

# 3

## Polymeerit ja niiden

# jalostus



**Kahdeksan merkittävintä polymeeriä valmistetaan vain kolmesta polttoöljystä saatavasta peruskemikaalista.**

### Eteeni C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

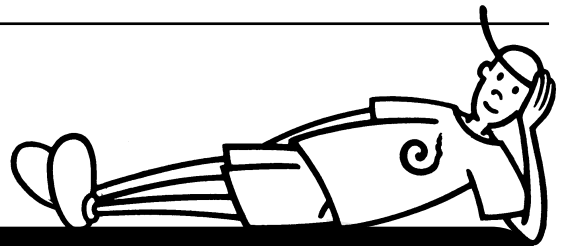
- ▶ polymeroinnilla valmistetaan HD-polyeteeniä (PE-HD), LD-polyeteeniä (PE-LD) ja lineaarista LD-polyeteeniä (PE-LLD)
- ▶ reaktio **kloorin** kanssa tuottaa **vinyylikloridia** ⇒ polymerointi tuottaa **polyvinyylikloridia** (PVC)
- ▶ reaktio **bentseenin** kanssa tuottaa **styreeniä** ⇒ polymerointi tuottaa **polystyreeniä** (PS)
- ▶ reaktio hapen kanssa tuottaa **etyleenioksidia** ⇒ jatkoreaktio ja polymerointi tuottavat **polyeteenitereftalaattia** (PET)

### Propeeni C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>

- ▶ polymerointi tuottaa **polypropeenia** (PP)
- ▶ reaktio hapen kanssa tuottaa **propeenioksidia** ⇒ jatkoreaktiot ja polymerointi muiden monomeerien kanssa tuottavat **polyuretaania** (PUR)
- ▶ **Eteeniä** ja **propeenia** voidaan polymeroida yhdessä sellaisen kumin valmistamiseksi, joka voi auttaa myös polypropeenin muuttamisessa vielä sitkeämmäksi

### Butadieeni C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>

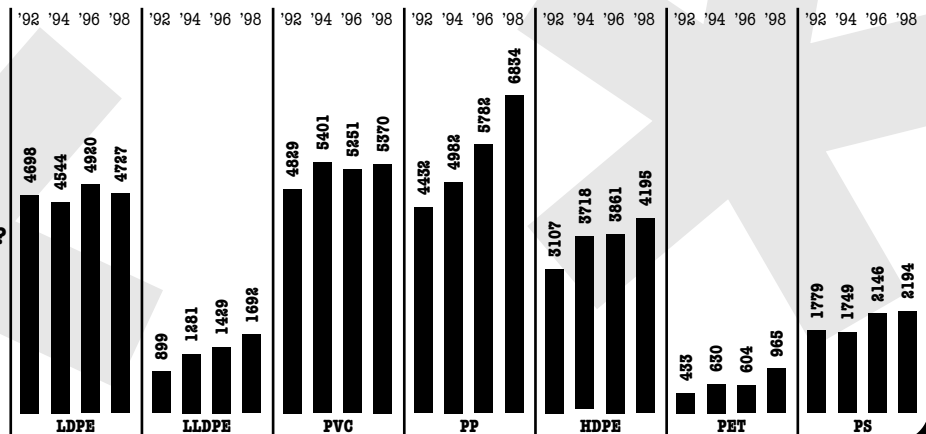
- ▶ polymerointi tuottaa **polybutadieenia**, joka on syntetttinen kumi



## TEHTÄVÄ 1

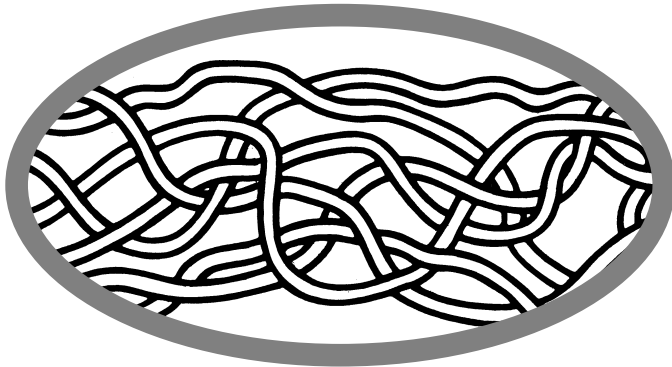
**Taulukko oikealla osoittaa tärkeimpien muovien länsieurooppalaisten valmistajien kokonaismyynnin v. 1992 - 1998** (luvut osoittavat myyntiä tuhansissa tonneissa).

- 1 Selosta, miten kysyntä on kehittynyt kunkin muovin kohdalla?
- 2 Tee yhden lauseen pituinen yhteenveto muovien kysynnän kehityksestä jakson aikana.
- 3 Esitä syitä havaitsemiisi muutoksiin.



Muovit kuuluvat aina toiseen seuraavista ryhmistä:

**Muoveihin, jotka pehmenevät lämmitettäessä ja kovettuvat jälleen jäähtyessään (kestomuovit).**



Näitä kutsutaan **termoplastisiksi** (lämpömuovautuviksi) muoveiksi, koska ne säilyttävät plastiset ominaisuutensa.

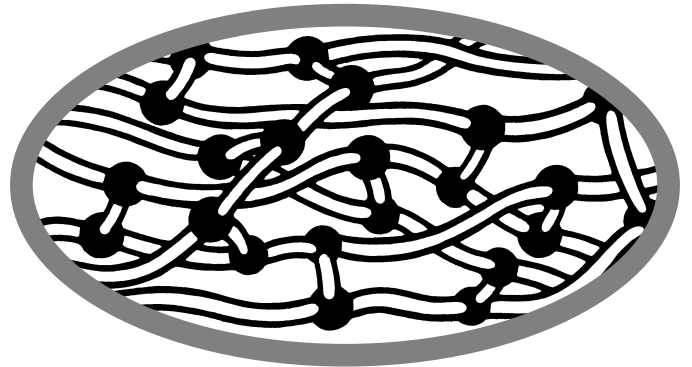
Nämä polymeerimolekyylit koostuvat pitkistä ketjuista, joissa on vain heikkoja sidoksia ketjujen välissä.

Ketjujen väliset sidokset ovat niin heikkoja, että ne voivat rikkoutua muovia kuumennettaessa.

Ketjut voivat sitten kiertyä ja vääntyä erilaisiin muotoihin.

Heikot sidokset syntyvät uudestaan jäähtymisen aikana, jolloin termoplastinen materiaali säilyttää uuden muotonsa.

**Muoveihin, jotka eivät koskaan pehmene valun jälkeen (kertamuovit).**



Näitä kutsutaan kuumassa **kovettuviksi muoveiksi**, koska ne säilyttävät kerran saamansa muodon.

Nämä polymeerimolekyylit koostuvat pitkistä ketjuista, joissa on monia vahvoja kemiallisia sidoksia ketjujen välissä.

Ketjujen väliset sidokset ovat niin vahvoja, että ne eivät voi rikkoutua muovia kuumennettaessa. Tämän vuoksi kuumassa kovettuvat materiaalit säilyttävät aina muotonsa.

**Sidosten muodostuminen.** Kun termoplastisia polymeerejä lämmitetään, ne muuttuvat joustaviksi. Niissä ei ole ristisidoksia, joten molekyylit voivat liukua toistensa ohitse. Kuumassa kovettuvat polymeerit eivät pehmene lämmitettäessä, sillä niiden molekyylit ovat ristisidoksilla kiinni toisissaan ja ne pysyvät kovina.

Tällä perusteella on selvää, että kemiallinen sidos polymeerissä ja polymeerin muoto vaikuttavat sen ominaisuksiin.



Polttoöljystä saatavista peruskemikaaleista valmistetaan lähinnä kestomuoveja. Esimerkkeinä ovat polyeteenit (PE-HD,

PE-LD ja PE-LLD), polypropeeni (PP), polystyreeni (PS), polyeteenitereftalaatti (PET) ja polyvinyylikloridi (PVC).



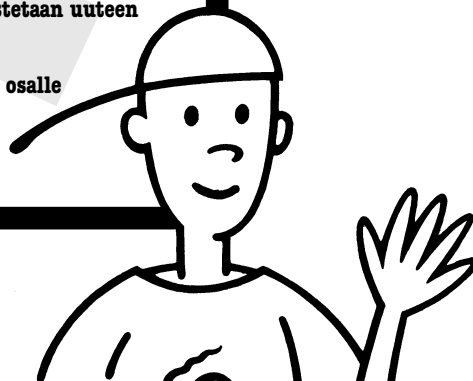
Esimerkkejä yleisesti käytetyistä kertamuoveista ovat formaldehydipohjaiset polymeerit (bakeliitti oli ensimmäinen). Muita esimerkkejä ovat melamiiniformaldehydi (MF), ureaformaldehydi (UF) ja fenoliformaldehydi (PF).



Epoksiliimat ovat myös kertamuoveja.

## TEHTÄVÄ 2

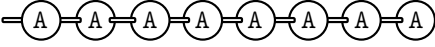
- 1** Kuvittele, että olet pieni pala termoplastista polymeeriä. Olet osa muovimateriaalin kappaletta, joka odottaa kulhossa prosessoitavaksi pääsyä.
- ➔** Sinulla on vahvoja kemiallisia sidoksia pitkin polymeeriketjua viereisen molekyylin osiin; sinulla on myös heikkoja sidoksia sinua ympäröiviin polymeerin osiin. Heikot sidokset pitävät muovimateriaalin kiinteänä ja jäykkänä.
- ➔** Valmistusprosessin eräässä vaiheessa muovimateriaalia lämmitetään, jotta se muuttuisi pehmeäksi ja taipuisaksi. Sitten se puristetaan uuteen muotoon ja sen annetaan jäähtyä ja jähmettyä.
- ➔** Kuvaile, mitä tapahtuu sinun edustamallesi polymeerin osalle edellä kuvatun prosessin aikana. Käytä sanoja, kuvaa tai sarjakuvaa vastauksessasi.



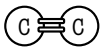
Polymeeriketjuja voi valmistaa kahdella tavalla:

## Additioreaktiot

Polymeeri valmistetaan yhdestä monomeeristä esim. A-A tuottaa



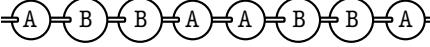
Additioreaktiossa ketjut muodostuvat yhdestä pienestä molekyylistä. Monomeeri sisältää aina kaksoissidoksen hiiliatomien välillä.



Useimmat polttoöljystä valmistetut kestomuovit ovat additiopolymeerejä esim. polyeteeni, polypropeeni, polystyreeni.

## Kondensaatioreaktiot

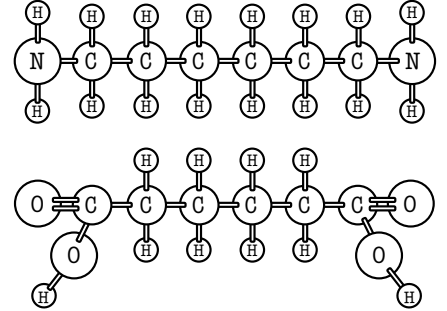
Polymeeri tehdään kahdesta monomeeristä esim. A-A ja B-B tuottavat



Kondensaatioreaktioissa ketjut muodostuvat kahdesta pienestä molekyylistä. Reaktion aikana syntyy pienimolekyylinen aine kuten vesimolekyyli, joka lohkeaa pois (kondensoituu). Useimmat kertamuovit ovat kondensaatiopolymeerejä. Tällaisia ovat esim. formaldehydipohjaiset muovit ja epoksidit.

Jotkin kestomuovit ovat kondensaatiopolymeerejä, esim. nailon ja polyeteenitereftalaatti (PET).

Nailon kuuluu polyamideiksi kutsuttuun polymeerien ryhmään. Nailoneita valmistetaan polykondensaatiolla. Kaksi nailonia tuottavaa monomeeriä ovat esimerkiksi:



## TEHTÄVÄ 3

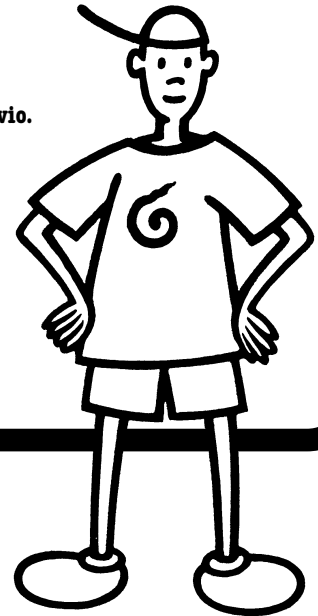
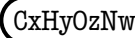
1 Kirjoita kunkin vasemmalla esitetyn yhdisteen molekyylikaava tässä muodossa:



Polymeroinnin ensimmäisessä vaiheessa kaksi monomeeriä reagoi keskenään muodostaen dimeerin. Tässä reaktiossa syntyy vesimolekyyli  $H_2O$  yhden  $NH_2$ -ryhmän vetyatomista H ja  $COOH$ -ryhmän  $OH$ -ryhmästä.

2 Piirrä tämän dimeerin kaavio.

3 Kirjoita kunkin yhdisteen kaava tässä muodossa:



Seuraava taulukko sisältää tärkeimmät muovit ja esimerkkejä niiden käyttötavoista.

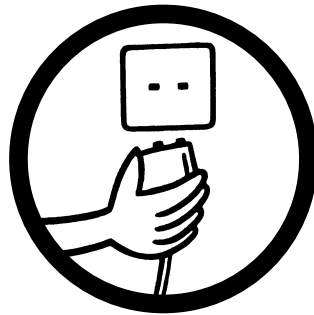
Muovi	Käyttötapa
<b>Polyeteeni (PE-HD)</b>	Roskakorit, Pullot, Putket
<b>Polyeteeni (PE-LD ja PE-LLD)</b>	Kassit ja pussit, Roskapussit, Puristettavat pesuainepullot
<b>Polypropeeni (PP)</b>	Margariinirasiat ja elintarvikekääreet, Puutarhakalusteet, pakkauslaatikot, matkalaukut, Puhelimet, Autojen puskurit
<b>Polystyreeni (PS)</b>	Ruoan säilytysastiat, Tietokoneet, Kuva- ja äänikasetit
<b>PVC</b>	Veripussit, Luottokortit, Putket
<b>PET</b>	Hiilihappopitoisten juomien pullot, Uuninkestävät vadit, Anorakin ja peitteen täytteet
<b>Polyuretaani (PUR)</b>	Lämpöeriste, Urheilukenkien pohjat, Rullaluistinten pyörät
<b>Akryylit (esim. Perspex)</b>	Pesualtaiden tulppien yläosat, Suojalasit, Ajovalojen kotelot
<b>Polykarbonaatit (PC)</b>	CD-levyt, Autojen etulyhdyt, Palomiesten kypärät

## TEHTÄVÄ 4

- 1 Etsi lisää tietoja muovien käyttötavoista. Kerro kaksi PETin ominaisuutta, joita muilla muoveilla ei ole.
- 2 Mitä erityisominaisuuksia arvelet polypropeenilla olevan, kun sitä käytetään keksien ja raksujen kääreisiin?
- 3 Katso kahden erilaisen polyeteenin muodon käyttötapoja. Luettele tietämyksesi perusteella näistä muoveista valmistettujen esineiden tärkeimmät erot.
- 4 Ajattele näitä kaikkia polyeteenistä valmistettuja esineitä:  
→ lelut → putket → kelmut → pahlavillaatikkoiden pinnoitukset → autojen polttoainesäiliöt → sähköjohtojen pinnoitteet  
Mitä näistä todennäköisesti valmistetaan HD-polyeteenistä ja mitä LD-polyeteenistä? Miksi?
- 5 Keski-Euroopassa PVC:ta käytetään ikkunankarmeihin. Ajattele PVC:stä valmistettuja karmia. Keksi syitä, joiden perusteella PVC on parempi kuin muut ikkunankarmeissa käytetyt materiaalit.
- 6 Laadi tutkimus, jolla selvitetään keksipakkauksissa käytettävien muovien tehokkuutta. Aloita kertomalla selvästi, mitä ominaisuutta haluat tutkia. Suunnittele sitten yksinkertainen tutkimusmenetelmä.

Eri muoveilla on paljon erilaisia ominaisuuksia. Jotkin niistä kestävät kovaa painetta ja äärimmäisiä lämpötiloja, toiset ovat ilmatiiviitä ja kosteutta kestäviä. Samasta perusmuovista löytyy erilaisia laatuja, jotka voivat olla jäykkiä tai joustavia ja siten sopia erilaiseen käyttöön. Muovien ominaisuuksia voidaan myös räätälöidä lisäaineiden avulla (ks. kortti 4).

Muoveja muutetaan tuotteiksi käyttämällä jotakin seitsemästä päämenetelmästä. Ohessa myös lyhyt kuvaus eri menetelmistä ja tyypillisiä tuotteita.



### 2 Tyhjiömuovaus

Muovilevyä lämmitetään samanaikaisesti sen molemmiin puoliin. Tämän jälkeen muovilevy imetään alipaineen avulla muotin pinnan muotoiseksi.



### 3 Puhallusmuovaus

Muoviaihiota kuumennetaan ja suljetaan muottiin. Kevyellä paineella sula muovi puhalletaan muotin reunoille, jolloin saadaan sisältä ontto kappale. (pullot, säiliöt)

### 1 Ruiskuvalu

Muovi kuumennetaan ja sekoitetaan. Sitten se suihkutetaan suurella paineella suljettuun muottiin. (kännykän kuoret, hammaspyörät, ämpärit, auton puskurit)



### 4 Rotaatiovalu

Muovijauhe tai -tahna kuumennetaan suljetussa muotissa, jota pyöritetään kunnes sen seinämät ovat peittyneet tasaisella polymeerikerroksella. (isot, ontot kappaleet kuten roskakorit, polttoainesäiliöt ja lieriöt)



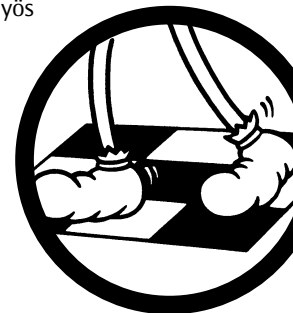
### 5 Puhalluskalvoekstruusio

Sula muovi puristetaan renkaan muotoisen suuttimen läpi. Se paisuu sisään puhalletun ilman vaikutuksesta ohutseinäiseksi letkuksi. (pussit, kalvot)



### 6 Ekstruusio ja ekstruusiopäällysty

Kuuma muovi työnnetään muotoillun suulakkeen läpi. (profiilit, putket) Materiaaleja voidaan myös päällystää muovilla. (ruoka- ja juomasäiliöiden päällysteet)



### 7 Kalanterointi

Kuumennettu muovi syötetään kahden telan väliin, jotka puristavat sen ohueksi levyksi. (päällysteet, laatat, paneelit, pinnoitteet)