumista kestävä, tulenkestävä	Formulakuskien haalarit, palomiehen suojatakin ja -housujen ulkomateriaali, kiipeilyköydet
Polykarbonaatit (PC)	Iskunkestävä, helppo työstää	Autojen etulyhdyt, matkapuhelimien näytöt, cd-levyt
Polyeteenitereftalaatti (PET)	Monikäyttöinen, osa PET-muoveista kestää myös kuumuutta	Takkien ja peitteiden täytteet, virvoitusjuomapullot ja uuninkestävät vadit. Myös fleece-kankaat kudotaan PET-kuiduista, joita voidaan tehdä muun muassa kierrätetystä virvoitusjuomapullojätteestä.
Polyaniliini, polypyrroli	Johtavat sähköä	Elektroniikan komponentit, esim. kondensaattorit
Polyvinyylialkoholi (PVA)	Liukenee veteen	Vesiliukoiset muovipussit esim. pyykeille
Polylaktidi (PLA)	Biohajoava Bioyhteesopiva	Roskapussit biojätteille, mikit, teepussit Kirurgiset implantit, kuten ruuvit, elimistöön
Polyglykoli happo (PGA)	Biohajoava Bioyhteesopiva	Elintarvikepakkaukset Kirurgiset implantit, kuten ruuvit, elimistöön
Polyakrylaatit, joiden seassa kvartsia	Kun massa laitetaan hampaaseen ja altistetaan UV-valolle, tapahtuu polymeroituminen ja paikka kovettuu	Hammaspaikat

Muoveja tarvitaan siis 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.

5. Muovituotteiden valmistusmenetelmät ja -prosessit

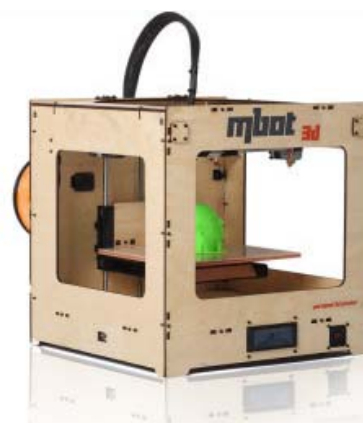
Muovituotteita valmistetaan erilaisilla menetelmillä. Esimerkiksi muoviputkia valmistetaan suulakepuristamalla (ekstruusio) ja muovipusseja puhaltamalla ilmaa sulaan muoviin. Myös ruiskuvalukoneella, joissa sula muovimassa puristetaan suuttimen läpi muottiin, valmistetaan monenlaisia muoviesineitä. Muotissa kappale kovettuu muovimassan jäähtyessä.



Englanninkielinen video (kesto 5 min) muovipullojen valmistuksesta tehtaassa on katsottavissa osoitteessa www.youtube.com/watch?v=8QkxpQT967w

Uusi muoviesineiden valmistusmenetelmä on 3D-tulostus. Tästä käytetään myös nimitystä ainetta lisäävä työstö. Tuotteen virtuaalinen malli tehdään tietokoneella, minkä jälkeen 3D-tulostin tulostaa mallin fyysiseksi esineeksi. Muovin lisäksi tai ohella tulostimessa voidaan käyttää materiaaleina esimerkiksi metallia, keraamia, lasia tai vaikkapa suklaata. Tulostusmateriaalit ovat yleensä omissa kaseteissaan, joista materiaalia johdetaan tulostuspäähän esimerkiksi 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. Teollisuudessakin 3D-tulostus valtaa alaa. Edelläkävijöitä ovat auto- ja ilmailuteollisuus sekä lääkinnällisten laitteiden valmistajat. Suuri tutkimuskohde on ihmiskudoksen tulostus. Yleistyessään 3D-tulostus tulee mullistamaan koko valmistusteollisuutta.



Kuva 6. 3D-tulostin

Lähde: www.verkkokauppa.com

Muoveja käytetään myös paljon erilaisissa **komposiitti- eli yhdistelmäateriaaleissa** kuten lasi- ja hiilikuiduilla lujitetuissa muoveissa. Materiaalit kehittyvät koko ajan, ja uusimpia materiaaleja ovat muun muassa puumuovikomposiitit, joista valmistetaan esimerkiksi terrasilautoja sekä kipsaus- ja lastoitusratkaisuja lääketieteeseen.

Suomenkielinen video (kesto 3 min) lääketieteessä käytettävän **puumuovikomposiitin kehityksestä ja käytöstä** on katsottavissa osoitteessa www.youtube.com/watch?v=DGzqaafTdB8

Seitsemän menetelmää ja lujitemuovit

Muovituotteiden seitsemän yleisintä valmistusmenetelmää on esitetty seuraavien kuvien yhteydessä.



Ruiskuvalussa (injection molding, eng., formsprutning sv.) muovi kuumennetaan ja sekoitetaan. Massaa suihkutetaan suurella paineella suljettuun muottiin. Esimerkiksi käynnykän kuoret, kumisaappaat, hammaspyörät, ämpärit valmistetaan ruiskuvalamalla.

Tyhjiömuovauksessa (thermoforming, varmformning) muovilevyä lämmitetään samanaikaisesti kummaltakin puolelta. Lämmennyt muovilevy imaistaan alipaineen avulla muotin pinnan muotoiseksi. Esimerkiksi vappunaamarit valmistetaan tyhjiömuovauksella



Puhallusmuovauksessa (blow molding, formblåsning) muoviaihiö kuumennetaan ja suljetaan muottiin. Kevyellä paineella sula muovi puhalletaan muotin reunoille, jollain saadaan sisältä ontto kappale, esimerkiksi pullo tai säiliö.

Rotaatiovalussa (rotation molding, rotationsgjutning) muovijauhe tai -tahna kuumennetaan suljetussa muotissa. Muottia pyöritetään kunnes sen seinämät ovat peittyneet tasaisella polymeerikerroksella. Rotaatiovalumenetelmällä valmistetaan isot, ontot kappaleet kuten roskakorit, polttoainesäiliöt ja erilaiset lieriöt



Puhalluskalvoekstruusiassa, suulakepuristuksella (film and sheet extrusion, filmblåsning) sula muovi puristetaan renkaan muotoisen suuttimen läpi. Muovi paisuu puhalletun ilman vaikutuksesta ohutseinäiseksi letkuksi, jota voi jatkotyöstää. Esimerkiksi muovipussit ja kalvot valmistetaan näin.

Ekstruusio (extrusion, strängsprutning) on työstömenetelmä jossa kuuma muovi työnnetään muotoillun suulakkeen läpi. Näin syntyvät esimerkiksi putket ja erilaiset profiilit.

Ekstruusio-päälystysmenetelmällä (strängsprutningsbeläggning) voidaan erilaisia materiaaleja kuten ruoka- ja juomasäiliöitä päälystää muovilla



Kalanterointi (Calendering, kalandring) on tuotantomenetelmä, jossa kuumennettu muovi syötetään telan väliin. Telat puristavat muovin ohueksi levyksi. Kalanteroituja tuotteita ovat erilaiset päälysteet, laatat, paneelit ja pinnoitteet

Lujitemuovituotteilla, jotka ovat erilaisilla kuiduilla vahvistettuja muovirakenteita, on omat valmistusmenetelmänsä. Kuidut lisäävät perusmuovien lujuutta jopa moninkertaiseksi ja niiden avulla päästään kevyihin ja kestäviin ratkaisuihin. Perusmuoveina käytetään yleensä kertamuoveja, mutta myös kestumuoveja voidaan lujittaa kuiduilla. Massatuotannossa vahvistukseen käytetään eniten lasikuitua ja hiilikuitua. Myös luonnonkuituja, kuten pellavaa, puuvillaa ja hammppua sekä kestumuovikuituja voidaan käyttää muovin lujittamiseen. Hiilikuitu on lasikuituun verrattuna paljon kestävämpää ja kalliimpaa, ja sitä käytetään sellaisissa lujitemuoveissa, joita on muun muassa lentokoneissa ja urheiluvälineissä.

Lujitemuovituotteiden yleisimmät valmistusmenetelmät ovat laminointi, puristus, injektointi sekä suulakepuristus.

Laminointimietelmillä 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.

Suulakepuristusmenetelmillä tehdään putkimaisia kappaleita kuten hiihtosauvoja ja purjelaudan mastoja.

Lisätietoa lujitemuoveista ja muovien prosessoinnista on teoksissa *Komposiittirakenteet* sekä *Muovitekniikan perusteet*, joita myy Muoviyhdistys ry.



www.muoviyhdistys.fi/yhdistys/julkaisut

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.

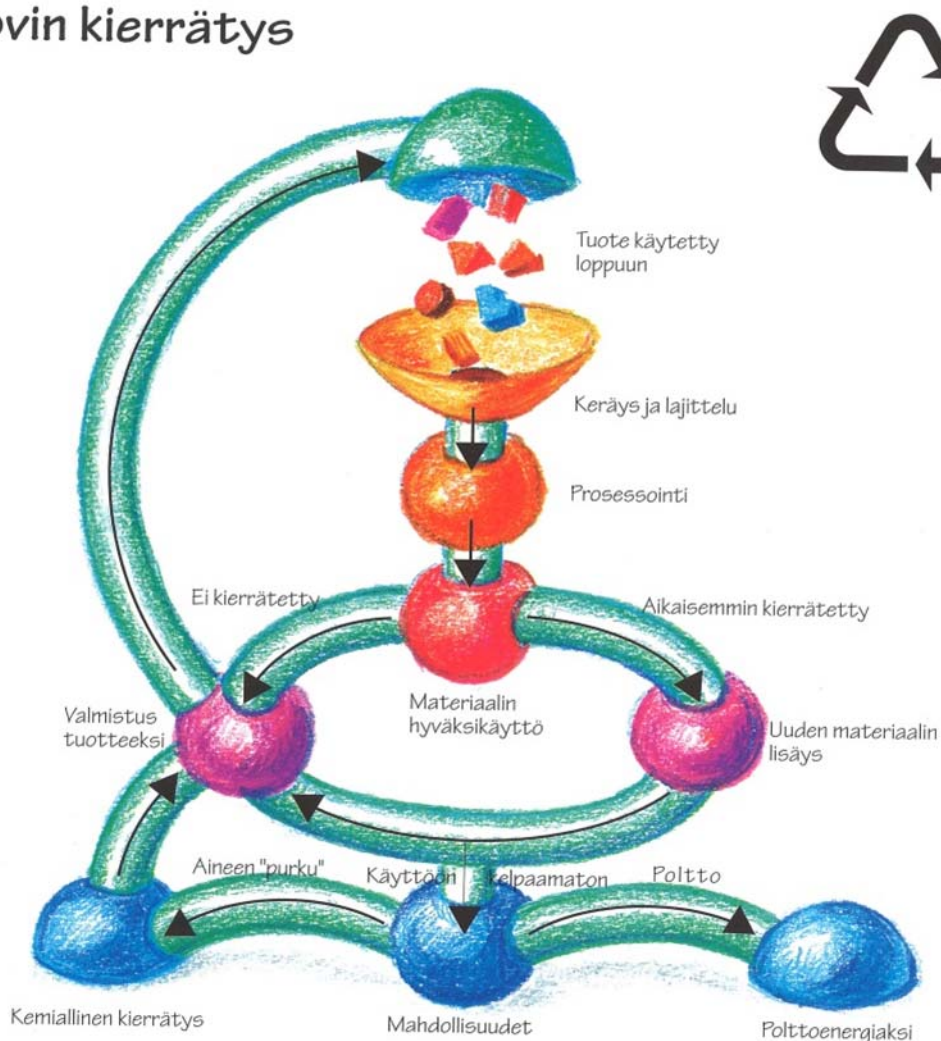
Älä viskaa muoveja mäkeen!

Muoveja ei saa heittää luontoon! Suuri osa muovituotteista ei sinänsä saastuta ympäristöä, mutta haittana on, että muovit (lukuun ottamatta biohajoavia erikoismuoveja) hajoavat luonnossa hitaasti.

Suomenkielinen animaatio **Älä viskaa muoveja mäkeen** (kesto 3 min) kuvaa öljytipan matkaa muovituotteesta toiseen ja lopulta energiaksi. Öljypohjaisista muovituotteista ja niiden elinkaaresta kertovan animaation voi katsoa osoitteessa www.suomenuusimuovi.fi



Muovin kierrätys



Kuva 7. 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. Muoveille on annettu koodimerkinnyt, jotka kertovat, mistä muovista tuote on valmistettu. Koodijärjestelmä on apuna muovien tunnistamisessa niitä lajiteltaessa. Muoviteollisuus, pakkausteollisuus ja vähittäiskaupat kierrättävät osan omasta muovijätteestään.








Suuri osa muoveista voitaisiin polttaa energijätteenä ilman, että syntyy 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. **Muoveja poltettaessa lämpötilan on oltava riittävän korkea**, sillä osa epätäydellisen palamisen tuotteista voi olla haitallisia. Jätemuoveista tuotetaan kustannus- ja ekotehokkaasti lämpöä ja sähköä monissa Euroopan kaupungeissa. Suomessakin on jätevoimaloita, jotka tuottavat jätteistä energiaa.

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

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.

Englanninkielinen video (kesto 5 min) **How Plastic Bottles Are Recycled Into Polyester** on katsottavissa osoitteessa www.youtube.com/watch?v=zyF9Mxlcltw

Taulukko 3. Tavallisimpien muovien merkinnät, käyttökohteet ja kierrätys Suomessa.

MUOVITYYPPI	MATERIAALI-MERKINTÄ	YLEISET OMINAISUUDET	ESIMERKKEJÄ KÄYTTÖKOHTEISTA JA HYÖTYKÄYTÖSTÄ
Polyeteeni-tereftalaatti, PET		Kirkas, kova, kemikaaleja kestävä	Virvoitusjuoma- ym. pullot, tekstiilit. Pullot voi palauttaa kauppojen automaatteihin.
Polyeteeni high-density PE-HD		Samea tai värillinen, joustava, vahamainen pinta	Mehupullot, ämpärit, virvoitusjuomakorit. Soveltuvat energiahyötykäyttöön. Eräillä paikkakunnilla on PE-HD-muovipakkausten kierrätyspisteitä.
Polyvinyylidikloridi PVC		Erittäin monimuotoinen ja -piirteinen	Putket, letkut, rakennusmateriaalit. PVC-muovia ei saa polttaa eikä laittaa muovipakkauskeräykseen.
Polyeteeni low-density PE-LD		Pehmeä, joustava, vahamainen pinta	Muovikassit, pussit, kalvot. Soveltuvat energiahyötykäyttöön. Pussit voi palauttaa muovipakkauskeräykseen tai kauppojen palautusautomaattien yhteydessä oleviin muovijätteen keräysastioihin.
Polypropeeni PP		Jäykkä, sitkeä, hyvin monikäyttöinen	Narut, rasiat, tekniset osat, kalvot, pehmusteet. Soveltuvat energiahyötykäyttöön.
Polystyreeni PS		Lasin kirkas tai värjätty, hauras, vaahdotettu (EPS)	Rasiat, purkit, pehmusteet, eristeet. Soveltuvat energiahyötykäyttöön.
Muut		Kaikkien ylläolevien yhdistelmät ja muut materiaalit	Soveltuvat vain laitosmaiseen polttoon. Tämän merkin tuotteiden soveltuminen muualle kuin sekajätteeseen pitää tarkistaa paikalliselta jätehuollolta.

7. Tehtäväkortit, projektipaketti ja raportointi

Virikepaketin faktaosuutta täydentämään on laadittu ohjeita Muovi-ilmiö projektityöhön ja erillisiä tehtäväkortteja. Ilmiöoppimisen, vuorovaikutuksen ja arvioinnin tueksi on tehty myös raportointityökalut.

Virikepaketti ja opetussuunnitelmat

Polymeerit ja muovit perusopetuksen opetussuunnitelmassa -kortista löydät viittaukset eri oppiaineisiin ja aihekokonaisuuksiin.

Miten toteuttaa muovi-ilmiö -projekti?

Suurempana kokonaisuutena on esitetty ohjeita projektityön tekemiseen. Samassa paketissa on poimintoja vuonna 2012 toteutetun pilottiprojektin oppilasraporteista. Miten toteuttaa muovi-ilmiö -projektipaketti on osoitteessa www.plastics.fi kohdasta Muovitietoa – Opetusmateriaalit.

Oppilaiden raportointityökalut

Projektien ja tehtäväkorttien oppilastyötä helpottamaan on laadittu sekä **täytettävä raporttipohja** että **lyhyt ohjeistus** oppilaille vapaamuotoisempaa raportointia varten.

Tehtäväkortit

Osa tehtävistä sisältää kokeellista työskentelyä, osa ei. Myös tehtävien kesto vaihtelee: mukana on 15–45 minuutin pituisia lyhyitä töitä sekä pidempiä projektityyppisiä tehtäviä. Tehtäväkorteissa käytetään seuraavia **symboleita** helpottamaan tehtävien valintaa

Tehtäväkortteja laaditaan lisää ja koulut saavat omalla panoksellaan osallistua niiden tekemiseen. Kortit löytyvät osoitteesta www.plastics.fi kohdasta Muovitieto osiosta Opetusmateriaalit. Myös tyhjä korttipohja sekä raportinlaatumisen ohjeistus ja tietokoneella täytettävä pdf-muotoinen raporttilomake löytyvät verkkosivuilta.

Tehtäväkorttien symbolit



Tehtävän arvioitu kesto ilmaistaan kellonajan minuuttiluvulla. Laajemmassa projektityössä on minuuttien tilalla vain Pr



Jos tehtävä soveltuu pari- tai ryhmätyöskentelyyn, se on merkitty vastaavalla kuviolla



Tehtävistä voi olla lisävariaatioita

Tehtävään liittyy kokeellista työskentelyä



Oppimisen tehostamiseksi tehtävän voi videoida/kuvata

Tehdyn työn raportointi kirjallisesti voi syventää oppimista



Tällä hetkellä tehtäväkorttien aiheita ovat:

Tehtäväkorttien otsikot ja kuvaus



Esineen valmistus polymorfista

Jätteiden vähentäminen: Yhden romu – toisen aarre, *projektitehtävä, jonka tuloksilla koulu voi saavuttaa säästöjä*



Kaseiinin saostaminen maidosta



Kiisseli

Lankku, lankku, lankku vai betoni? *Faktan etsimistä ja perustelemista*

Leijonan luolassa - *keskustelupeli*

Maailma vuonna 2030 & 2040, *Miten muovi soveltuu tulevaisuuden haasteisiin*



Muovi-ilmiöprojekti ohjeineen ja esimerkkiraportteineen

Muovimerkkibingo

Muovit käytössä, *keräily- ja materiaalitehtävä*

Muovit maailmalla, *vertailutehtävä alueelliset erot muovien merkinnöissä, käytössä ja kierrätyksessä, sopii myös loma- tai leirikoulutehtäväksi*



Älymuovi 1: Pallon kimmoisuus



Älymuovi 2: Himmentimen valmistaminen

Tyhjä tehtäväkortti

Sivustolta löytyvät myös

Lisäksi

Lyhyt opastus kirjallisen raportin tekemiseksi

Muovi-ilmiö projektiraportti, *täydennettävä raporttipohja*

Polymeerit ja muovit perusopetuksen opetussuunnitelmassa

Virikepaketin faktaosuus: Muovi-ilmiö virikepaketti



8. Internetistä katsottavia tai ladattavia peruskoulun opetukseen sopivia muoveihin ja polymeereihin liittyviä videoita ja kuvaus niiden sisällöstä

Älä viskaa muoveja mäkeen

kesto 3.02 min, suomenkielinen, piirretty

sisältö: Lähtee liikkeelle öljypisarosta, painopiste muovituotteissa ja kierrätyksessä. Etenee koko ajan makrotasolla, mikromaailmaa (molekyylejä) ei mukana. <http://www.suomenuusiomuovi.fi/>

Kieliversiot:

Plastics - too valuable to throw away

tekijä: [Plasticseurope](http://www.youtube.com/watch?v=82-Yz8MbxAO)

englanninkielinen <http://www.youtube.com/watch?v=82-Yz8MbxAO>

Le plastique est trop précieux pour qu'on le jette

ranskaksi <http://www.youtube.com/watch?v=L9iTL2eWeyQ>

Onebone kipsi

suomenkielinen video (kesto 3.18 min) lääketieteessä käytettävän puumuovikomposiitin

kehityksestä ja käytöstä on katsottavissa osoitteessa <http://www.youtube.com/watch?v=DGzqaafTdB8>

How Plastic Bottles Are Recycled Into Polyester

kesto: 5.29 min, lataaja: [Triwood1973](http://www.youtube.com/watch?v=zyF9Mxlcltw)

sisältö: videoitu koko prosessi: PET-pullojätteestä polyesterivaatteeksi. Havainnollistaa hyvin mahdollisia kestäviä materiaalivirtoja. <http://www.youtube.com/watch?v=zyF9Mxlcltw>

Polyethene

kesto: 0.58 min, lataaja: [madmisterk](http://www.youtube.com/watch?v=gUUSPtyvdHk), kieli: ei puhetta (vain taustamusiikki)

videoitu pallomalleista rakennettujen eteenimolekyyliden yhteenliittymisen polyeteeniksi

<http://www.youtube.com/watch?v=gUUSPtyvdHk>

The Polymer Party

kesto: 6.37 min, tekijä: Jimmy Wu (Assistant Professor of Chemistry at Dartmouth College)

kieli: englanti, tyyppi: piirretty, suunnattu erityisesti nuorille

sisältö: Esittelee hauskaasti tyyppisiä synteettisiä ja luonnonpolymeerejä: kumi, selluloosa, polyesterit, nylon, DNA, proteiinit <http://www.youtube.com/watch?v=SgWgLiOazSo>

How It's Made - sarja

tekijä: Discovery/Science Channel's

How It's Made - Bubble Gum

kesto: 4.46 min, lataaja: [juliuswaag](http://www.youtube.com/watch?v=WB3st6SQnsk)

kieli: englanti <http://www.youtube.com/watch?v=WB3st6SQnsk>

How It's Made Pasta

kesto: 5.28 min, lataaja: [thatsmynamedude](http://www.youtube.com/watch?v=75bfUmqx82s)

kieli: englanti <http://www.youtube.com/watch?v=75bfUmqx82s>

How It's Made, Plastic Bottles

kesto: 4.50 min,

kieli: englanti <http://www.youtube.com/watch?v=8QkxpQT967w>

sisältö: videoitu muovipullojen valmistusprosessi tehtaassa. Mukana asiaa kierrätyksestä.

Comment c'est fait- sarja:

Fabrication des bouteilles en plastique

kesto 5.00, tekijä: technologuepro

kieli: ranska <http://www.youtube.com/watch?v=KvXAXr9Kqfs>

Fabrication d'un pneu

kesto: 3.03 min, lataaja: Allan Petetin

autorenkaan valmistus (sisältää vulkanoinnin)

kieli: ranska <http://www.youtube.com/watch?v=1wKkWK8Uzok>

How a tire is made? kesto 4.50, lataaja: Rebecca Meyer

kieli: englanti <http://www.youtube.com/watch?v=lf5t783NZFY>



9. Hyödyllisiä linkkejä

<p>Materiaali ja sen tekijät</p> <p>Muovipakkaus: luotu suojaaksi</p> <p>PlasticsEurope & Muoviteollisuus ry, 2012</p> <p>Muovityyppien merkinnät</p> <p>Kuluttajavirasto, 2010</p> <p>Energiajäte ja muovi</p> <p>Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2013</p> <p>Materiaalien kierrätykseen ja lajitteluun liittyviä pelejä</p> <p>Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2013</p> <p>Materiaalit ympärillämme: Paperi, metalli ja muovi</p> <p>Lavonen, J. et al EU:n Materials-Science hanke, 2006</p> <p>Opetuspaketti muovien ihmeellisestä maailmasta</p> <p>PlasticsEurope, Muoviteollisuus ry, 2002</p> <p>Virtuaalinen muovistudio</p> <p>Svinhufvud L. & Designmuseo, 2004</p>	<p>Sisältö ja saatavuus</p> <p>Arkielämän esimerkkejä muovien käytöstä pakkauksissa ja kierrätyksestä sekä biomuoveista sanoin ja värillisin kuvin. Kuvattu myös muovipakkausten merkitystä esimerkiksi elintarvikehuollossa.</p> <p>Taitettu värillinen vihkonen, joka saatavissa pdf-muodossa osoitteesta www.suomenuusiomuovi.fi/</p> <p>Opettajat voivat tilata tätä myös Subject Aidista</p> <p>Taulukko ja tietoa muovityyppien merkinnöistä ja kierrätyksestä www.kuluttajavirasto.fi/Page/1452271a-7acc-4e54-a7b3-2ed2c68faffe.aspx</p> <p>Tietoa muovien lajittelusta ja jätteen käytöstä energiantuottamiseen. www.hsy.fi/jatehuolto/jatteiden_lajittelu/energiajate_muovi/Sivut/default.aspx</p> <p>Lajittelupeli, sanaselityspeli ja jätejamit tanssipeli. www.hsy.fi/jatehuolto/esitteet_vierailut_koulutus/opetusmateriaalit/Sivut/Pelit.aspx</p> <p>Oppilaille suunnattua luonnontieteellistä tekstiä, tehtäviä ja laborointeja. Painettu värillinen vihkonen, joka saatavissa vain sähköisenä. www.plastics.fi -> muovitietoa -> julkaisukirjasto</p> <p>Teosta saa kopioida, levittää, näyttää ja esittää seuraavilla ehdoilla: teoksen tekijä on ilmoitettava, teosta ei saa muuttaa, muunnella tai käyttää toisen teoksen pohjana.</p> <p>Euroopan kouluille suunnattu opetuspaketti muoveista. Suomenkieliset opetuskortit, jotka ovat vapaasti ladattavissa ja tulostettavissa opetuskäyttöön löytyvät osoitteesta www.plastics.fi -> muovitietoa -> opetusmateriaalit</p> <p>Mustavalkoisissa korteissa on tekstiä ja tehtäviä. Korttien teemat ovat</p> <ul style="list-style-type: none"> • Johdatus muoveihin • Raaka-aineet • Polymeerit ja prosessointi • Muovien ominaisuudet • Tulevien sukupolvien suojeleminen • Muovijäte • Roskat • Elämän vesi • Opettajan opas <p>Kouluille ja oppilaitoksille suunnattu virtuaalinäyttely muovista tuotoilussa. Kokonaisuus liittyy Designmuseossa 2004 - 2005 esillä olleeseen samannimiseen näyttelyyn. Teemoina: muovi on mitä vain, muovit ovat kaikkialla, muovidesign ajassa, esimerkkeinä Pastilli, Shampoo, Ämpäri. Materiaali löytyy osoitteesta www.muovistudio.net/ eri kieliversiot suomi ruotsi ja englantti</p>
--	---

Muovien kemiaa Huhdanpää, M, Penttilä, H., Helsingin yliopisto, kemianopettajan koulutus	Kemian opettajaopiskelijoiden laatima materiaali on suunnattu peruskoulun 7-9 luokkalaisten kemian opiskeluun. Opetuspaketissa kerrotaan mm. muovien historiasta, yleisimmistä muovilaaduista sekä siitä mihin muoveja käytetään. Sisältää tekstiä, tehtäviä ja kokeellisia töitä. Materiaali löytyy osoitteesta www.helsinki.fi/kemia/opettaja/aineistot/muovit/
Modernia muovinkäyttöä American Chemistry Council	Yhdysvaltalainen verkkosivusto, josta löytyy uutta muovitietoa ja esimerkkejä innovatiivista ratkaisuista. www.plasticsmakeitpossible.com .

Katso myös

www.muovistudio.net

www.plastics.fi julkaisukirjastosta:

- Vaahtomuoviopas
- Muovipakkaus: Luotu suojaksi
- Kirkkaasti puhdasta vettä oikeilla muoveilla
- Materiaalit ympärillämme: Paperi, metalli ja muovi - sisältää myös tehtäväosiot
- Muovi – uuden vuosituhatosen materiaali

www oulu.fi/teknokas/Teknokas_kemia.html

Oulun yliopiston yhteydessä toimivan Teknologiasvatuksen keskuksen TEKNOKKAAN tuottamaa opetusmateriaalia. Muoviaiheisia töitä on mukana kemia-osuudessa.

www.muovimuotoilu.fi/

Muovituotteen muotoilun opetusverkoston monimuoto-opetuksen kehittämisprojektin materiaalia. Toteuttajina Taideteollinen korkeakoulu, Tampereen teknillinen yliopisto, Lapin yliopisto ja Lahden ammattikorkeakoulu.

www.ekokem.fi/

Vastuullista toimintaa luonnonvarojen säästämiseksi

www.muovikassikiertoon.fi

Tietoa muovikassien käytöstä ja kierrätyksestä. Esimerkiksi ladattava esite: muovikassin elämä ja teot

www.hs.fi/artikkeli/Muovikasseista+istuinaluset+vappupiknikille/1135245417317

Muovi-ilmiö virikepaketin laatimiseen ovat Muoviteollisuus ry:stä osallistuneet myös Lena Jenytnin, Aulis Nikkola ja Rasmus Pinomaa. Etukannen kuva Rasmus Pinomaa.