

# Johdanto **muoveihin**




**Muoveja on nykyään kaikkialla ympärillämme, ja ne auttavat tekemään elämästämme puhtaampaa, helpompaa, turvallisempaa, mukavampaa ja nautittavampaa.**

Muovien käyttö lisääntyy kaiken aikaa, sillä muovit voivat korvata monia muita materiaaleja kuten metallin, puun, paperin, keramiikan ja lasin. Vain muoville sopivia uusia käyttötapoja on myös syntynyt.

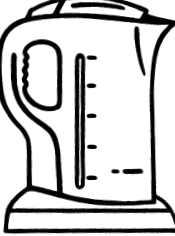
Auto on hyvä esimerkki tuotteesta, jossa muovia käytetään runsaasti. Viimeisten 20 vuoden aikana muovien käyttö autoissa on lisääntynyt 114 %. Muoviosien ansioista tavallinen henkilöauto on edeltäjiään ainakin 200 kg kevyempi. Muovien käytön ansioista saavutettu painon säästö on mahdollistanut muiden osien kuten korin ja vetoakselin keventämisen. Auton keskimääräisen 150 000 km elinkaaren perusteella on arvioitu, että kevyempi rakenne pienentää polttoaineen kulutusta n. 750 litralla. Tämä puolestaan vähentää öljyn kulutusta n. 12 miljoonalla tonnilla ja hiilidioksidipäästöjä 30 miljoonalla tonnilla vuodessa yksistään Länsi-Euroopassa.

Mutta mitä muovit ovat? Miksi ne

## TEHTÄVÄ 1



- 1** **Keksi vähintään kolme esinettä, jotka muutamina vuosia sitten tehtiin muista materiaaleista, mutta nykyään yleisesti muovista.**
- 2** **Mieti, onko nimeämiesi esineiden kohdalla muovin käytöstä mitään ilmeisiä etuja muihin materiaaleihin verrattuna. Perustele, miksi muovia nykyään käytetään näissä esineissä.**



ovat niin käyttökelpoisia ja laajalle levinneitä? Miksi ne käyttäytyvät niille ominaisilla tavoilla? Mikä on niiden kemiallinen rakenne?

Monet päivittäin käyttämistämme materiaaleista on valmistettu polymeereistä. Ne ovat suuria, pitkiä molekyyliä, jotka koostuvat pienemmistä, lyhyemmistä molekyyleistä eli monomeereistä. Polymeerit voivat olla luonnollista tai synteettistä alkuperää.

Luonnon polymeerit ovat yleisiä kasveissa ja eläimissä. Monet elävät kudokset rakentuvat polymeereistä (esim. eläinten proteiinit ja kasvien hiilihydraatit). Monet ruoka-aineet perustuvat luonnon polymeereihin (esim. kuitu, vilja ja liha). Kasvit ja eläimet tuottavat myös polymeeripohjaista kuollutta materiaalia. Sitä syntyy yleensä kuituina, joita prosessoimalla tuotetaan lankoja ja kankaita.

## TEHTÄVÄ 2

**1** **Tässä kuvassa on tyypillinen nykyaikainen auto. Mitkä osat on valmistettu muovista? Mitä etuja muovissa on metalliin verrattuna?**

**Ajattele**

- turvallisuutta
- taloudellisuutta
- tyyliä
- väriä
- kustannuksia

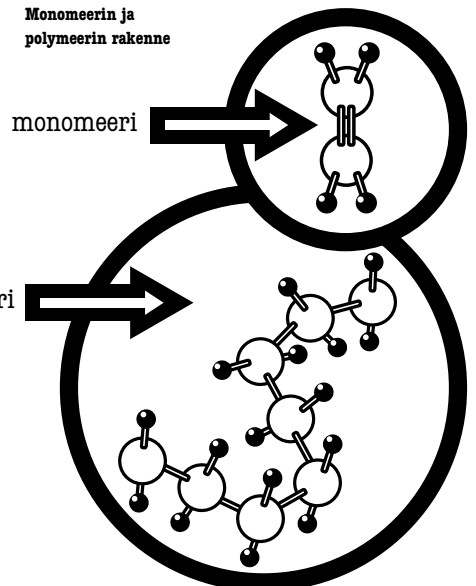
**2** **Arvioidaan, että 1000 kg painava auto sisältää 100 kg muovia ja kuluttaa 4 % vähemmän polttoainetta kuin perinteisistä materiaaleista valmistettu. Jos auto kuluttaa 2000 litraa 7mk/litra maksavaa polttoainetta vuodessa, kuinka paljon rahaa säästyy muovin käytön avulla?**



Monomeerin ja polymeerin rakenne

monomeeri

polymeeri



## TEHTÄVÄ 3

**1** Katso näitä synteettisistä polymeereistä valmistettujen esineiden kuvia. Yritä keksiä, onko käytetty polymeeri kiinteä muovimateriaali vai kuitu.

Muovin kiinteys tai lankainen kuitumaisuus riippuu vain sen tuotantomenetelmästä. Jatkossa sanaa 'muovi' käytetään kuvaamaan kaikkia tällaisia materiaaleja.



jotka pohjautuivat aiempiin kehitelmiin. Näihin kuuluvat uudet polyamidit ja polyasetaatit. Innovaatiot jatkuivat 1980- ja 1990-luvuilla, jolloin uusia polymeerejä luotiin uusiin ja entistä vaativampiin käyttötarkoituksiin. Esimerkiksi viimeaikainen katalyyttiteknologioiden kehitys on mahdollistanut entistä paremman polymeerien molekyyliarakenteen hallinnan ja fysikaalisten ominaisuuksien paranemisen. Mm. uuden sukupolven metalloseenikatalyytit mahdollistavat entistä vahvempien, sitkeämpien ja läpinäkyvämpien polyeteenikalvojen valmistuksen.

Nykyään tuotetaan yli 700 muovilaatua, jotka kuuluvat 18 pääpolymeerin ryhmään. Helposti käytettävät, joustavat ja taloudellisesti valmistettavat muovit sopivat niin huipputeknisiin tuotteisiin kuin arkipäivän esineisiin. Säännöllinen kuluttajatutkimus osoittaa, että positiivisimmat asenteet muovia kohtaan löytyvät innovatiivisista huipputekniikan sovelluksista.



Synteettiset polymeerit valmistetaan pääasiassa öljystä. Kun öljyä prosessoidaan öljynjalostamossa, syntyy polttoaineen lisäksi monomeereiksi kutsuttuja peruskemikaaleja. Monomeerit yhdistetään polymeereiksi. Polymeeri ja siihen lisätyt lisä- ja täyteaineet muodostavat yhdessä muotoiltavan materiaalin, jota kutsutaan muoviksi. Muovin lisäksi polymeereistä voidaan myös muokata tekstiilikuituja.

## Muovin historia

Muovilla on selvästi keskeinen osa elämässämme 2000-luvulla. Muovi on muuttanut korvaamattomaksi ostamissamme tuotteissa, käyttämässämme kuljetuksissa ja urheiluvälineissä, asuin- ja toimistorakennuksissa ja meitä terveinä pitävässä lääketieteen teknologiassa.

Muovituotteita valmistettiin ensimmäistä kertaa 1862 kasvimateriaalista. Puuvillavanun selluloosakuituja käsiteltiin tyyppihapolla selluloosanitraatin ('selluloidi') valmistamiseksi, ja sitä käytettiin koristeiden, veitsenkahvojen, laatikoiden, kalvosinnappien, pianon koskettimien, biljardipallojen ja kaulusten tekoon.

1909 löytyi uusi raaka-aineiden lähde – kivihiihterva. Siitä saatiin 'bakeliitti'-muovia, jota käytettiin sähköeristimien, kameroiden ja varhaisimpien radiovastaanottimien koteloiden valmistukseen.

1900-luvun alkuvuosina kemistit rupesivat tutkimaan erilaisia kemiallisia reaktioita. Se vauhditti uuden tyyppisten materiaalien etsintää. 1930-luvulla alkoi

muovin valmistus öljystä tuotetuista kemikaaleista. Polystyreeniä, akryylipolymeerejä ja polyvinyylikloridia valmistettiin jo silloin, vaikka niiden käyttö lisääntyi vasta hitaasti.

Nailon keksittiin 1928, ja sen valmistus alkoi 1930-luvun lopulla. Sitä valmistettiin pitkinä säikeinä, jotka voitiin kiertää ja kutoa tai neulaa. Muiden muovimateriaalien tuotanto ja valmistus – LD-polyeteeni (low density), polyuretaani, polyvinyylikloridi (PVC), polytetrafluorieteeni, polyesterit, silikonit ja epoksihartsit – kasvoivat 1940-luvulla. Polykarbonaatti tuli 1950-luvulla. Kovempi HD-polyeteeni (high density) ja polypropeeni kehitettiin 1960-luvulla.

1970-luvulla keksittiin 'kolmannen polven' huipputekniset suoritemuovit,

## TEHTÄVÄ 4

- 1** Kuvaa oheisen käyrän muotoa.
- 2** Miksi arvelet käyrän muuttavan niin paljon muotoaan 1950-luvulla?
- 3** Mitä aiheutti 1970-luvun alkuvuosina terävän suunnanmuutoksen?
- 4** Jatka käyrää vuoteen 2010. Mitä se osoittaa tuotannon tulevasta suunnasta?
- 5** Mikä pienensi 1990-luvun alussa näitä arvioita?



# 2 Raaka-aineet



**Muovien raaka-aine raakaöljy on tuhansien yhdisteiden monimutkainen sekoitus. Sen käyttökelpoiseksi muuttaminen vaatii prosessointia. Noin 4 % maailman öljytuotannosta jalostetaan muoveiksi.**



Niitä pitää vielä kemiallisesti muuttaa, jotta niistä voidaan valmistaa käyttökelpoisempia tuotteita eri sulamis- ja kiehumispisteineen ja muine kemiallisine ominaisuuksineen. Prosesseja on kaksi erilaista:

## Krakkkaus

Krakkkaus rikkoo pienemmiksi isot molekyylit, jotka ovat käyttökelpoisempia ja siksi arvokkaampia. Esim. hyvin korkeiden kiehumislämpötilojen tisleet krakataan bensiini- ja kaasuöljytisleiksi. Nykyään krakkauksessa käytetään usein katalyyttejä, mutta myös termistä krakkausta käytetään.

Koska raakaöljyn sisältämät yhdisteet ovat eripainoisia ja ne kiehuvat eri lämpötiloissa, niitä on mahdollista erotella jakotislaukseksi kutsutulla prosessilla. Sekoitus jaetaan tisleisiin eli

jakeisiin, eikä yksittäisiin yhdisteisiin. Tisleet sisältävät sellaisen sekoituksen, jonka yhdisteillä on samat kiehumislämpötilat.

Kaavio 1 esittää jakotislauksen prosessia. Siinä on pääasiassa polttoöljyn ja kaasuöljyn tisleitä, joita käytetään jatkokäsittelyssä kemikaalien, kuten muovien, valmistukseen.

Nämä tisleet ovat yhdisteiden monimutkaisia seoksia, eikä niissä ole vielä tapahtunut kemiallisia muutoksia.

## TEHTÄVÄ 1

Useimmat raakaöljyn yhdisteet ovat hiilivetymolekyylejä – ne sisältävät ainoastaan hiili- ja vetyatomeja. Nämä kaaviot esittävät muutamia yhdisteitä, joita raakaöljystä voidaan löytää. Kaavio (a) esittää eteenä.

**1 Kirjoita kunkin yhdisteen kaava seuraavaan muotoon:**

$\text{CH}_2=\text{CH}_2$  Tämä on eteenin rakennekaava.

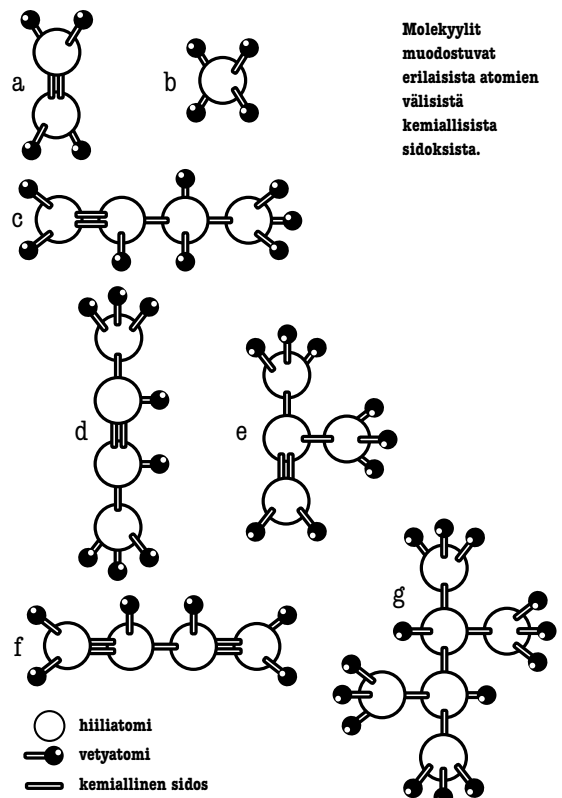
**2 Kirjoita sitten kaava seuraavaan muotoon:**

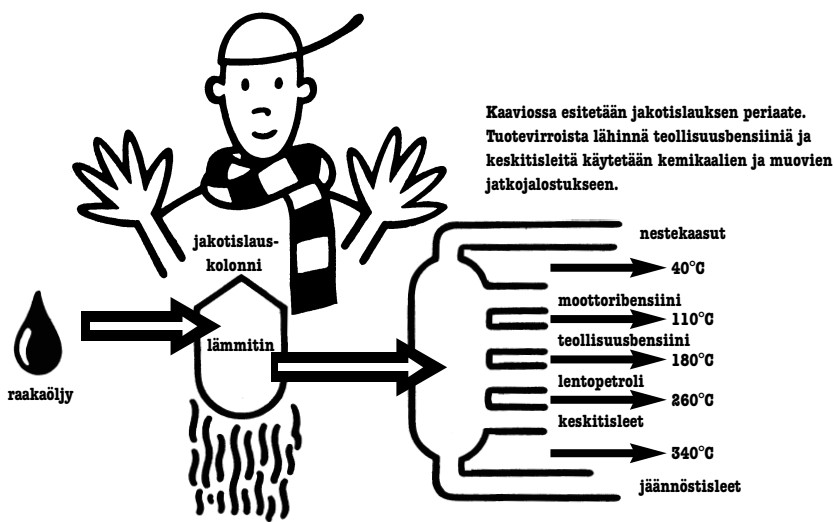
$\text{C}_2\text{H}_4$  Tämä on eteenin molekyylikaava.

Molekyylipaino riippuu sen sisältämien hiili- ja vetyatomien lukumäärästä. Hiiliatomin atomipaino on 12; vetyatomin atomipaino on 1. Alla olevassa esimerkissä etaanimolekyylin  $\text{C}_2\text{H}_6$  molekyylipaino on:  $[2 \times 12] + [6 \times 1] = 30$

**3 Laske tässä esitettyjen molekyylien molekyylipainot (a-g).**

**4 Jos yhdisteen kiehumispiste nousee painon kasvaessa, järjestä yhdisteet kiehumispisteen mukaan nousevaan järjestykseen. (Oletetaan yhdisteen kiehumispisteen nousevan painon kasvaessa.)**





hienostuneemmaksi, kun tutkijat ovat kehittäneet uusia yhdisteitä erityisten suunnitteluvaatimusten mukaisiksi. Esimerkiksi uuden katalyyttien ryhmän, jota kutsutaan metallooseeneiksi (metallocenes), avulla pystytään paremmin hallitsemaan monomeerien liittäminen peräkkäin haluttuun järjestykseen ja asentoon. Näin voidaan valmistaa entistä vahvempia tai läpinäkyvämpiä muoveja.

## Reformointi

Reformointi muuttaa molekyylien sisäistä rakennetta. Myös näin saadaan käyttökelpoisempia ja sitä kautta arvokkaampia yhdisteitä. Muuttamalla olosuhteita, kuten lämpötilaa, painetta ja katalyyttiä, krakkaus- ja reformointitekniikkaa voidaan hallita tuottamaan juuri oikea ja käyttökelpoinen yhdisteiden sekoitus.

Polttoöljyä krakataan sekoittamalla se höyryyn ja kuumentamalla 800 °C lämpötilaan. Seos jäähdetään nopeasti 400 °C lämpötilaan, mikä aiheuttaa kemiallisia muutoksia.  $C_6$  - $C_{10}$ -yhdisteiden sekoitus muuttuu pieneksi määräksi  $C_2$ -,  $C_3$ - ja  $C_4$ -yhdisteitä, jotka sisältävät kahden hiiliatomin kaksoissidoksia ( $C=C$ ).

Näitä yksinkertaisia yhdisteitä kutsutaan usein 'peruskemikaaleiksi', ja monet niistä on esitetty tämän kartin tehtävässä 1.

Kaikki peruskemikaalit ovat pieniä molekyyliä, jotka sisältävät kahdesta seitsemään hiiliatomiä. Juuri näistä monomeereiksi kutsutuista molekyyleistä rakennetaan monimutkaisempia polymeerejä.

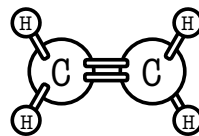
Pienet monomeerimolekyylit reagoivat keskenään muodostaakseen polymeerin aivan kuin paperiliittimistä voidaan muodostaa ketju. Jotta monomeerit saadaan reagoimaan ja liittymään yhteen, tarvitaan pieniä määriä erityisiä katalyytteja reaktioon, jota kutsutaan polymeroitumiseksi. Polymeeriketjuilla on erilaiset ominaisuudet kuin niiden rakenneosilla monomeereilla.

Polymeerien valmistus on muuttunut viime vuosina entistä

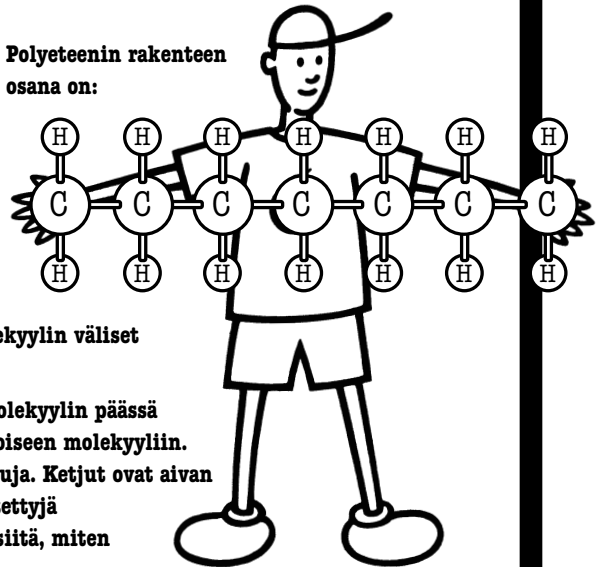
## TEHTÄVÄ 2

**1** Eräs yksinkertaisimmista synteettisistä polymeereistä on polyeteeni. Se valmistetaan eteenistä.

**Eteenin rakenne on seuraava:**



**Polyeteenin rakenteen osana on:**



**Luettele näiden kahden molekyylin väliset rakenteelliset erot.**

**2** Monomeerit reagoivat molekyylin päässä olevalla sidoksella liittyen toiseen molekyyliin. Tällä tavalla muodostuu ketjuja. Ketjut ovat aivan kuin peräkkäin toisiinsa liitettyjä paperiliittimiä. Piirrä kuva siitä, miten tämä ketju muodostuu.

**Polymeeriketjuilla on erilaiset ominaisuudet kuin niiden rakenneosilla monomeereilla.**



# 3

## Polymeerit ja niiden

# jalostus



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

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

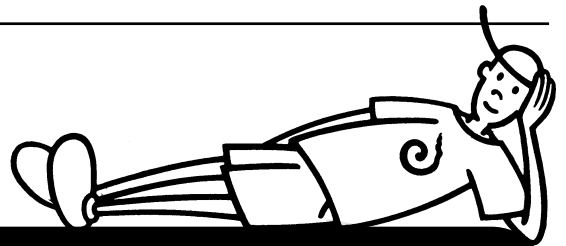
- ▶ polymeroinnilla valmistetaan HD-polyeteeniä (PE-HD), LD-polyeteeniä (PE-LD) ja lineaarista LD-polyeteeniä (PE-LLD)
- ▶ reaktio **kloorin** kanssa tuottaa **vinyylikloridia** ⇒ polymerointi tuottaa **polyvinyylikloridia** (PVC)
- ▶ reaktio **bentseenin** kanssa tuottaa **styreeniä** ⇒ polymerointi 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



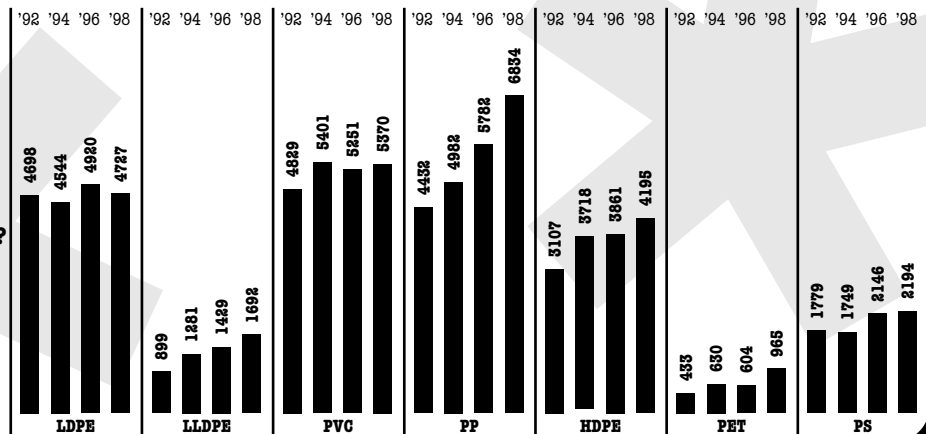
## TEHTÄVÄ 1

**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?

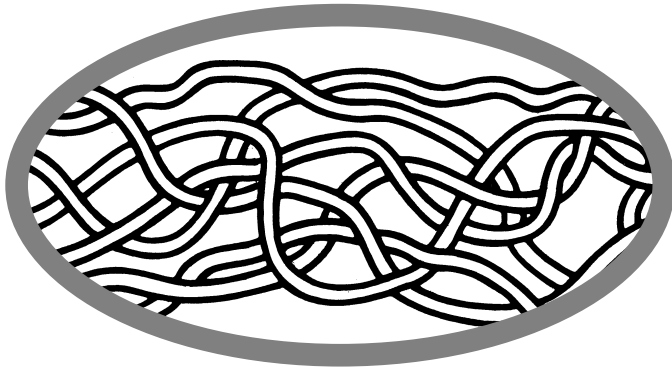
**2** Tee yhden lauseen pituinen yhteenveto muovien kysynnän kehityksestä jakson aikana.

**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.

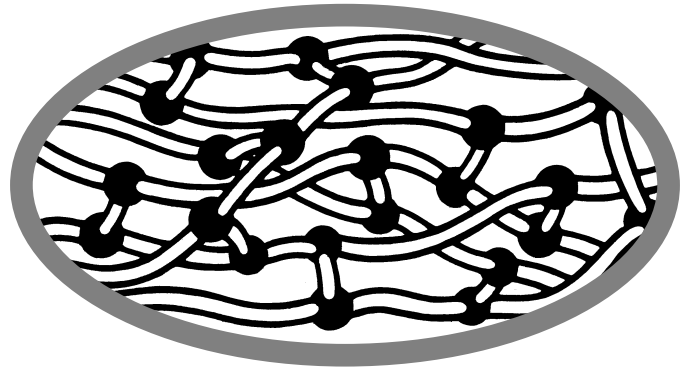
Nämä polymeerimolekyylit koostuvat pitkistä ketjuista, joissa on vain heikkoja sidoksia ketjujen välissä.

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 ristosidoksia, joten molekyylit voivat liukua toistensa ohitse. Kuumassa kovettuvat polymeerit eivät pehmene lämmitettäessä, sillä niiden molekyylit ovat ristosidoksilla kiinni toisissaan ja ne pysyvät kovina.

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



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

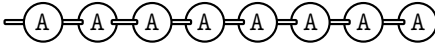
- 1 Kuvittele, että olet pieni pala termoplastista polymeeriä. Olet osa muovimateriaalin kappaletta, joka odottaa kulhossa prosessoitavaksi pääsyä.
- ➔ Sinulla on vahvoja kemiallisia sidoksia pitkin polymeeriketjua viereisen molekyylin osiin; sinulla on myös heikkoja sidoksia sinua ympäröiviin polymeerin 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

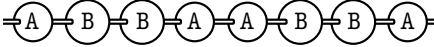


Additioreaktiossa ketjut muodostuvat yhdestä pienestä molekyylistä. Monomeeri sisältää aina kaksoissidoksen hiiliatomien välillä.

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

## Kondensaatioreaktiot

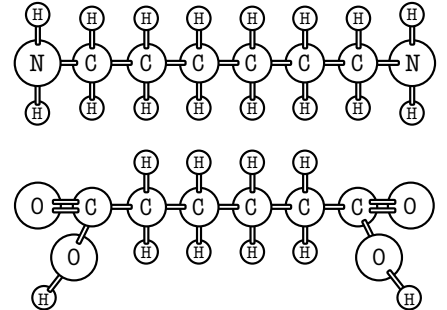
Polymeeri tehdään kahdesta monomeeristä esim. A-A ja B-B tuottavat



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 kestonuovit ovat kondensaatiopolymeerejä, esim. nailon ja polyeteenitereftalaatti (PET).

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



## TEHTÄVÄ 3

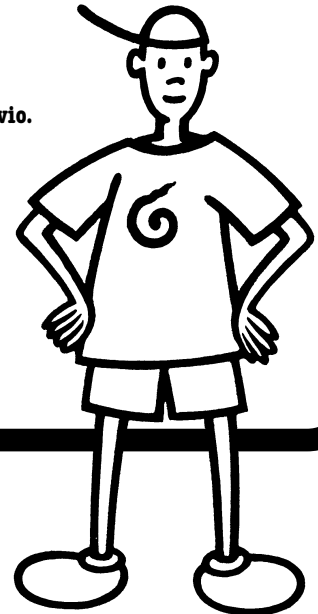
1 Kirjoita kunkin vasemmalla esitetyn yhdisteen molekyylikaava tässä muodossa:



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.

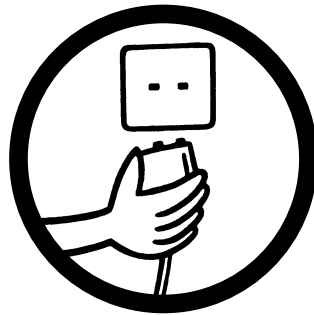
| Muovi                               | Käyttötapa   |
|-------------------------------------|--|
| <b>Polyeteeni (PE-HD)</b>           | Roskakorit, Pullot, Putket   |
| <b>Polyeteeni (PE-LD ja PE-LLD)</b> | Kassit ja pussit, Roskapussit, Puristettavat pesuainepullot  |
| <b>Polypropeeni (PP)</b>            | 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.

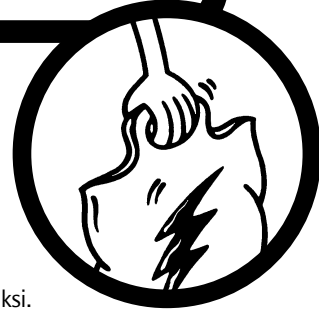
Eri muoveilla on paljon erilaisia ominaisuuksia. Jotkin niistä kestävät kovaa painetta ja äärimmäisiä lämpötiloja, toiset ovat ilmatiiviitä ja kosteutta kestäviä. Samasta perusmuovista löytyy erilaisia laatuja, jotka voivat olla jäykkiä tai joustavia ja siten sopia erilaiseen käyttöön. Muovien ominaisuuksia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

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



### 5 Puhalluskalvoekstruusio

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



### 2 Tyhjiömuovaus

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

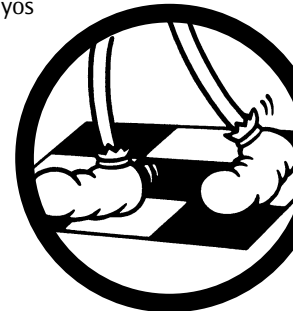


### 3 Puhallusmuovaus

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

### 6 Ekstruusio ja ekstruusiopäällysty

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



### 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)



### 7 Kalanterointi

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



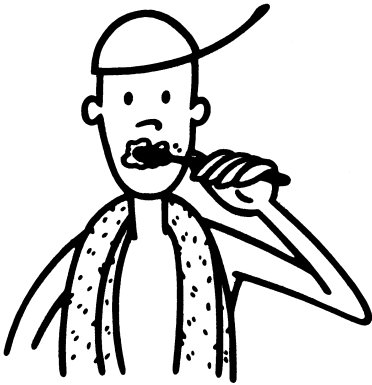
# Muovien Ominaisuudet



**Nykyään muovit tarjoavat ympäristöä säästävän ratkaisun moniin suunnittelun haasteisiin.**

Monet huipputekniset teollisuudenalat kuten lääketiede, tietotekniikka- ja tietoliikenne-, ilmailu- ja avaruusteollisuus ovat riippuvaisia uusista muovimateriaaleista. Näillä aloilla muovit ovat usein parempia kuin muut materiaalit. Monet uudet edistysaskeleet eivät itse asiassa olisi mahdollisia ilman muoveja.

Ajatellaanpa asuntoja, käyttämiämme vaatteita ja matkustustapoja tai leluja, televisioita, tietokoneita ja CD-levyjä. Kun teemme ostoksia kaupassa, joudumme isoon leikkaukseen tai harjaamme hampaitamme, muovit ovat oleellinen osa kaikessa toiminnassamme.



Miksi muovit ovat niin laajasti käytössä monilla elämän alueilla? Siksi, että ne ovat:

- turvallisia ja hygieenisiä
- kovia ja kestäviä
- kevyitä, taloudellisia ja mukavia käyttää
- hyviä eristeitä
- joustavia ja mukautuvia
- uudelleenkäyttöön sopivia
- innovatiivisia

**Turvallisia ja hygieenisiä**

## TEHTÄVÄ 1

- 1 Muovit eivät yleensä johda sähköä. Ajattele, miten monella eri tavalla tätä ominaisuutta käytetään hyväksi kotona ja työpaikoilla.
- 2 Monet elintarvikkeiden pakkaamiseen käytetyt muovit ovat läpinäkyviä. Miten tämä saattaa lisätä ruoan turvallisuutta?



- 3 Muoveja käytetään runsaasti sairaaloissa. Katso tätä kuvaa. Mitä erityisiä etuja saavutetaan muovin käytöllä? Ajattele tuotannon edullisuudella saavutettavia etuja.
- 4 Muovi on ilmeisesti turvallisempaa kuin lasi, sillä se ei rikoontu, turvallisempaa kuin teräs, sillä se ei ruostu, eikä siinä yleensä ole teräviä reunoja. Voitko kuvitella muovista valmistettuja esineitä, jotka voivat aiheuttaa vaaraa ihmisille tai eläimille, jos niitä ei poisteta käytöstä järkevällä tavalla?
- 5 Eräät muovit kestävät hyvin korkeita lämpötiloja. Mihin niitä tarvitaan?
- 6 Eräät muovit ovat vedenpitäviä ja kestävät kemikaalien vaikutusta. Ajattele erilaisia tapoja, joilla näitä ominaisuuksia voidaan hyödyntää.

## TEHTÄVÄ 2

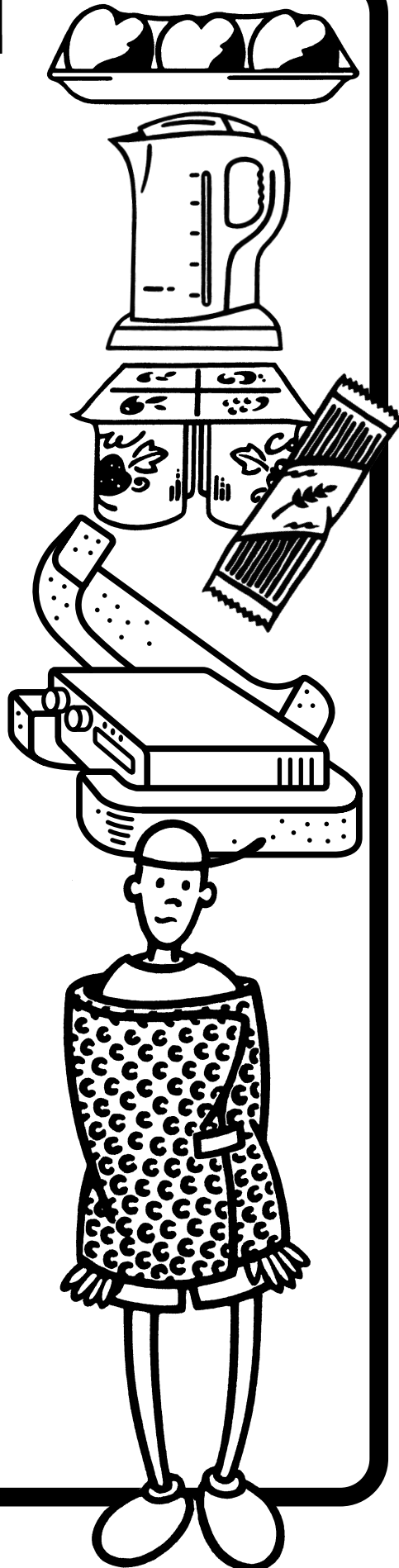
**1** Noin 30-50 % kehitysmaissa tuotetusta ruoasta pilaantuu ennen pääsyään kuluttajille. Länsi-Euroopassa hävikki on vain 2-3 %. Nykyaikaisilla muovipakkauksilla on tässä oma osansa. Mitkä muut tekijät voivat aiheuttaa näin suuren eron?

**2** Katsele ympärillesi kodin keittiössä tai kylpyhuoneessa – tai kaupassa. Etsi mahdollisimman monta tapaa, joilla muovit lisäävät muiden esineiden turvallista käyttöä.

**3** Muovien osuus kaupassa myytävien elintarvikkeiden pakkauksista on n. 50 %, mutta vain 17 % pakkausjätteestä on painon mukaan muovia. Katso näitä kuvia ja ajattele itse ostamaasi ruokaa. Tee luettelo erityyppisistä elintarvikkepakkauksista. Kiinnitä erityistä huomiota pakkauksen muodon vaikutukseen tuotetta suojaavana tekijänä.

**4** PS-E -laatikko (styrox) on aaltopahvin vaihtoehto tuotetta suojaavana pakkausmateriaalina. Laadi tutkimus, jossa verrataan näillä kahdella materiaalilla toteutetun suojauksen tehokkuutta terävän esineen kuten ruuvimeisselin tunkeutumista vastaan. Sinun kannattaa miettiä tarvittavan suojausmateriaalin määrää tehdeksesi tasapuolista vertailua. Pohdi ideoitasi ennen tutkimuksen aloittamista.

**5** Kuplamuovia käytetään usein särkyvien esineiden kuten taloustavaroiden suojausmateriaalina. Kuinka tehokasta se on? Kuinka hyvin se voi suojata kananmunaa? Kokeile keitetyllä kananmunalla suojauksen tehokkuutta suhteessa käytettyyn kuplamuoviin. Mieti aluksi sopivia tapoja tutkimuksen suorittamiseen.



## TEHTÄVÄ 3

**1** Kerro, miksi muovipullojen käyttö suihkukoneessa voi säästää jopa 60 000 mk vuodessa lentokoneen käyttökustannuksissa.

**2** Mitä muuta sinun pitää tietää muovipulloista ennen kuin voit arvioida, onko todellinen säästö 60 000 markkaa? Selitä, miten todellinen säästö voi ylittää tai alittaa tämän arvion.

**3** Kun joudut valitsemaan muovi- tai paperipussin välillä, kumman valitset? Miksi? Mistä päätöksesi riippuu? Tee luettelo sekä paperi- että muovipussin eduista hedelmien ja vihannesten säilytyksessä.

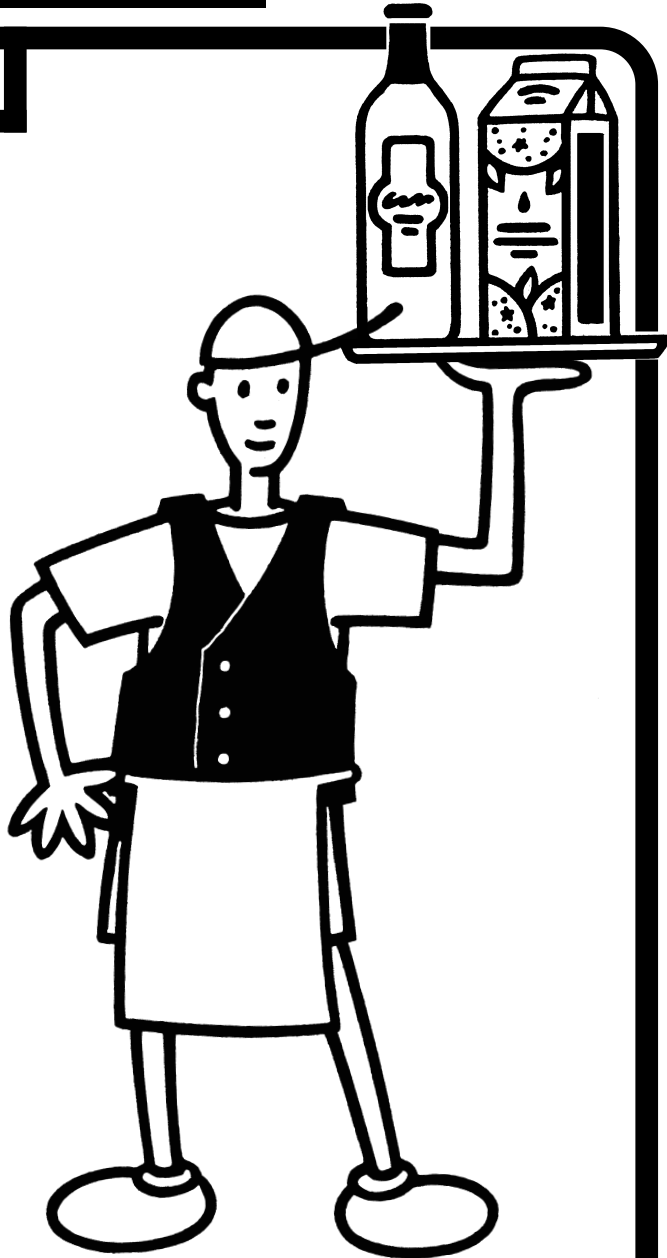
**4** Vertaa karamellien ja hedelmien sekä vihannesten kantamiseen tarkoitettujen muovi- ja paperipussien painoja. Mieti ensin, miten varmistut vertailusi tasapuolisuudesta.

**5** Pohdi tutkimustulostesi perusteella, miten pakkausmateriaali vaikuttaisi painoon, jos paperipusseja pitäisi käyttää aina.

**6** Vertaa alkoholittomia juomia muovi-, lasi-, metalli- ja pahvipakkauksissa kotiin kannettuina. Mittaa juomapakkausten kokonaispainot ja niiden sisältämien nesteiden painot. Tee taulukko, josta näkyy pakkausmateriaalin osuus kokonaispainosta.

**7** Vertaa lasipakkauksen ja muovipakkauksen pakattua litran juoma-annosta. Tee luettelo energiankäytöstä pakkausta siirrettäessä:

- ➔ tehtaalta varaston kautta liikkeen varastoon
- ➔ liikkeen varastosta hyllyyn
- ➔ hyllystä kassan kautta kotiin



**8** Tee nyt sama vertailu metalli-, pahvi- ja muovipakkausten välillä. Ovatko tulokset samat kuin lasisten tai muovisten kanssa? Miksi?

**9** Vertaa näitä neljää materiaalia uudelleen. Mieti kunkin pakkaustavan etuja ja haittoja.

**10** Tee yhteenveto muovipakkausten käyttöön liittyvistä eduista ja haitoista. Ajattele energiansäästöä, raaka-aineiden määrää, ympäristövaikutuksia kuten saastumista ja jätteen määrää sekä muovipakkausten vaikutusta elämäämme.

Hyviä  
eristeitä

## TEHTÄVÄ 4

- 1** Muovia käytetään runsaasti kupeissa ja mukeissa. Tiedät, että eri muovimateriaalien lämmönjohtavuus on erilaista. Laadi tutkimus, joka selvittää käytetyn materiaalin vaikutuksen lämpöhäviöön kuumaa vettä sisältävästä mukista. Käytä solupolystyreenistä eli styroxista valmistettua mukia, ohutseinäistä muovimukia ja pahvimukia. Tarvitset tutkimuksessasi mukit, lämpömittarin ja sekuntinäytöllä varustetun kellon. Pohdi niitä keinoja, joilla saat vertailustasi tasapuolisen.
- 2** Muovit ovat normaalisti huonoja sähkönjohtimia. Katsele kotona ympärillesi, ja laadi luettelo niistä tavoista, joilla muovia on käytetty verkkojännitteellä toimivissa tai verkkolaitteella varustetuissa laitteissa. Jos muistelet menneitä aikoja, olivatko jotkut nykyisin muoviset osat aiemmin muista materiaaleista valmistettuja? Yritä tunnistaa niitä materiaaleja, joita muovi on korvannut.



## Joustavia ja mukautuvia

Kaikkien muovien ominaisuudet eivät ole samanlaisia kuin peruspolymeerien. Laaja lisäaineiden valikoima antaa muoveille haluttuja ominaisuuksia. Ne ovat 'suunnittelijan' materiaaleja – näistä raaka-aineista pystytään luomaan aivan mitä halutaan.

Lisäaineita ovat:

- Väriä antavat pigmentit.
- Iskusitkeyden lisääjät, jotka estävät muovien rikkoutumisen iskun tai törmäyksen vaikutuksesta.
- Antistaattiset lisäaineet, jotka vähentävät staattisen sähkön aiheuttamaa pölyn ja lian tarttumista.
- UV-säteilyä absorboivat aineet, jotka suojaavat muovia ultraviolettisäteilyn hajottavalta vaikutukselta.
- Palonestoaineet, jotka vähentävät syttyvyyttä.
- Mineraalitäyteaineet, jotka lisäävät lujuutta ja parantavat sähköneristävyyden ominaisuuksia. Täyteaineina käytetään talkin, liidun ja saven kaltaisia aineita.
- Solustusaineet, jotka hajoavat korkeissa lämpötiloissa (yli 200 °C) vapauttaakseen typpi- tai hiilidioksidikaasuja. Kun näin tapahtuu muotissa olevan muoviahion sisällä, syntyy vaahtoa.
- Antioksidantit, joita käytetään runsaasti muovien käyttöiän pidentämiseksi estämään hapen kanssa reagointia ja polymeeriketjun rikkoutumista.

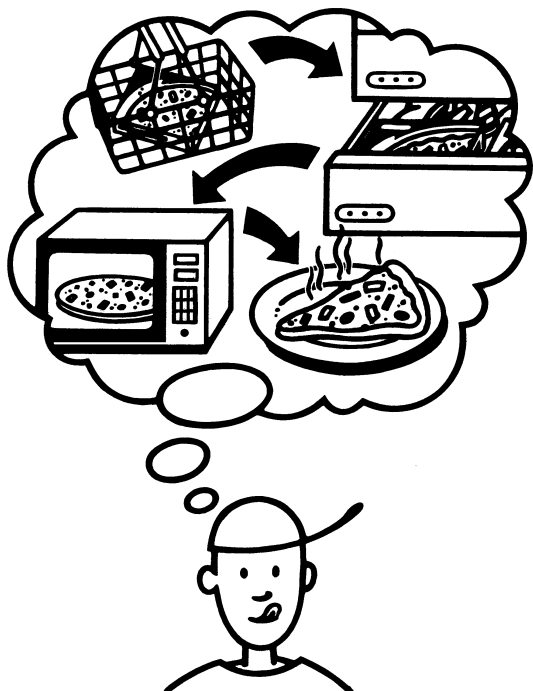
## Uudelleenkäyttöön sopivia

Nykyään jokainen haluaa huolehtia entistä vastuuntuntoisemmin maapallon tulevaisuudesta - olemme matkalla kohti kestävästä kehitystä. Tämä tarkoittaa toimintaa, jotka eivät kavenna tulevien sukupolvien taloudellisia, sosiaalisia ja ympäristöllisiä valinnanmahdollisuuksia.

Rajallisten resurssien viisas käyttö on tärkeää meille kaikille. Uudelleenkäyttö on yksi tapa pyrkiä siihen. Aluksi pitää varmistaa, että käytämme mahdollisimman vähän luonnonvaroja tuotannossa ja kulutuksessa.

Muovit hyödyntävät parhaiten rajallisia resursseja käyttämällä minimaalisen määrän raaka-aineita ja energiaa valmistukseen ja prosessointiin.

Muovien osuus on ainoastaan 4 % maailman öljytuotteista. Teknologisten innovaatioiden ansiosta muovit ovat nykyään entistä kevyempiä mutta kuitenkin vahvempia ja mukautuvampia. Tämä tarkoittaa sitä, että öljy- ja energiavaroja käytetään entistä tehokkaammin, mikä aiheuttaa entistä vähäisempiä ympäristökuormituksia.



## TEHTÄVÄ 5

**1 Katso mitä tapahtuu koteihin tuleville muoveille. Kuinka paljon niitä käytetään uudelleen ja miksi? Kuinka paljon menee hukkaan ja miten? Mitä käytetään uudelleen ja mitä heitetään pois? Miksi näin tehdään?**

**Muovien monipuolisuus. Muovikäyrettä käytetään pakastetun aterian säilytyksessä ja suojauksessa. Muovikäyretä poistetaan, ateria voidaan nopeasti kuumentaa uudelleen mikroaaltouunissa muoviasian sisällä ja sitten se voidaan syödä muovilautaselta.**

## Innovatiivisia

Koko historiansa ajan muovit ovat antaneet suunnittelijoille mahdollisuuksia keksiä, parantaa nykyisiä ja luoda uusia tuotteita, jotka lisäävät elämisen laatua ja vähentävät ympäristöhaittoja.

Ihminen on hyötynyt näistä keksinnöistä monin tavoin. Esim. muovista valmistetut urheiluvälineet ovat parantaneet urheilijoiden mahdollisuuksia saavuttaa uusia ennätyksiä. Lääketieteessä muovit eivät ainoastaan tarjoa vaihtoehtoja perinteisille materiaaleille vaatetuksessa sekä hygienia- ja suojamateriaaleissa, vaan ne antavat myös mahdollisuuden hämmästyttävään kehitykseen mikrokirurgiassa.

Muoviin pakkaaminen on merkittävästi parantanut yhden hengen talouden ruoanhankinnan vaivattomuutta mikrouunissa lämmitettävillä valmisaterioilla. Pakatun tuoreruoan hyllyssäpitoaika on pidentynyt hapenpoistokalvojen avulla. Pesuaineiden täyttöpakkaukset ovat huomattavasti vähentäneet

pakkausmateriaalin määrää suhteessa tuotteen määrään kauppojen hyllyissä.

Muovit ovat vaikuttaneet kuljetuksen ja liikkumisen mukavuuteen, turvallisuuteen ja energiansäästöön niin henkilöautoissa, polkupyörissä kuin junissakin. Tarjoamalla kevyen vaihtoehdon perinteisille materiaaleille ne säästävät luonnonvaroja tuotannossa, edistävät polttoaineenkulutuksen vähenemistä ja vähentävät ympäristön kuormitusta. Muoveilla on ollut myös keskeinen osa sähköautoteknologian kehityksessä ja muissa innovaatioissa, kuten henkilöautojen turvatyynyissä ja Eurostarin kaltaisten suurnopeusjunien aerodynaamisissa nokkakartioissa.

Viestintä on täysin muuttunut muovien ansiosta. Kännykät, käsimikrot, internet ja digitaalinen tiedonsiirto antavat mahdollisuuden hakea tietoa entistä helpommin ja tavoittaa liikkeellä olevia ihmisiä. Internetin käytön ennustetaan kasvavan yli 300 % vuodessa. Vaikka optisia polymeerikuituja on ollut saatavissa jo 30 vuotta, niiden käyttö on lisääntynyt eksponentiaalisesti vasta edullisen globaalin viestinnän kasvaessa.

Keksintöjen vauhti vain kiihtyy. Kaikilla teollisuudenaloilla suunnittelijat testaavat muovien ominaisuuksia. Jos suunnittelijan tarvitsemaa polymeeriä ei vielä ole tehty, tutkijat ryhtyvät sitä kehittämään.

Muoviparistot, valoa johtavat polymeerit ja rullattavat tietokonenäytöt saattavat kuulostaa kuvitelmilta, mutta ne voivat olla kaupoissa jo lähitulevaisuudessa.

**Muovit:** Kuvittele mahdollisuuksia!



**Muovi**  
Mahdollisuuksien materiaali

# tulevaisuutemme



**Meidän kaikkien on otettava vastuu tulevien sukupolvien elinmahdollisuuksista.**

Useat teollisuudenalat ovat sitoutuneet toimimaan tavalla, joka ei rajoita lastenlastemme ympäristöön, yhteiskuntaan ja talouteen liittyviä valinnan mahdollisuuksia. Tällaista toimintaa kutsutaan kestäväksi kehitykseksi.

Kaikki teollisuudenalat ovat omalta osaltaan vastuussa kestävästä kehityksestä. Muoviteollisuus on sitoutunut kestävä kehityksen toteuttamiseen kolmella osa-alueella:

- **Ympäristön suojele:** etsitään keinoja säästää resursseja, kuten öljyä, muita fossiilisia polttoaineita, vettä ja jopa ravintoa. Teollisuus toimii periaatteen 'enemmän vähemmällä' mukaan.
- **Taloudellinen kehitys:** muoviteollisuus lisää hyvinvointia työllistämällä yli miljoona ihmistä Euroopassa.
- **Sosiaalinen edistys:** Innovatiivinen teknologia ja uudet tuotteet mahdollistavat korkeamman elintason, paremman terveydenhoidon ja koulutuksen suurelle osalle väestöstä.

Pyrimme selvittämään, miten muovit voivat auttaa ympäristön suojelussa ja kestävien elintapojen saavuttamisessa. Lisätietoja aiheesta löytyy myös korteista 4 ja 6.

## TEHTÄVÄ 1

**1 Kerro kolme esimerkkiä siitä, miten ihmiset yrittävät nykyisin elää kestävämmän kuin 1960-70-luvuilla (esim. käyttämällä vähemmän energiaa, käyttämällä resursseja tehokkaammin jne.). Mitä hyötyä näistä keinoista on?**

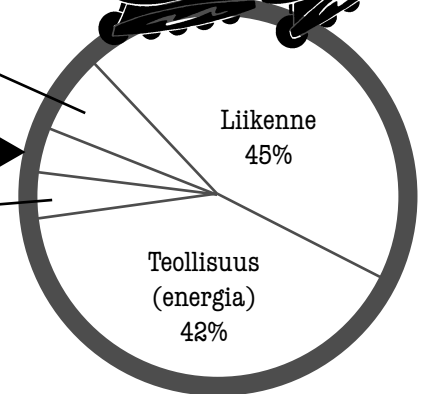
### Vähemmällä enemmän

Ympäristöjärjestö Greenpeace kysyy usein, miksi käytämme jotain tiettyä materiaalia ja onko sen käyttö välttämätöntä. Kysymyksestä on hyvä aloittaa.

muu käyttö 7%  
**muovit 4%**  
 muut petrokemikaalit 4%

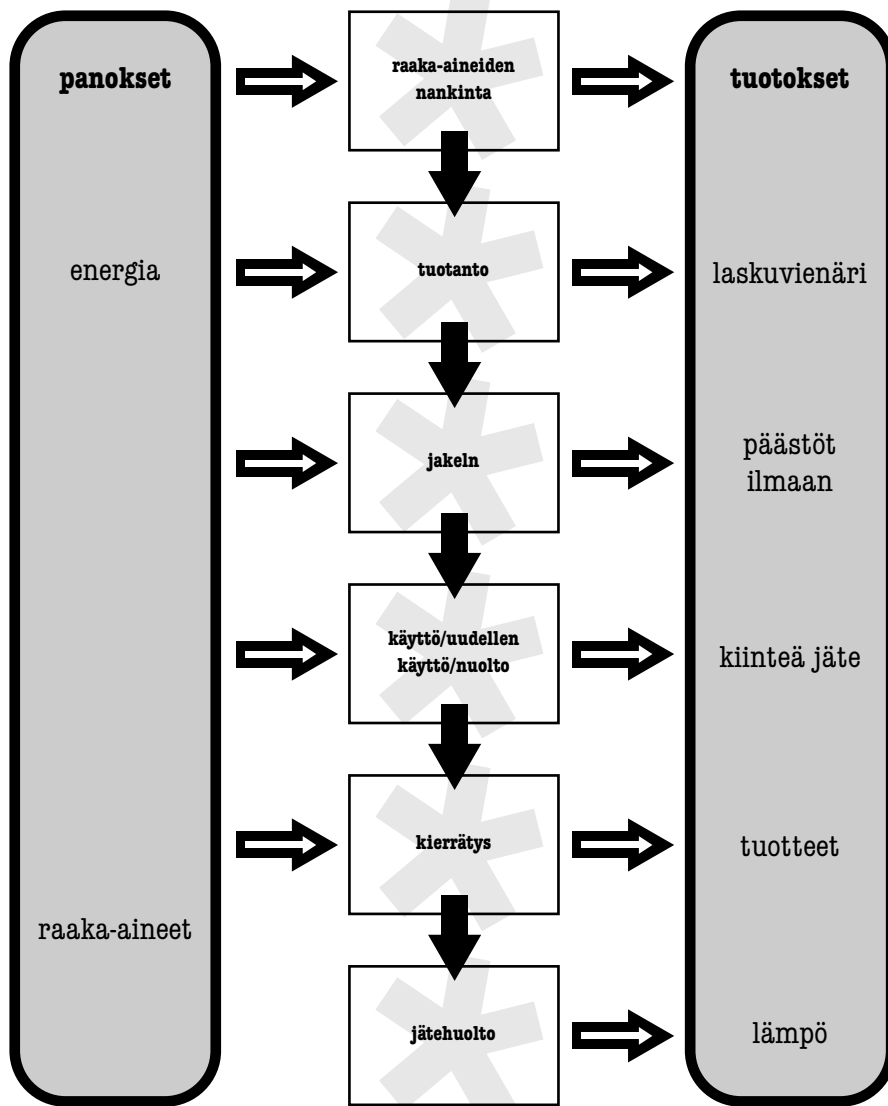
Kaikki tuotteet valmistetaan jostakin materiaalista. Useimpien muovien raaka-aine on uusiutumaton luonnonvara raaka-öljy. Koko öljyntuotannosta käytetään kuitenkin vain neljä prosenttia muovien valmistamiseen. Vaikka muovituotteiden käyttö on lisääntynyt tasaisesti, valmistukseen käytetyn öljyn määrä on pysynyt samana. Teknologian kehittyessä muoveista on tullut kevyempiä, mutta samalla lujempia ja innovatiivisempia.

Uudet ominaisuudet lisäävät muovien käytön mahdollisuuksia. Samalla kuitenkin suhteessa yhä vähemmän öljy- ja energiavaroja käytetään näiden tuotteiden valmistamiseen.



### Ympäristövaikutusten arviointi

Kaikki käyttämämme tuotteet, olivatpa ne sitten puusta, lasista, muovista, paperista tai metallista, vaikuttavat ympäristöön. Raaka-aineiden etsimisellä, tuotteen valmistuksella ja käytöllä sekä loppuun kulutetun tuotteen poisheittolla on kaikilla erilaisia ympäristövaikutuksia. Ympäristövaikutuksia ovat mm. ilmaston lämpeneminen, uusiutumattomien luonnonvarojen väheneminen ja



elinkaarianalyysiä on mahdollista määrittää tuotteen kokonaisvaikutus ympäristöön – aina valmistuksesta jätteeksi asti.

## Säästää koko elinkaaren aikana

Raaka-aineiden käytön vähentäminen Uusien polymeerien ja teknologioiden kehittäminen on vähentänyt raaka-aineiden käytön tarvetta. Esimerkiksi printtaamalla tuoteselostuksen suoraan leipäpussiin, leipomo voi säästää etikettien ja pakkausmateriaalien käytössä jopa 23 prosenttia/pakkaus.

### Vähemmän polttoainetta, vähemmän päästöjä

Vähemmän raaka-ainetta/tuote tarkoittaa kevyempää tuotetta. Esimerkiksi vähentämällä pakkausmateriaalia/pakattava tuote – olipa kyseessä iso tai pieni pakkaus – kuorma-autoon tai junaan mahtuu enemmän itse tuotetta. Kuljetus on tehokkaampaa ja päästöt, polttoaineen kulutus ja kustannukset laskevat. Hyvä esimerkki ovat pesuaineet, joita myydään nykyään muovipusseissa, joihin kuluu 90 prosenttia vähemmän pakkausmateriaalia kuin vastaaviin pakkausastioihin.

Autoissa käytetyn muotoilun ja teknologian kehityksen myötä polttoaineen kulutus on vähentynyt huomattavasti. Vuosien 1974 ja 1988

jätevuoret. Kestäviä ympäristöpäätöksiä on mahdotonta tehdä, jos ei oteta huomioon kaikkia ympäristöön vaikuttavia osatekijöitä. Hyvä tutkimus ottaa huomioon tuotteen ympäristövaikutukset sen koko elinkaaren aikana.

Euroopan jätehuoltoteollisuus pyrkii toteuttamaan EU:n laatimia kierrätystavoitteita. Tavoitteista tärkein on kuitenkin resurssien tehokas käyttö, jotta tulevien sukupolvien tarpeet voidaan myös tyydyttää. Joissakin tapauksissa uusien, vähemmän raaka-ainetta käyttävien ja ympäristöön vaikuttavien muovituotteiden ja teknologioiden kehittäminen voi tehdä muovien keräämisestä ja lajittelemisesta vaikeampaa ja kalliimpaa.

Esimerkiksi keveään pakkauskalvoon menee vähemmän raaka-ainetta kuin perinteisiin pakkauksiin. Näin ollen se on kevyempää ja sen kuljettaminen kuluttaa

vähemmän polttoainetta. Käytettyä pakkauskalvoa on kuitenkin vaikea kierrättää mekaanisesti, koska se voi olla hyvinkin likaista. Käyttämällä

## TEHTÄVÄ 2

**1 Etsi kotoa tai luokahuoneesta jokin muoviesine. Käytä juoksukaaviota ja pohdi esineen koko elinkaaren aikana aiheuttamia ympäristövaikutuksia.**

**Piirrä nyt oma juoksukaaviosi. Tee ensin alustava versio. Keskustelkaa ja vertailkaa toistenne kaavioita. Tee haluamasi muutokset ja piirrä lopullinen juoksukaaviosi. Voit käyttää apuna piirustuksia.**

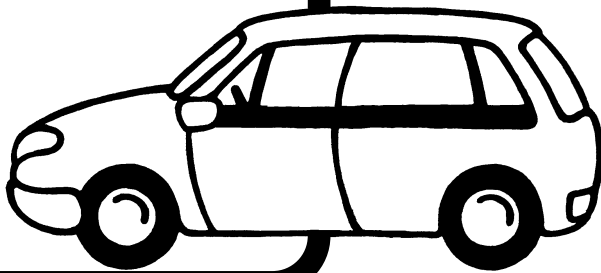
**Käytä seuraavia avainsanoja:**

→ raaka-aine → energia → tuottaa → jakelu → kulutus → uudelleen käyttö → poisheitto → energia hyötykäyttö → kierrätys → kemiallinen käsittely → jätemaantäyttö

## TEHTÄVÄ 3

**1** Mieti esimerkkejä tuotteista, joiden tekemiseen tarvitaan nykyään vähemmän raaka-ainetta kuin ennen. Toimiiko tuote paremmin, huonommin vai samalla tavalla kuin ennen?

Säästytkö energiaa, kun tuotteen valmistamiseen käytetään vähemmän raaka-ainetta?



energiaa, koneet, pyörät ja raiteet kuluvat vähemmän, eikä muovi ruostu.

Tulevaisuudessa valmistetaan hyvin kevyitä kulkuvälineitä, joiden moottori, vaihteisto ja akselit ovat muovia. Ehkä voimme joskus matkustaa 500 kiloa painavalla autolla, joka pystyy kuljettamaan painoaan enemmän lastia, jonka polttoaineen kulutus on erittäin tehokasta ja joka silti on hyvin turvallinen.

## TEHTÄVÄ 4

**1** Keskustelkaa, millä eri tavoin luokkakaverinne kulkevat kouluun. Kirjoittakaa lista niistä kulkuneuvojen osista, jotka on tehty muovista, esim. auton istuimet, polkupyörän lokasuojat. Miettikää, mitä vaihtoehtoisia materiaaleja olisi voitu käyttää (nahkaa, metallia). Kuvaile muovin käytöstä johtuvia hyötyjä tai epäkohtia tuotteen toiminnalle, ympäristölle ja kustannuksille.

välillä polttoaineen kulutus laski keskimäärin 14 prosentilla 18 eurooppalaisessa automerkinä. Muovien ansiosta autot kevenivät ja niiden aerodynamiikka parani.

**Vaikutusten minimoiminen ja jätteen hyväksikäytön maksimoiminen**

Jääme aivan liian usein kauhistelemaan kasvavia jätevuoria. Paljon tärkeämpää kuin miettiä, mitä jätteelle tehdään, on miettiä, miten jätteen syntyminen voidaan estää tai ainakin vähentää. Voisiko tuotteen valmistamiseen käyttää vähemmän raaka-ainetta, jolloin syntyisi myös vähemmän jätettä? Voiko tuotteen elinikää pidentää keksimällä sille uusia käyttökohteita?

Eräs suuri keskieuropalainen kauppaketju kannusti asiakkaita tuomaan käytetyt muovikassit takaisin kauppaan, jotta niitä voitaisiin käyttää uudestaan. Houkuttimena oli pieni pantti/kassi. Uusien muovikassien tarve väheni 60 miljoonalla kassilla vuodessa ja sitä kautta säästettiin 1000 tonnia muovia. Samaa uudelleen käyttöä harrastaa myös suomalainen kuluttaja käyttäessään muovikasseja uudelleen ja uudelleen.

## Kestävä kehitys

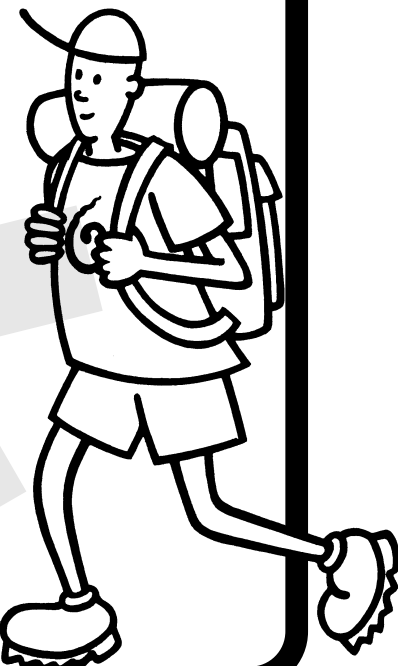
ja kuinka me voimme vaikuttaa siihen

### Kuljetusten tehostaminen

Eri kuljetusmuodoilla on erilaiset ympäristövaikutukset. Esimerkiksi, jos kaikki kulkisivat koulumatkan linja-autolla – ennemmin kuin henkilöautolla – polttoainetta kuluisi vähemmän ja päästöt olisivat pienemmät.

Muovit ovat omalta osaltaan vaikuttaneet kuljetusten tehostumiseen, sillä ne ovat kevyitä. Liikennevälineiden painon väheneminen saavutetaan yksinkertaisilla teknisillä- ja muotoiluratkaisuilla, esimerkiksi käyttämällä muovia painavampien materiaalien sijaan.

Maailman suurin yksiosainen komponentti – junanvaunu – on mahdollinen vain muovin ansiosta. Vaunuja valmistetaan Sveitsissä ja niillä on neljä erittäin hyvää puolta: vaunut ovat nopeampia valmistaa ja ne ovat 25 prosenttia kevyempiä kuin perinteisistä materiaaleista valmistetut vaunut. Niihin kuluu vähemmän raaka-ainetta ja niiden valmistamiseen kuluu vähemmän energiaa. Koska ne ovat kevyitä, niiden liikuttamiseen tarvitaan vähemmän





## Kestävät rakennukset

Muovit voivat korvata myös perinteisiä rakennusmateriaaleja. Ne ovat kestäviä, kevyitä, eristäviä, halpoja, niiden ympäristövaikutukset ovat pieniä, ne eivät syövy ja ne ovat esteettisesti hyvän näköisiä. Nykyään käytetään paljon muovisia putkia, eristeitä ja jopa ikkunanpuitteita.

Muovit ovat mukana kestävässä rakentamisessa monin tavoin:

→ **Tehokas energian käyttö on tärkeä tekijä moderneissa rakennuksissa.** Muovien avulla voidaan säästää paljon energiaa. Pohjois-Euroopan maissa lähes 1/4 energiasta käytetään kotien lämmitykseen. Käyttämällä muovien eristäviä ominaisuuksia hyväksi kotitalouksien lämmityskustannuksia voidaan vähentää huomattavasti. Tutkimukset osoittavat, että 50 kiloa muovieristettä talon rakenteissa säästää jopa 3 700 litraa lämmityspolttoainetta 25 vuodessa, mikä tarkoittaa noin 150 litran vuosisäästöjä. On arvioitu, että 1970-luvun energiakriisin jälkeen eristevaahtojen käyttäminen on säästänyt noin 19 miljardia litraa lämmitysöljyä.

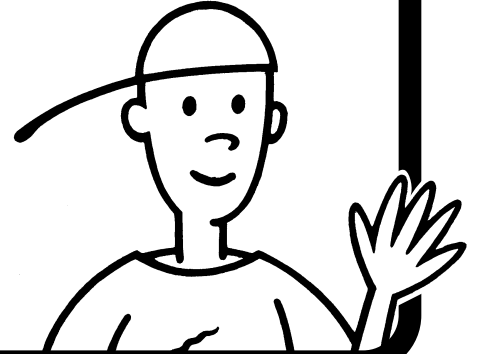
→ **Ympäristövaikutukset:** Etelä-Euroopassa yhä useammat kotitaloudet käyttävät aurinkoenergiaa lämmittämiseen. Aurinkoenergiälämmityslaitteissa muovikomponenttien osuus on huomattava.

Muovit voivat pitää rakennukset lämpiminä, mutta niiden avulla voidaan myös viilentää rakennuksia. Kehitteillä on kaksi 'viisasta polymeeriä', joiden tarkoituksena on muodostaa varjoa ja estää rakennuksia lämpiämästä liikaa. Materiaalit ovat läpinäkyviä huoneen lämmössä, mutta muuttuvat maitomaisiksi jouduttuaan kirkkaaseen auringonvaloon. Ne heijastavat valoa ja estävät näin rakennusten ylikuumenemisen. Tulevaisuudessa 'viisaat polymeerit' voivat olla vaihtoehto sälekaihtimille tai ilmastoinnille.

## TEHTÄVÄ 5

**1** Mitä tarkoitetaan viisailta polymeereillä? Kuvaile keksittyä viisasta polymeeriä ja kerro mitä käyttöä sillä voisi olla.

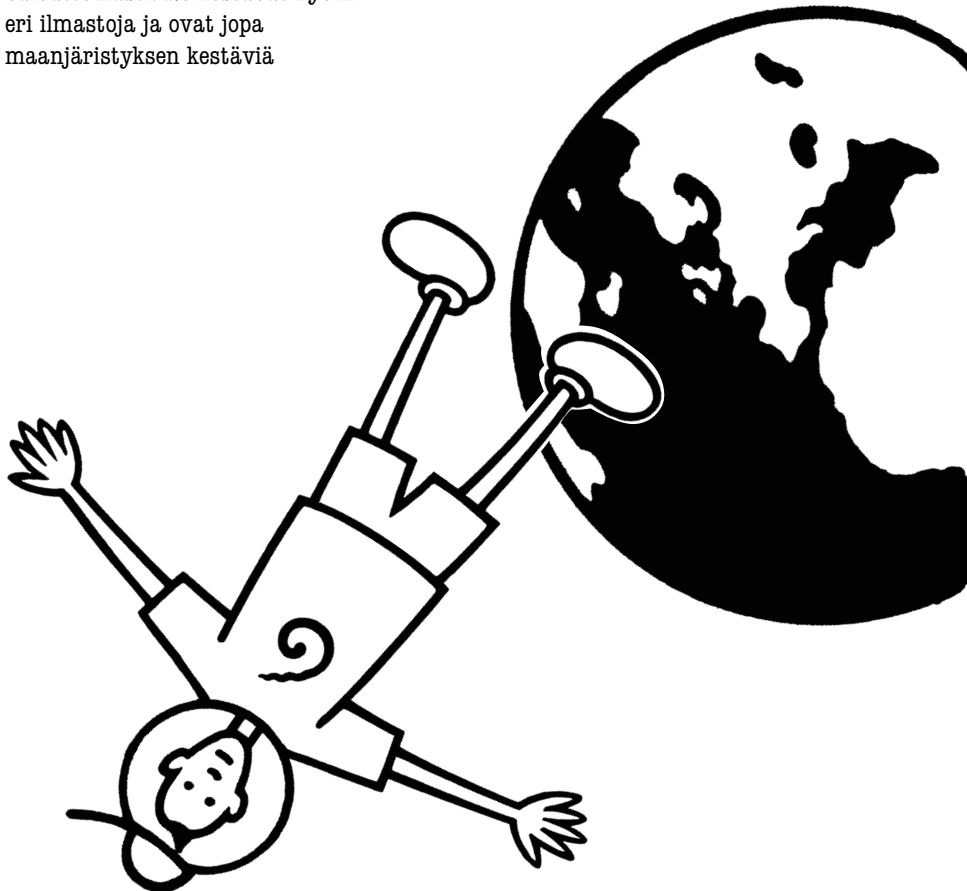
**Mitä hyötyjä valmiilla talopakettilla on verrattuna paikanpäällä rakentamiseen? Mieti rakennustyömaalla olevia tavaroita, tiiliä, puutavaraa, ikkunanpuitteita ja -laseja.**



→ **Hätämajoitus:** Kaupungeissa asuu nykyään enemmän ihmisiä kuin koko maapallolla 100 vuotta sitten. Väestö kasvaa nopeammin kuin milloinkaan ennen ja useissa kaupungeissa – etenkin kolmannessa maailmassa – asunnoista on jo kova pula. Muovit ovat mahdollistaneet helppojen palkkitalojen kehityksen. Ne voidaan koota nopeasti ja vaivattomasti. Ne kestävä hyvin eri ilmastoja ja ovat jopa maanjäristyksen kestäviä

→ **Avaruuden valloitus on inspiroinut palkkitalojen kehitystä.**

Avaruusasemilla on kokeiltu keveitä, pumpattavia 'asuntoja'. Avaruusasun kanssa samaan teknologiaan perustuva 'asunto' on rakenteeltaan monikerroksinen, piston kestävä rakennelma, jossa voi asua neljästä kuuteen astronauttia.





# Jätteiden käsittely



**Jätteistä pitää aina huolehtia riippumatta siitä, mitä materiaaleja käytetään.**

Muovien kysynnän kasvaessa tarvitaan uusia keinoja, jotta muovista saadaan mahdollisimman suuri osa talteen myös jätteenä. Näin vältetään arvokkaan resurssin haaskaaminen muovituotteen tai -pakkauksen käyttöön loppuessa. Paras tapa on käyttää kaikkia hyötykäyttökäytännöitä ja optimoida tasapaino ympäristöhyötyjen jakustannusten välillä. Muovijätteen käsittelyssä on kolme päävaihtoehtoa:

## Jätteiden hyödyntäminen

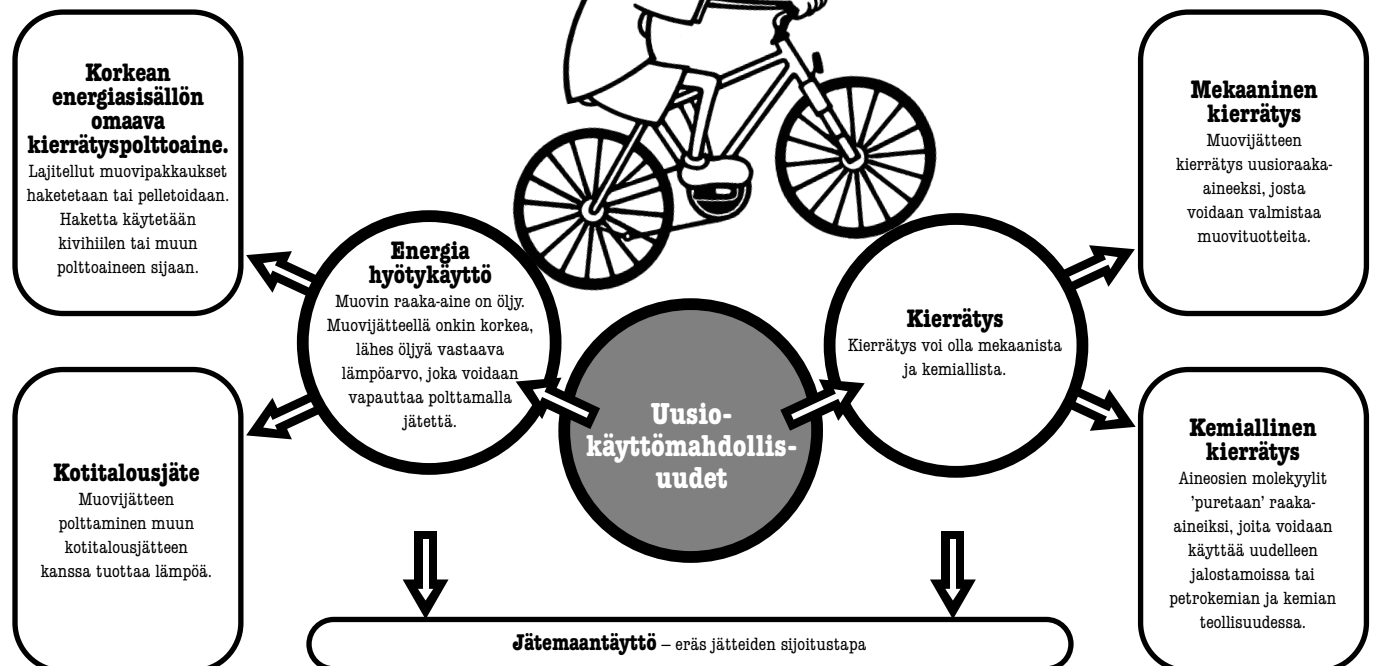
Mekaaninen kierrätys on ympäristöllisesti ja taloudellisesti järkevää. Sitä käytetään yleisesti silloin, kun on suuria määriä samantyyppistä helposti kerättävää muovijätettä kuten kutiste- ja peitekalvoja, auton akun koteloita, virvoitusjuomapulloja ja muita säiliöitä. Mekaaninen kierrätys sisältää seuraavat viisi vaihetta:

- 1 käytetyn tuotteen/pakkauksen vienti keräykseen**
- 2 kunnan viranomaisen tai jäteyrityksen suorittama keräys**
- 3 lajittelu tietyn tyyppisiin muoveihin**
- 4 etiketti-, lika- ja sisältöjäämien poistaminen**
- 5 jälleenkäsittely rakeiksi tai hiutaleiksi, joita voidaan käyttää uusiin tuotteisiin**

Koko Euroopan unionissa materiaalin kierrätyksen tavoitteet on asetettu tietyillä sektoreilla, ja muovin kierrätyksen lisäämistä tutkitaan. Tutkimukset ennustavat mekaanisesti kierrätetyn pakkauksimuovin potentiaalisen kasvun Euroopassa keskimäärin 15 prosenttiin v. 2006

mennessä. Vuonna 1995 osuus oli 11 prosenttia. Kierrätystä voidaan lisätä myös maataloudessa, autoteollisuudessa ja tuotteiden jakelussa. Muilla aloilla kierrätykselle on vaikeammin selvitettäviä esteitä, esimerkiksi jäte on vaikea kerätä (kokoonpano- ja rakennusteollisuus) tai osat täytyy irrottaa toisistaan (tietokoneet ja sähkölaitteet).

Erilaiset kertamuovit eivät kuumennettaessa sekoitu hyvin, ja kierrätysmuovin lujuus kärsii. Vaikka sekoitettuja muoveja voidaan kierrättää tuotteisiin, kuten aidantolpiksi, tulos on parempi käytettäessä yhtä ja samaa muovia. Muoveille on annettu koodinumerot, jotka löytyvät monista pakkauksista. Koodijärjestelmä on käytettävissä muovien tunnistamisen apuna niitä käsin lajiteltaessa. Monissa Euroopan maissa, kuten Saksassa ja Ranskassa, on käytössä 'vihreäsi



## TEHTÄVÄ 1

Erilaisia muoveja on tärkeää yrittää lajitella jo kierrätysprosessin alkuvaiheessa.

- 1 Miksi lajiteltu muovijäte on yleensä arvokkaampaa ja käyttökelpoisempaa kuin lajittelematon jäte?
- 2 Miksi tummat muovit erotellaan kirkaista muoveista, vaikka ne on valmistettu samasta materiaalista?
- 3 Vilkaise kotona muovisia pakkausmateriaaleja keittiössä tai kylpyhuoneessa. Etsi pakkausten pohjiin tai sisälle merkittyjä koodinumeroita. Tee taulukko, josta näkyy mitä muoveja eri tarkoituksiin käytetään.
- 4 Ota huomioon, jos kahta eri muovia on käytetty samassa pakkauksessa esim. kanneksi ja astiaksi. Miksi eri muovityypit on valittu?

pisteeksi' kutsuttu merkintäjärjestelmä, joka ilmaisee, että tuotteesta on maksettu ja sille on erillinen kansallinen keräysjärjestelmä.

Valmistajia rohkaistaan ottamaan kierrätys huomioon jo tuotteen suunnitteluvaiheessa, jotta "end-of-life"-tuotteiden kierrätys helpottuisi. Yksi keino on esimerkiksi vesiliukoisten liimojen käyttö, jotta pakkausten tarrat irtoavat helpommin.

Kierrätettyä muovimateriaalia käytetään usein täysin alkuperäisestä poikkeaviin tarkoituksiin. Esim. virvoitusjuomapullot kierrätetään useimmiten kuiduiksi.

Käsinlajittelun lisäksi käytetään neljää muuta menetelmää muovilaatujen erotteluun:

- \* muovin alkuaineiden analyysi. PVC on helppo tunnistaa, sillä sen molekyyleissä on klooriatomeja. On olemassa automaattisia järjestelmiä esim. tunnistamaan ja lajittelemaan erityyppisiä muovipulloja.
- \* erottelu tiheyden perusteella. Muovit leikataan liuskoiksi ja sekoitetaan nesteeseen, jolloin osa niistä kelluu ja osa uppoaa tai niitä voidaan pyörittää sentrifugissa.

\* sähköstaattinen erottelu. Sitä voidaan käyttää niillä muoveilla, joilla on erilainen sähkövaraus esim. PET ja PVC.

\* selektiivinen liuotus. Orgaanisten liuottimien avulla liuotetaan yksi tai useampi polymeerityyppi, joka voidaan sitten suodattaa, eristää ja uudelleenkiinteyttää.

## TEHTÄVÄ 2

1 Polypropeenin tiheys on  $0,91 \text{ g/cm}^3$ . Vaahdottoman polystyreenin tiheys on  $1,05 \text{ g/cm}^3$ . Mikä pitää olla nesteen tiheys sen varmistamiseksi, että polypropeeni kelluu ja polystyreeni uppoaa?

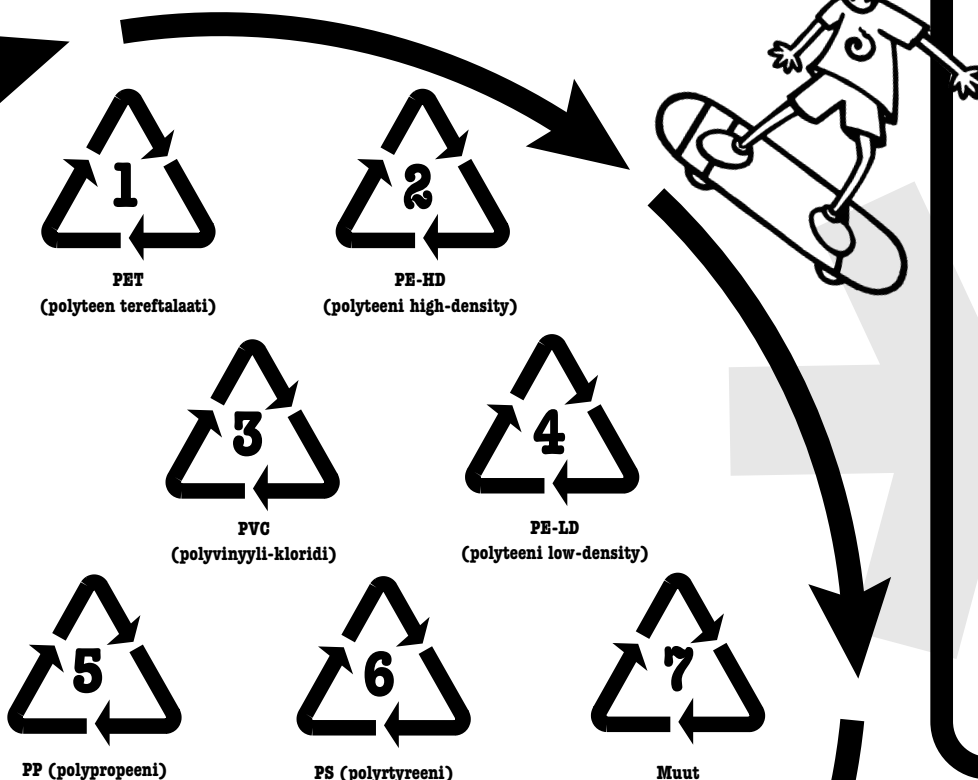
2 Polyeteenitereftalaatin (PET) tiheys on  $1,35 \text{ g/cm}^3$ . Mikä pitää olla nesteen tiheys, jos sen avulla halutaan erottaa polyeteeni polystyreenistä?

3 Lajittelun helppous otetaan nykyään huomioon jo tuotteen suunnitteluvaiheessa. Mitä suosituksia suunnittelusäännöiksi voisit antaa? Ajattele tiheyksiä, värejä, musteita ja tarroja/etikettejä.

4 Kierrätyksessä on paljon järkeä, mutta vain jos löytyy kierrätettyjen materiaalien tarjontaa vastaavaa kysyntää. Jos kysyntä on paljon vähäisempää kuin tarjonta, mitä tapahtuu

- kierrätysmateriaalista maksetulle hinnalle
- kierrätysmateriaalin varastojen määrälle
- prosessin kustannuksille
- prosessin kannattavuudelle?

5 Jos tarjonnan ja kysynnän välillä on suuri ero, niin kerättävän jätteen määrää täytyy vähentää. Mitä vaikutuksia tällä saattaisi olla yleiseen mielipiteeseen ja kierrätyksen järkevyyteen?



## Kemiallinen kierrätys

Uusia kierrätysteknologioita, kuten kemiallista kierrätystä, tutkitaan parhaillaan. Kemiallista kierrätystä käytetään muovisen sekajätteen kohdalla nykyään vain Saksassa, mutta muissakin maissa harkitaan sitä. Tämän teknologian kannattavuudesta on vielä paljon opittavaa, jos sen halutaan tarjovan mahdollisuuksia kierrätyksen lisäämiseen.

### Keräily ja lajittelu

Muovijätteen käsittely esim. jauhamalla

Lähtöaineiden kierrätys perusraaka-aineiksi

Suljettu kierrätys takaisin alkuperäisiksi muoveiksi tai lähtöaineiksi uusia petrokemian tuotteita varten. Lähtöaineiden kierrätyksessä on neljä päämenetelmää:

**Pyrolyysi (kuivatuslaus)** Molekyylien hajottaminen tyhjiössä kuumentamalla. Näistä prosesseista saadaan kaasumaisia tai nestemäisiä hiilivetyseoksia, joita voidaan jalostaa edelleen.

**Hydrogenointi** Käsittelemällä muoveja vedyllä korkeassa lämpötilassa pilkotaan polymeeriketjut arvokkaaksi hiilivetyöljyksi, jota voidaan käyttää jalostamoissa ja kemian tehtaissa.

**Kaasutus** Muoveja kuumennetaan ilmassa. Tuotteena saadaan synteetikaasua, jonka sisältämää hiilimonoksidia ja vetyä voidaan käyttää metanolin tai ammoniakkin valmistukseen tai pelkistysaineena terästehtaiden masuuneissa.

**Kemolyysi** Käyttämällä sopivia depolymerointireaktioita – kuten hydrolyysiä, alkoholyysiä tai glykolyysiä – voidaan polyesterit, polyuretaanit ja polyamidit palauttaa alkuperäisiksi monomeereiksi, josta ne voidaan polymeroida korkealaatuiseksi muoveiksi.

## TEHTÄVÄ 3

1 Tee yhteenveto näistä prosesseista prosessikaavioon. Varmista, että tunnistat erot eri vaiheiden ja neljän lopputuotteen käyttökelpoisuuden välillä.

2 Mitä muita tekijöitä meidän pitää ottaa huomioon ennen kuin voimme tietää, onko näiden kaltaisista prosesseista todellista hyötyä? Kiinnitä huomiota kustannuksiin.

## Jätteestä energiaksi

Uudelleenkäyttö ja kierrätys eivät ole ainoat jätehuollon mahdollisuudet. Muovijätteellä on korkea hiiltä tai öljyä vastaava lämpöarvo, joka voidaan turvallisesti ja puhtaasti vapauttaa polttamalla jätettä lämmön ja/tai sähkön tuottamiseksi.

On olemassa kolme erilaista laitostyyppiä, joissa voidaan käyttää muovijätettä energiantuotantoon: polttaminen muiden talousjätteiden kanssa kunnallisessa jätteenpolttolaitoksessa, muovin käyttäminen polttoaineen tavoin yleensä perinteisten fossiilisten polttoaineiden kanssa tuotantoprosessissa tai voimalaitoksessa. Esim. esilajiteltua sekalaista muovipakkauksijätettä on tehokkaasti käytetty hiilen korvikkeena paljon energiaa kuluttavissa prosesseissa kuten sementin valmistuksessa. Jos muovin osuus poltettavasta sekajätteestä on kahdeksan prosenttia, vapautuvasta lämpöarvosta 30 prosenttia tulee muovista.

Dioksiinipäästöjen määrä on eräs jätteiden polttoon usein liitetty ongelma.



Dioksiini on laaja termi, joka kattaa 75 erilaisen dioksiinin muodostaman ryhmän kemikaaleja ja 135 niihin liittyvää furaninyhdistettä. Osa näistä on hyvin myrkyllisiä, mutta niiden myrkyllisyyden aste vaihtelee suuresti.

Dioksiineja muodostuu, kun hiiltä, happea, vetyä, klooria ja lämpöä on tarjolla. Ne ovat monien palamis- ja valmistusprosessien häiritseviä sivutuotteita. Niitä voi syntyä myös luonnossa metsäpalojen ja kompostoinnin yhteydessä tai tulivuoren purkautuessa.

Jätteenpolton aiheuttamia dioksiinipäästöjä on tarkasti seurattu ja tutkittu, koska niiden määrä halutaan saada vähenemään ja vastaamaan tiukempia turvallisuusvaatimuksia. Eurooppalainen lainsäädäntö vaatii, että vuoteen 2005 mennessä kunnallisten ja klinisten jätteiden polton osuus on enää 11 g vuodessa (tai 0.3 %) dioksiinin kokonaispäästöistä.

Nyt jo Euroopassa poltetaan yli 2.6 miljoonaa tonnia muovijätettä joka vuosi korvaamaan fossiilisia polttoaineita käyttökelpoisen lämmön ja/tai sähkön tuotannossa. Polttaminen tapahtuu hyvin hoidetuissa jätteenpolttolaitoksissa tai sementtitehtaissa, joissa päästöjä rajoitetaan ja valvotaan tarkasti.

Kierrätykselle on ilmeistä tarvetta tarjonnan ja kysynnän tasapainottamiseksi. Ei ole mitään mieltä kerätä materiaalia kierrätystä varten, jos kierrätysmateriaalia ei voida käyttää valmistukseen ja markkinoida ympäristöllisesti ja taloudellisesti hyväksyttävällä tavalla. On myös harkittava muita jätteenkäsittelyn tapoja.

Mitä meidän pitäisi tehdä?

- Kierrättää muoveja materiaaleina?
- Kierrättää niitä kemiallisesti?
- Kierrättää niitä energiaksi?

## TEHTÄVÄ 4

### 1 Katso seuraavia tietoja ja tee juliste, joka sisältää niistä yhteenvedon.

2,6 tonnilla talousjätettä on sama lämpöarvo kuin tonnilla hiiltä. 10 % lisäys poltetun jätteen määrässä säästäisi yli miljoona tonnia hiiltä.

Ruotsissa otetaan talteen 33 % talousjätteiden muovista, mikä tuottaa merkittävän osuuden kaukolämmityksen tarpeista. Tanskassa 56 % talousjätteiden muoveista muunnetaan energiaksi. Sveitsissä vastaava luku on 55 %.

Jos eurooppalainen jäte poltettaisiin ja lämpö otettaisiin talteen, niin sillä tyydytettäisiin 5 % kotitalouksien sähkön tarpeesta ja puolet hiilen tuonnista.

### 2 Tämä taulukko kertoo mitä tapahtuu muovijätteille Euroopassa

| määrät (1000 tonnia)          | 1994                 | 1995                 | 1996                 | 1997                 |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| kaikki muovijäte              | 17505                | <input type="text"/> | 16871                | 17454                |
| mekaanisesti kierrätetty      | 1057                 | 1222                 | <input type="text"/> | 1440                 |
| kemiallisesti kierrätetty     | 51                   | 99                   | 251                  | 334                  |
| energian talteenotto          | 2348                 | 2698                 | 2496                 | 2575                 |
| kaikki kierrätetty muovi      | <input type="text"/> | 4019                 | 4067                 | 4349                 |
| talteenotetun jätteen osuus % | 20%                  | 25%                  | 24%                  | <input type="text"/> |

Täydennä taulukkoa laskemalla tyhjiin kohtiin kuuluvat arvot.

Vastaus on ilmeisesti myönteinen kaikkiin kolmeen kysymykseen, mutta miten löytää paras yhdistelmä? Valinta riippuu aina erityisistä olosuhteista. Esimerkiksi: Mistä jäte on peräisin? Miten se kerätään? Millaista lajittelua ja erotteluteknologiaa on käytettävissä? Onko tarvetta kierrätykseen, lähtöaineisiin tai vaihtoehtoiseen polttoaineeseen? Tutkimuksia voidaan tehdä siitä, mitkä ovat talteenoton tai valitun jätteenpoiston ympäristövaikutukset. Itse asiassa näitä tutkimuksia voidaan tehdä koko muovituotteen elinkaaresta, ja tällainen analyysi voi auttaa valitsemaan parhaan materiaalin jo suunnitteluvaiheessa.

### Biohajoavuus

On valmistettu hajoavia muoveja, jotka rikkoutuvat ja maatuvat joko valon tai bakteerien vaikutuksesta, mutta niiden käyttö ei ole vielä laajalle levinnyt. Näiden muovien käyttö ei kuitenkaan ole helppo ratkaisu jätehuollossa. Täydellinen hajoaminen voi kestää pitkään ja samalla tuhlautuu resursseja, jotka olisi muutoin voitu kierrättää ja käyttää uudelleen. Silti niillä on tiettyjä sovelluksia lääketieteessä (esim. hajoavat tikit ja vaipat) ja

maataloudessa (esim. sadonkasvua edistävät peitekalvot).

### Jättemaantäyttö

Joissakin Euroopan maissa ei voida kierrättää jätettä energiaksi, jolloin se viedään kaatopaikoille. Maantäyttö on resurssien hautaamista maahan. Muoviteollisuus on sitoutunut maksimoimaan talteenoton valinnanmahdollisuuksia, jotta kaatopaikkojen käyttöä vältetään mahdollisimman paljon.

Kaatopaikkoja on aiemmin sijoitettu usein käyttämättömiin louhoksiin tai savikuoppiin. Näiden maanpinnan suurten aukkojen täyttäminen kiinteällä jätteellä on ollut hyvä tapa korjata maiseman virheitä ja kunnostaa maaperää.

Maantäyttöpaikoilla on paljon orgaanista materiaalia – yleensä enemmän kuin 50% jätteen kokonaismäärästä. Siksi ne toimivat kuten jättimäiset kompostikasat, joissa paperin, ruoan ja luonnonkuitujen tapaiset materiaalit (ei muovit) hitaasti maatuvat bakteeritoiminnan ansiosta. Nykyaikaiset kaatopaikat sisältävät miljoonia tonneja materiaalia, jota tuodaan lisää tuhansia tonneja päivittäin.

Maantäyttöpaikat synnyttävät kahta sivutuotetta – nestettä ja kaasua. Neste on lähinnä väkevää jätevettä, joka on käsiteltävä asianmukaisesti, ettei se pääse valumaan ympäristöön. Vesivarojen pilaantumisen estämiseksi kaatopaikka on yleensä vuorattu savella tai muovilla. Kaasu on sekoitus hiilidioksidia ja metaania (ja voi olla räjähdysaltista). Molemmilla on osuutensa maapallon lämpenemisessä. Useilla kaatopaikoilla kaasua kerätään muoviputkien jakalvojen avulla ja käytetään sähkön tai lämmön tuottamiseen.

Nykyään ollaan sitä mieltä, että maantäyttö ei ole kestävä pitkän aikavälin jätehuollon menetelmä. Valmistajien rohkaiseminen suunnittelemaan tuotteita, jotka maksimoivat resurssien käytön koko tuotteen elinkaaren aikana ja tekevät kierrätysmahdollisuuksista entistä houkuttelevampia, lisää tietysti kaatopaikkojen käytön suhteellisia kustannuksia.

Tässä kortissa on esitetty joitakin asioita muovijätteiden käsittelyn kolmesta tärkeimmästä vaihtoehdosta.

- Kierrätys
- Energia hyötykäyttö
- Hävittäminen

Näitä kaikkia tapoja käytetään vaihtelevassa määrin tämän päivän Euroopassa. Muutoksia tapahtuu aika ajoin siinä, mikä näistä prosesseista houkuttelee eniten. Esim. öljyn maailmamarkkinahintojen vaihtelut voivat vaikuttaa kierrätetyn muovimateriaalin arvoon ja sitä kautta kierrätysmahdollisuuksiin.

## TEHTÄVÄ 5

### 1 Laadi taulukko eduista ja haitoista:

- jätteiden kierrätyksessä
- jätteiden energian talteenotossa polttamalla

**Mieti kuljetuskustannuksia, päästöjä, vaikutusta muihin resursseihin ja maankäyttöä. Lainsäädäntö ohjaa nykyään tiukasti kaatopaikkojen suunnittelua ja toimintaa.**



siisti

# juttu



**Yksityishenkilöt, yhteisöt ja yritykset - me kaikki tuotamme huomattavat määrät roskaa, joista on huolehdittava.**

Jokainen eurooppalainen tuottaa vuosittain roskaa keskimäärin seuraavasti:

**6kg**

lasipakkauksia

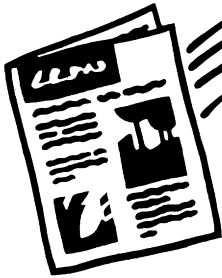


**5kg** metallipurkkeja ja foliota



**60kg**

paperia



**2kg** muovipulloja



**180kg**

vihannes- tai elintarvikeroskia



Tarkastelimme kortissa 6 joitakin keinoja, joiden avulla voidaan järjestää muovijätteen hyötykäyttö. Kuten kortissa 4 keskusteltiin, muovia käytetään usein tuotepakkauksissa, koska se on kevyttä, puhdasta ja kustannustehokasta. Siksi kotitalousroskat sisältävät runsaasti muovia, kuten myös monia muita materiaaleja.

Näitä jätteitä pyritään yhä enemmän käsittelemään, jotta niistä olisi mahdollisimman vähän haittaa

ympäristölle ja niitä voitaisiin hyödyntää mahdollisimman paljon uudelleen. Kun jätteet on kerätty, ne voidaan käyttää uudelleen, kierrättää tai niiden sisältämää energiaa voidaan hyödyntää. Vasta viimeisenä keinona jätteet olisi ohjattava kaatopaikoille, jotta ne voitaisiin hävittää turvallisesti.

Jos kuitenkin heitämme esineitä pois vastuuttomasti, ne eivät voi mitenkään päätyä osaksi järkevää jätteen huolto- ja keräysjärjestelmää, vaan sen sijaan lisäävät ympäristön roskaantumista.

Roskat koostuvat yleensä poisheitetyistä pakkauksista, ilman että otetaan ympäristöä huomioon, ja siten roskat päätyvät julkisille paikoille aiheuttaen vaikeita sosiaalisia, ympäristöllisiä ja taloudellisia seurauksia varojen tuhlaamisen lisäksi.

Idealistisessa maailmassa roskaa ei olisi lainkaan, koska ihmiset huolehtisivat elinympäristöstään. Eräs kaikkein tärkeimmistä vaiheista roskaongelman ratkaisemisessa on varmistua siitä, että kaikki käsittävät tuottavansa roskaa, ja että roskaa eivät tuota vain tuotteita valmistavat yritykset.

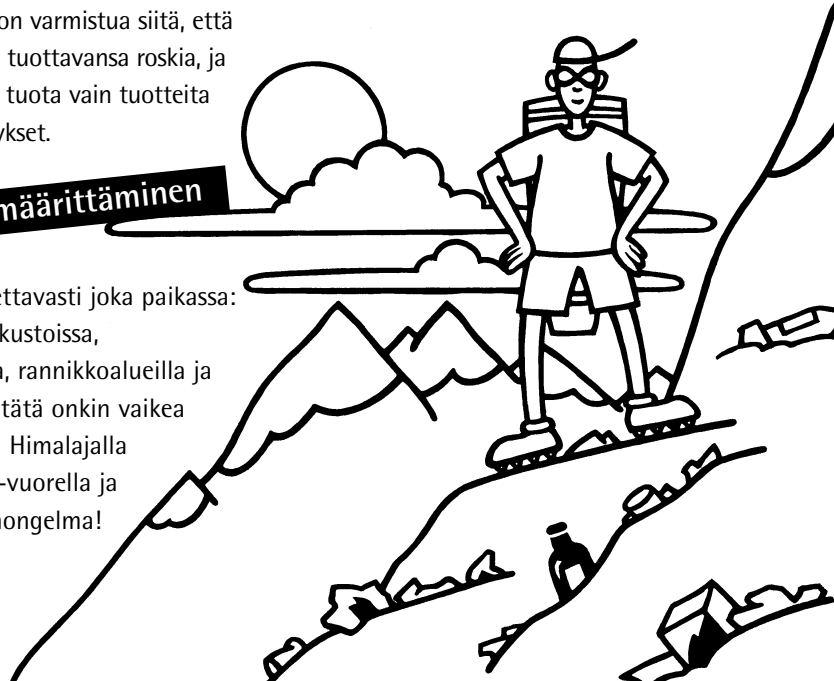
## Roskan määrittäminen

Roskaa on valitettavasti joka paikassa: kaupunkien keskustoissa, maalaiskunnissa, rannikkoalueilla ja merellä. Vaikka tätä onkin vaikea uskoa, niin jopa Himalajalla Mount Everest -vuorella ja kuussa on roskaongelma!



Euroopan kaupunkeja koskevasta tutkimuksesta käy ilmi, että viisi yleisintä roskaesineitä ovat tupakantumpit ja tulitikut, paperinpalat, karamellien käärepaperit ja muovipalat.

Ympäristössä olevaa roskamäärää mitataan nykyisin sen arvioimiseksi, onko roskaantuminen lisääntynyt vai vähentynyt.



# TEHTÄVÄ 1

**Määritä yhdessä luokan kanssa vähintään kymmenen erilaista 50 metrin kaistaletta lähellä kouluasi tai asuinpaikkaasi. Kerää, luettelo ja luokittele kaikki roskaesineet, esim. pullo, muovikassit, tupakantumpit, jne.**

- ▲ Mitä roskia löytyy kaikkein eniten?
- ▲ Mitkä roskat voivat olla vaarallisia ihmisille tai eläimille? Selitä miksi.
- ▲ Mitä roskia on hankalaa tai kallista kerätä pois?
- ▲ Mitä roskia voitaisiin kierrättää tai hyödyntää uudelleen?
- ▲ Määritä yllä olevan roskaindeksin avulla, mihin luokkaan (A-D) sijoittaisit tarkastelemaasi alueen.

Roskaindeksin avulla voidaan arvioida pienempiä ja suurempia kaupunkeja yhtenä kokonaisuutena. Jos on tutkittu kymmenen aluetta ja ne kaikki on sijoitettu A-luokkaan (tai arvosanaksi on annettu 5), niin kaupungin arvosana on 50/50 tai 100 %, mutta jos jokainen alue on saanut arvosanaksi vain 1 niin puhtausindeksi on 10/50 tai 20 %.

Käytä niitä arvoja, jotka luokka laskee kymmenelle alueelle toimenpiteessä 1 lähiympäristösi kokonaispuhtausindeksin laskemiseksi.

Eräs keino mitata roskia on roskaindeksi: tienreunoilta, jalkakäytäviltä, rannoilta tai parkkipaikoilta löydettyjä roskia mitataan 50 metrin matkalta viiden pisteen taulukon avulla.

**Arvosana A Alueen kuvaus 5/5**  
Alueella ei ole roskia

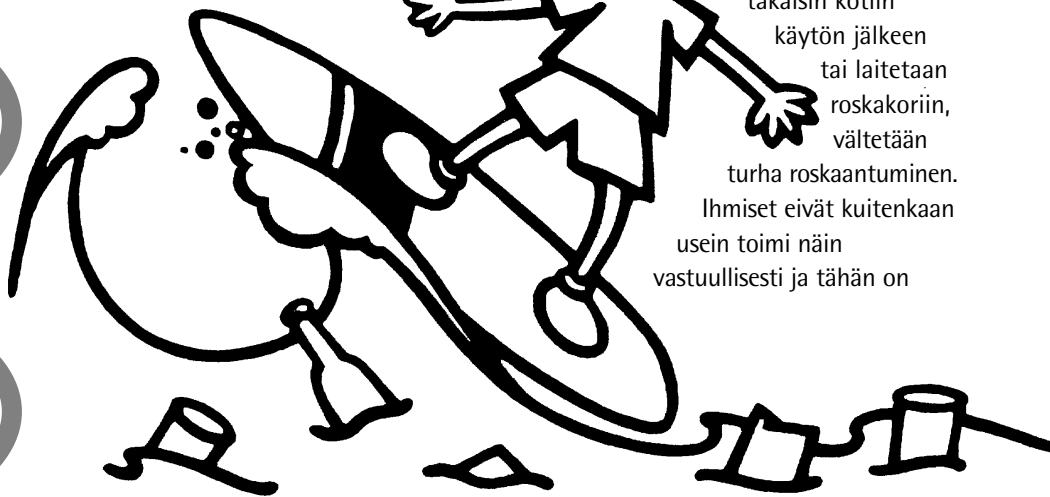
**Arvosana A- Alueen kuvaus 4/5**  
Alueella ei näy roskia, mutta huolellisen tarkastuksen jälkeen löytyy viisi pienikokoista roskaa tai vähemmän.

**Arvosana B Alueen kuvaus 3/5**  
Alueella on pienikokoisia roskia, kuten paperinpaloja, pullonkorkkeja, jne.

**Arvosana C Alueen kuvaus 2/5**  
Alueella näkyy selvästi roskia, tupakantumppeja, tölkkejä, pakkauksia sisältäviä roskakassoja, jne.

**Arvosana D Alueen kuvaus 1/5**  
Alueella näkyy selvästi paljon roskia ja isokokoisia roskaesineitä, kuten elektronisia laitteita.

Vaikka huomaatkin todennäköisesti paremmin omassa lähiympäristössäsi kuin muualla olevat roskat, et voi välttyä roskaongelmalta vieraillessasi muilla paikkakunnilla. Itse asiassa kiinnitämme eniten huomiota lomapaikoissa ja merellä oleviin roskiin. Onko siis niin, että odotamme nauttivamme merenrannasta tai luonnonmaisemasta valitsemassamme lomapaikassa ja unohtamme, että toimintamme vaikutukset ovat samat paikasta riippumatta?



(lähde: Tidy Britain Group, Iso-Britannia)

Coastwatch Europe -järjestö koordinoi rannikoilla olevien roskien ja saasteiden valvontaa. Äskettäisessä kartoituksessa, joka kattoi noin 10 000 paikkakuntaa, löydettiin jokaiselta paikkakunnalta yli 60 pakkausroskaesineitä, mm. tölkkejä, pahveja, muovikasseja ja pulloja. Lisäksi määritettiin myös muita roskia, kuten tupakantumppeja, tulitikkuja ja sanomalehtiä sekä saastuttavia aineita, joihin sisältyi jätevesiä, öljyä ja tervaa.

## Roskien syyt ja seuraukset

Lähes jokainen meistä muistaa tapauksen, jolloin toimintamme aiheutti roskaantumista. Se tapa, miten käyttäydymme eri ympäristöissä, määrää tuotetun roskatyyppin ja roskien sijaintipaikan.

Esimerkiksi rannoilta löydetty roska on peräisin monesta lähteestä. Rannoilla piknikillä olevat lomailijat tuovat mukanaan paljon kertakäyttötuotteita, kuten

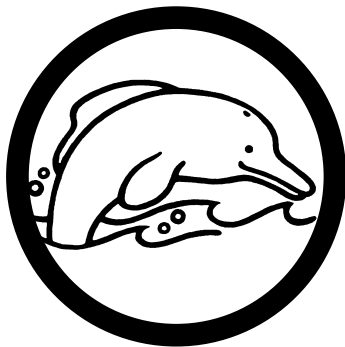
sanomalehtiä, ruokapakkauksia, juomia ja tupakkaa. Kun nämä esineet viedään takaisin kotiin käytön jälkeen tai laitetaan roskakoriin, vältetään turha roskaantuminen. Ihmiset eivät kuitenkaan usein toimi näin vastuullisesti ja tähän on

ehkä syynä se, että roskakoreja ei ole riittävästi.

Vastuuttomasti käyttäytyvät yksityishenkilöt eivät kuitenkaan tuota kaikkea kyseisellä paikkakunnalla olevaa roskaa. Jopa asumattomiin saariin kerääntyy roskia merivirtojen rannoille kuljettamien esineiden takia,

koska merivirrat eivät tunne kansallisia rajoja. Roska voi olla peräisin muilta rannoilta tai siitä, että mereen on satunnaisesti heitetty ruokapakkauksia ja pulloja sisältäviä roskia, vaikka tämä onkin laitonta.

Vaikka jotkut roskat hajoavatkin ajan kuluessa, paljon roskaa jää jäljelle, jollei niitä kerätä pois. Sen lisäksi, että roskaa on vastenmielistä katsella ja ne pilaavat ympäristöämme, ne voivat myös:



### \* tappaa tai vahingoittaa eläimiä

esimerkiksi huolimattomasti hävitetty harmiton muovipussi voi merikilpikonnalle näyttää syötävältä meduusalta, mutta syötynä muovipussi voi olla tappava. Kalastajien poisheittämät vialliset kalaverkot voivat olla kuolemanloukku delfiineille, jotka saattavat kuristua ja hukkua.

### \* aiheuttaa kalliita siivoukustalukkuja

esimerkiksi Helsingissä sijaitsevan Korkeasaaren eläintarhan vuotuiset roskakustannukset ovat 75 000 - 85 000 mk. Kustannukset olivat aikaisemmin vielä suuremmat, ennen kuin eläintarha aloitti kompostoinnin.

### \* vahingoittaa ihmisiä

esimerkiksi ruostuneita tölkkejä ja lasinsirpaleita voi olla piilossa hiekassa tai aluskasvillisuudessa, ja ne voivat aiheuttaa pahoja loukkaantumisia, kun ihmiset vahingossa astuvat niiden päälle.

### \* olla terveysriski

hyönteiset ja madot kerääntyvät usein poisheitettyjen ruokakääreiden ja saniteettitarvikkeiden ympärille, ja voivat levittää sairauksia.



## Miten roskaongelma

## voidaan ratkaista?

Yhteiskunta vastaa roskista ja kaikkialla Euroopassa on säädetty lakeja, joiden nojalla paikallisviranomaiset voivat nostaa kanteen järjestöjä tai yksityishenkilöitä vastaan, jotka rikkovat roskienkäsittelyä koskevia lakeja. Paikallisviranomaiset rohkaisevat myös yksityishenkilöitä huolehtimaan alueestaan, hankkimaan roska-astioita ja järjestämään roskienkeräystä. On huomattavasti halvempaa huolehtia vastuullisesti säilytetyistä roskista kuin kerätä niitä kaduilta, maaseudulta ja mereltä.

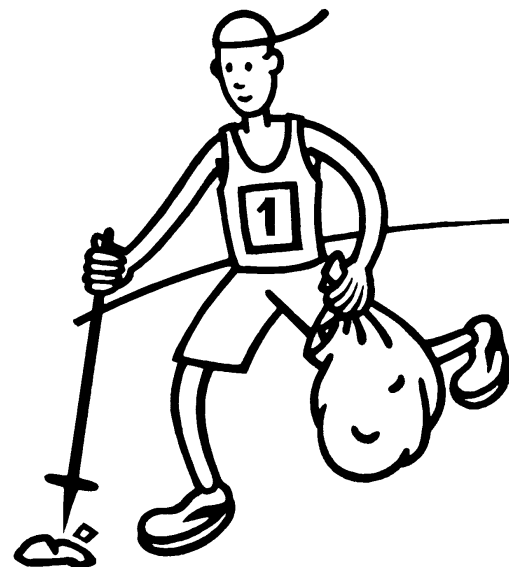
## TEHTÄVÄ 3

Ota selville, mitä suunnitelmia on laadittu omassa maassasi, kuka niistä on vastuussa ja miten ne toimivat.

## TEHTÄVÄ 2

Tarkastele eri ympäristöistä - maaseudulta, kaupungista, rannikolta - löydettyjä roskatyyppejä:

- ▲ Kuka vastaa roskista eri ympäristössä?
- ▲ Onko roskamäärä mielestäsi lisääntynyt viime vuosina?
- ▲ Tarkastele jokaista ympäristöä vuorollaan, mihin toimenpiteisiin voitaisiin ryhtyä roskien vähentämiseksi?
- ▲ Määrittele, mikä roska voi olla biologisesti hajoavaa, onko mielestäsi biologisesti hajoava roska ratkaisu ympäristömme suojelemiseksi vai kannustaako se ihmisiä roskaamaan enemmän?
- ▲ Pohdi eri ympäristöistä löydettyjen roskatyyppeiden vaikutuksia.



Kaikkialla Euroopassa on kehitetty kampanjoita, jotta ihmiset saisivat enemmän tietoa roskista. Suunnitelmat vaihtelevat koulujen, urheilukerhojen ja vapaaehtoisjärjestöjen vuosittaisista värväämisistä jätteiden poistamiseksi tiensivuilta Internetissä levitettäviin tiedotuskampanjoihin.



## Miten voit itse auttaa?

Onko omatuntosi täysin puhdas?  
Milloin viimeksi heitit  
karamellipaperin, purukumin tai  
juomatölkin muualle kuin roskakoriin?  
Kun nyt tiedät vähän enemmän

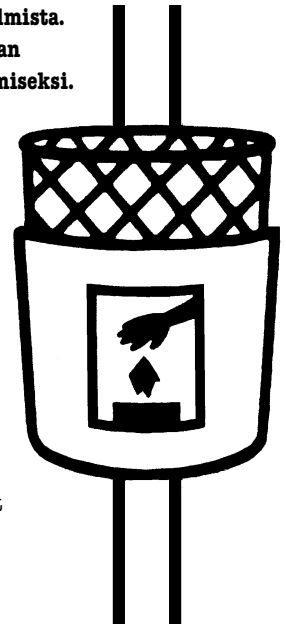


## TEHTÄVÄ 4

**Keskustele luokan kanssa paikkakuntasi roskaongelmista. Pohdi syitä ja seurauksia. Valitse yksi roskaongelman näkökohta ja laadi suunnitelma ongelman ratkaisemiseksi. Voit esimerkiksi järjestää roskien tiedotuskampanjan koulussasi tai kannustaa paikallisviranomaisia sijoittamaan lisää roskakoreja tietyille paikoille.**

**Varmista, että suunnitelmasi sisältää seuraavat kohdat:**

- ▲ Kehen sinun on otettava yhteyttä?
- ▲ Mitkä järjestöt / viranomaiset voivat auttaa tai neuvoa sinua?
- ▲ Minkä järjestöjen puoleen sinun on käännyttävä?
- ▲ Miten suunnitelma voidaan toteuttaa käytännössä?
- ▲ Miten voit arvioida sen edistymistä?
- ▲ Miten ja milloin voit arvioida sen onnistumista tai epäonnistumista?



toimintasi seurauksista, toimitisiko eri tavalla, ennen kuin edistät roskaongelmaa?

Vaikka roskienkeräyksen järjestäminen onkin tärkeää, on se

vain osa ratkaisua. Loppujen lopuksi kyse on siitä, että meidän kaikkien on muutettava käyttäytymistämme, jotta jonain päivänä roskat eivät olisi enää ongelma.

# Elämän Vesi



**Elämme sinisellä planeetalla, jonka pinta-alasta 2/3 on veden peitossa. Kuitenkin suurin osa vedestä on liian suolaista muuhun kuin purjehtimiseen.**

## Ongelmanratkaisu

Vain 3,5 % maailman vedestä on juomakelpoista, ja siitäkin suurin osa jäätyneenä. Vaivainen 0,01 % - yksi pisara sangossa - soveltuu suoraan juotavaksi: virtojen, jokien, järvien ja pohjavesistöjen vedet.

Vuosina 1950 -1990 maailman vedentarve kolminkertaistui ja tarve vain kasvaa. Mikäli vedenkysyntä pysyy nykyisellä tasollaan, ylittää se tarjonnan 30 vuodessa. Konkreettisesti sanottuna: taivaalta sataa liian vähän vettä.



Tarvitsemme kuitenkin lisää vettä nyt. Yhdistyneet Kansakunnat on julistanut veden ihmisoikeudeksi: jokaiselle ihmiselle tulisi turvata veden riittävä saanti edullisesti. Valitettavasti miljardilla ihmisellä ei ole mahdollisuutta puhtaaseen veteen ja kaksi miljardia kärsii likaisen veden aiheuttamasta huonosta hygieniasta.

Joka päivä 10 000 lasta kuolee koleraan ja muihin likaisesta vedestä johtuviin sairauksiin. 80 prosenttia kaikista taudeista ja 1/3 kehitysmaiden kuolemista aiheutuu saastuneesta vedestä. Bilhartsia, lavantauti, salmonella, E-koli, hepatiitti - kaikki potentiaalisia surmaajia. Ne esiintyvät usein virroissa ja joissa, joista kehitysmaiden vesi joudutaan ottamaan.

Puhdasta vettä käytetään monipuolisesti. Viljelijät käyttävät vettä pelloilla. Vettä käytetään ruoanlaitossa ja pesemisessä. Afrikassa lapset ja naiset voivat käyttää kolme tuntia päivässä vedenhakuun kävellen.

Vedensaanti on ongelma myös Euroopassa. Keskimäärin jokainen Euroopan unionin kansalainen käyttää vuodessa 3 000 kuutiota vettä! Joissain osissa Euroopassa vedestä on pula. Esimerkiksi Etelä-Ranskassa ajoittaiset kuivuudet ovat vakava ympäristöllinen, sosiaalinen ja taloudellinen ongelma. Vanhentuneet vesijärjestelmät aiheuttavat putkien rikkoutumisia ja veden hävikkiä.

Vesivarastojen pieneneminen liittyy ilmaston muutoksiin. Ennusteiden mukaan ilmasto lämpenee tämän

## TEHTÄVÄ 1

- 1** Paljonko vettä käytät päivässä? Mieti omaa vedenkäyttöäsi ja sitä, miten voisit käyttää vettä nykyistä tehokkaammin.
- 2** Nimeä kolme Euroopan maata, joiden uskot kärsivät vesipulasta kesäisin.
- 3** Osaatko nimetä Euroopan kaupungin, jossa käytetään suolasta poistettua merivettä lähes puoleen käytetystä juomavedestä?

vuosisadan loppuun mennessä. 1,4 - 5,8 °C:n verran. Ennustettavissa on lisää tulvia ja myrskyjä, mutta myös kuivumisia ja lämpöaalloja, jotka suoraan vaikuttavat viljaan, vesivarastoihin ja siten myös terveyteen.

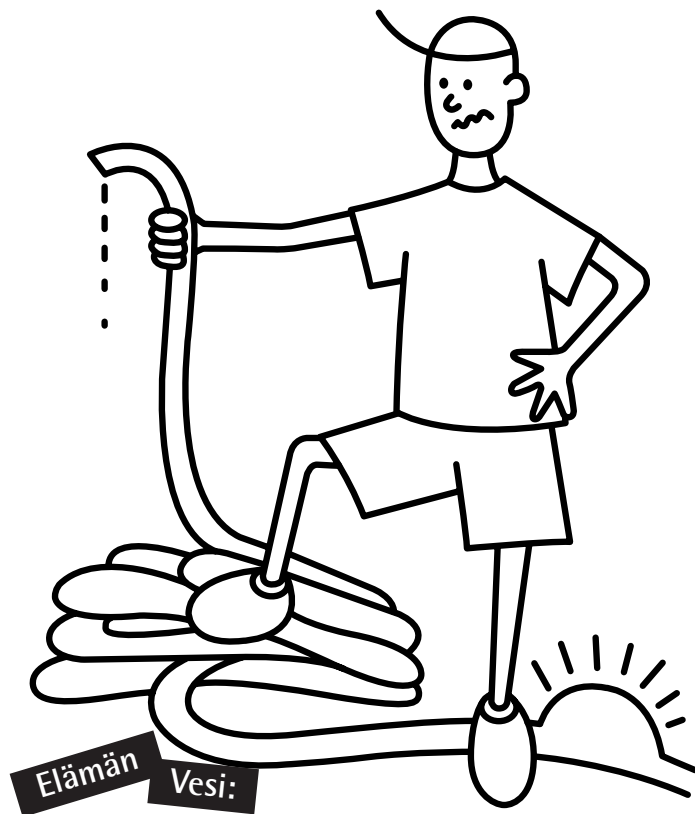
Meidän tulee oppia käyttämään vettä huolellisemmin ja tehokkaammin. Meidän tulee oppia käyttäytymään vastuullisemmin saadaksemme avun sitä tarvitseville ja samaan aikaan suojella tulevia sukupolvia: tätä on kestävä kehitys. Kestävä kehitys nostettiin vahvasti esille Etelä-Afrikan Johannesburgissa kesällä 2002 pidetyssä World Summit on Sustainable Development -kokouksessa. Siellä maailman johtajat keskustelivat ympäristön suojelusta ja siitä, miten köyhyyttä vastaan voidaan taistella.

Puhtaan veden niukkuus ja sen väärinkäyttö nostettiin kokouksessa tärkeimmiksi kestävä kehityksen uhkatekijöiksi. Kokouksen tuloksena kaikki hallitusten johtajat sitoutuivat ponnistelemaan niin että puhtaan veden käytön ulkopuolelle jäävien ihmisten määrä puolittuisi vuoteen 2015 mennessä.

Vettä voidaan toimittaa kuluttajille eri tavoin. Muoveilla on elintärkeä osuus veden säilyttämisessä ja jakelussa taloudellisesti ja luotettavasti. Monissa maissa, joissa vesivarat ovat niukkoja, veden säilytys- ja kastelujärjestelmät ovat välttämättömiä. Näihin muovit ovat haluttuja materiaaleja, koska ne ovat kustannustehokkaita, helppoja kuljettaa ja asentaa, joustavia ja kestäviä.

*"Kaikki ihmiset, ovat heidän sosiaaliset tai taloudelliset olosuhteensa mitkä tahansa, ovat oikeutettuja nauttimaan puhtaasta vedestä."*

Lähde: YK-konferenssi, Mar del Plata, 1977



## Puhtaan veden säilyttäminen ja jakelu

Saastunut vesi, huono jätteenkäsittely ja huono vedenhallinta aiheuttavat vakavia terveysongelmia. Malarian ja koleran kaltaiset, veteen liittyvät sairaudet tappavat miljoonia ihmisiä joka vuosi. Ihannemaailmassa paras vaihtoehto olisi estää vesivarojen saastuminen. Mutta viemäröinti on kallista eivätkä edes Euroopan jokien vedet ole juomakelpoisia – ainakaan vielä!

Puhtaan veden ääreen pääsee muutenkin. Kaukaisilla vuoristoalueilla, kuten Nepalissa, vedestä ei ole pulaa. Mutta huono hygienia ja viemäröinnin huono laatu voivat vakavasti saastuttaa virran tai joen. Yksi ratkaisu on johtaa puhdas vesi putkia pitkin virran

**WaterAid** auttoi 7 miljoonaa ihmistä helpottamaan vedensaantiaan kehitysmaissa. Tähän osaltaan autoivat muoviputket

yläjuoksulta. Tähän tarkoitukseen on muoviputki ihanteellinen. Se on kevyt, mukautuva, helppo kantaa mutta asennettuja luja.

Muovien avulla myös puhdistetaan vettä ja eristetään sairauksia aiheuttavia bakteereita ja loisia. Yksinkertainen nailonsuodatin on lähestulkoon hävittänyt sukupuuttoon Guinean matosairauden, joka rampauttaa uhrinsa.

Mato läpäisee ruoansulatuskanavan ja etenee sitten kaikkialle kehoon porautuen iholle. Kun tartunnan saanut menee veteen, mato vapauttaa itsestään miljoonia toukkia. Ihmiset jotka juovat vettä saavat tartunnan – ja kierros alkaa uudestaan.

Lääke tartunnan ehkäisemiseen on suodattaa loiset vedestä. Ennen suodatus tapahtui tukevalla lakanakankaalla, mutta erityisellä ailonaineella vaate on helpompi ja halvempi desinfioida. Näin suodattamalla tartunnat on saatu vähenemään 95 prosenttia.

**Veden käyttö** (joet, vesisäiliöt, kanavat yms.) Euroopassa:

**18%** – yleinen vesihuolto

**30%** – maatalous (lähinnä keinokastelu)

**14%** – teollisuus, pois lukien jäähdytysvesi

**38%** – voima (vesivoima, jäähdytysvesi) ja ei-määritellyt tarkoitukset

## TEHTÄVÄ 2

**1** Mistä vesi kannattaa johtaa putkiin? Yläjuoksulta? Syvästä vesialtaasta? Kylän yläpuolella olevasta lähteestä? Perustele.

**2** Saastunut vesi voi sisältää bakteereja, viruksia ja loisia. Keksi esimerkki kullekin saastumismuodolle.

**3** Guinean mato on loinen. Mikä on loinen? Mitkä seuraavista ovat loisia: kärpänen, kirppu, rotta, hilse, lapamato, salmonella

**4** Suojaako suodattaminen vettä bakteereilta ja viruksilta? Perustele.

## Veden säilyttäminen ja keinokastelu

### Veden säilyttäminen

Monissa maissa veden hävikki on yhä liian suuri.

Ennen, perinteisempien materiaalien aikakaudella, putkiin tuli halkeamia ja ne alkoivat vuotaa. Joissakin Euroopan maissa vanhat putket vuotivat jopa 30 prosenttia vedestä. Hävikit aiheuttivat arviolta 9 miljardin euron vuosittaiset kustannukset.

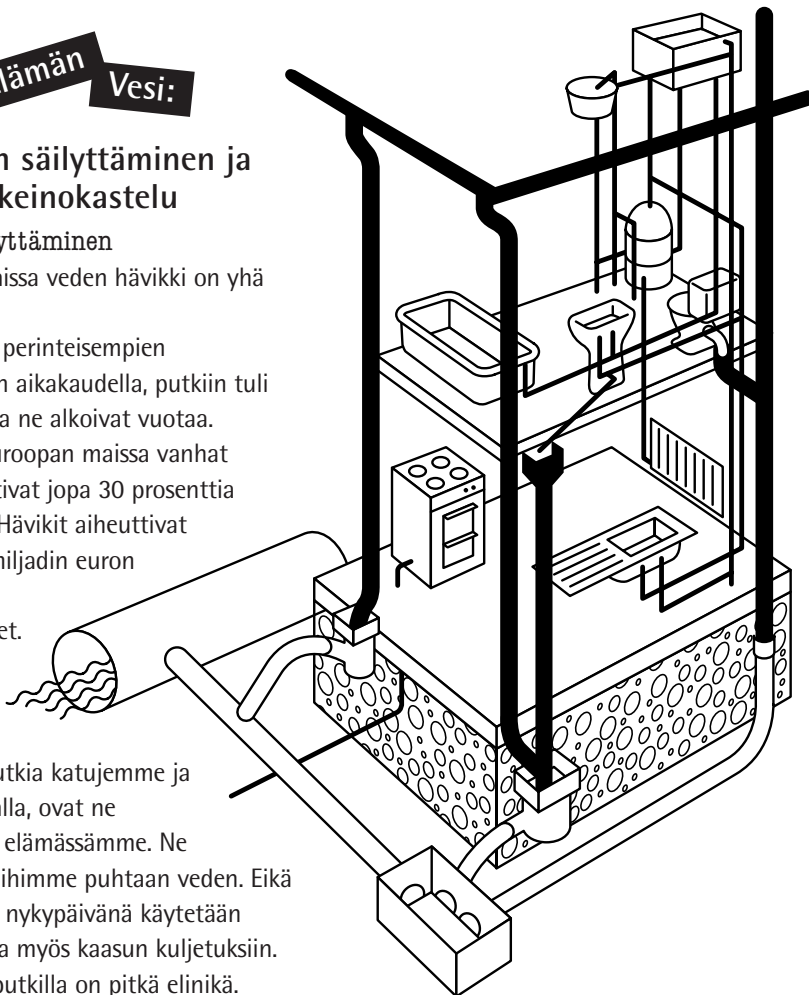
Vaikka emme näekään muovisia putkia katujemme ja kotiemme alla, ovat ne elintärkeitä elämässämme. Ne tuovat koteihimme puhtaan veden. Eikä siinä kaikki, nykypäivänä käytetään muoviputkia myös kaasun kuljetuksiin.

Muoviputkilla on pitkä elinikä. Ne ovat myös joustavia ja muokattavia, minkä vuoksi ne kestävät vaikeitakin luonnonoloja, ovat helppoja tuottaa ja asentaa. Ne ovat uskomattoman vahvoja, minkä vuoksi niitä voidaan käyttää kaikkien vaativimmissa olosuhteissa, joissa vedenkuljetus on turvattava. Muovit ovat kevyitä ja massatuotantoina edullisia, minkä vuoksi muoveja käytetään laajasti esimerkiksi kehitysmaissa.

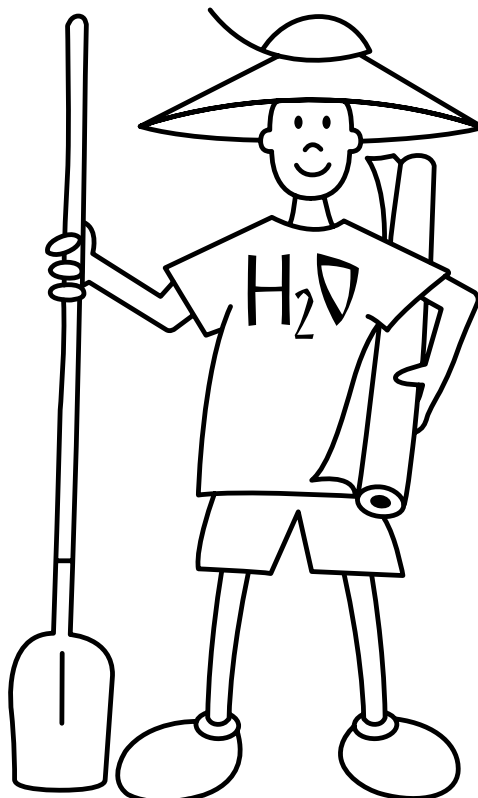
### Keinokastelu

Maatalous tarvitsee vettä eikä sadevettä saada välttämättä silloin kun viljelmät sitä tarvitsevat. Tällöin on turvaututtava keinokasteluun. Keinokastelujärjestelmiä käytetään suuntaamaan vesi viljelmille joesta, padosta tai porasta. Ensimmäistä kertaa keinokastelua käytettiin todennäköisesti Niilillä tuhansia vuosia sitten, tällöin vinttikaivona tunnettua astian ja vivun yhdistelmää.

Nykyään maatalous on maailmanlaajuisesti suurin vedenkuluttaja. 70-80 prosenttia kerätystä vedestä käytetään peltojen keinokasteluun. Keinokastelun



perinteiset menetelmät ovat kuitenkin vettä tuhlaavia. Arvion mukaan ainoastaan 40 prosenttia keinokasteluun käytettävästä vedestä menee sinne missä sitä eniten tarvitaan.



Yksi selitys hävikkiin on vuotavat astiat. Vuotamista voidaan vähentää ohjaamalla vesi hitaasti muoviputkien läpi maaperään. Perinteiset kastelulaitteet jakavat suunnattomat määrät vettä ilmakehään haihtumaan. Sitä vastoin ns. mikroemitterit ohjaavat veden hitaasti ja kohdennetusti maaperään ja kasvien juuriin. Tämän arvioidaan säästävän peräti 70 prosenttia vettä.

Mikroemittereitä käytetään Kaliforniassa, Israelissa, Espanjassa ja Etelä-Afrikassa – missä veden saanti on niukkaa ja kallista. Kehitysmaissa käytetään usein halvempia, astioihin ja pintaputkiin perustuvia menetelmiä.

Jopa 75 vuotta vanhoja putkia on kaivettu esille ja ne ovat osoittautuneet olevan hyväkuntoisia. Muovisia kalvoja voidaan myös käyttää vähentämään vesihävikkiä maaperään. Kiinassa maanviljelijät käyttävät muoviputkia kouruina, joihin riisi istutetaan. Kalvojen käyttöikä on noin viisi vuotta, ja niitä käytetään laajasti esimerkiksi Mongoliassa ja Badain Jaran autiomaassa.

## TEHTÄVÄ 3

- 1 Muovit ovat kimmoisia ja muovattavia. Mieti, miksi juuri nämä ominaisuudet ovat tärkeitä muoviputkissa. Keksi esimerkki materiaalista, jolla on huono kimmoisuus.
- 2 Keksi esimerkki eurooppalaisesta kasvista jonka kasvattaminen edellyttää keinokastelua.
- 3 Kokonaishaihdunnalla tarkoitetaan vesihävikkiä maaperästä ja kasvillisuudesta. Miten kasvit ja puut menettävät vettä? Milloin kokonaishaihdunta on suurinta?
- 4 Maatiloilla saatetaan käyttää muovia maankatteena. Miksi?
- 5 Mieti, miksi niin harvoin rakennettaessa kiinnitetään huomiota vedensäilytykseen. Miten tätä voisi muuttaa?

Muovikalvoisia kouruja käytetään myös pitämään ravinneaineet maaperässä.

Maanviljelijät ovat käyttäneet muovikalvoja kasvihuoneiden rakentamisessa jo vuosia. Kuitenkin vasta uusin teknologia mahdollistaa kohdennetun ja helposti valvottavan kastelumenetelmän, jossa kukin kasvi saa juuri oikean annoksen valoa, vettä ja ravinteita – ilman karpäsiä ja kuoriaisia.

Teknologia ja muovit tarjoavat ratkaisuja vesihävikkien vähentämiseksi maataloudessa.

## Innovatiivisia ratkaisuja

Ratkaisuja puhtaan veden hankintaan keksitään jatkuvasti lisää. Tässä kehitystyössä muoveilla on tärkeä osa.

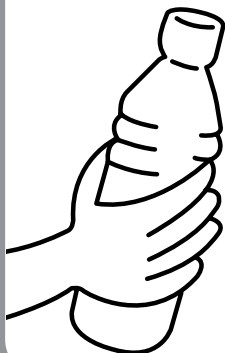
Esimerkkinä tulevaisuuden ratkaisuista voi mainita aurinkoenergialla toimivan vedentislaamon, jonka toiminta perustuu haihduttamiseen ja tiivistymiseen.

Kenno asetetaan vesilähteen yläpuolelle – jopa kellumaan pinnalle – ja putken kautta vesi valuu huokoiseen alustaan. Auringonvalo kuumentaa muovisen teltan sisuksen ja vesi höyrystyy ja puhdistuu.

### TEHTÄVÄ 4

- 1 Tee oma aurinkokenno.** Tee noin 50cm syvä ja 100 cm leveä kuoppa. Aseta muoviasia kuopan keskelle ja peitä koko kuoppa muovipeitteellä. Aseta peitteen keskelle kevyt paino ja pidä sitä päivä ja yö. Katso aamulla, paljonko vettä on kertynyt astiaan.
- 2 Mieti veden käyttöä nykyaikaisessa kodissa.** Kuinka kodin veden kulutusta voitaisiin vähentää? Tee lista.

Yksi vastaus huonon vesitarjonnan ja huonon hygienian aiheuttamiin ongelmiin on ollut pulloitettu vesi. Tämä asettaa paineita etenkin juomatuoteteollisuudelle pakkauksia valmistavalle muovituoteteollisuudelle. Miten yhdistää turvallisuus, hygienia, käyttömukavuus ja helppo kuljetettavuus? On hyviä syitä, miksi juomat nykyisin pakataan muovipulloihin:



- **kevyitä mutta vahvoja (helppoja kuljettaa), turvallisempia kuin lasiset**
- **särkymättömiä**
- **kestävät kovaa painetta**
- **pysyvät puhtaina eivätkä vaikuta sisällön makuun**
- **kierrätettäviä**

Kostea ilma tiivistyy muoviseinien sisällä, ja puhdas vesietenee kanavaan. Keksinnön tekijöiden mukaan kyseisen innovaation varaan rakennetuilla järjestelmillä voitaisiin turvata kokonaisten kylien vedensaanti.

Kehittyneitä muovien ominaisuuksiin perustuvia teknologioita on käytetty ahkerasti avaruuden tutkimuksessa, mistä saattaa olla vielä suurta hyötyä vesiongelmien ratkaisussa.



Avaruusaluksissa käytetään pääasiassa muovisia hygieniatuotteita, koska ilman ja ruoan laadussa ei voida tinkiä.

Avaruussukkuloihin voidaan kantaa vain noin tuhat litraa vettä koska vesi on painavaa ja kuluttaa muutenkin niukkoja polttoainetarastoja. Avaruusmatkailussa edellytetään olemassaolevan veden uudelleenkäyttöä ja kierrätystä.

Tuloksena onkin kehitetty huippunykyaikaista veden puhdistamista, jossa hyödynnetään muovisia suodattimia. Näin mahdollistetaan 85-95 prosentin hyötykäyttö jätevedessä ja virtsassa. Suodatuksen jälkeen vesi höyrystetään ja käsitellään kemikaaleilla. Se on juomakelpoista 8-9 tuntia myöhemmin.

Vedenpuhdistuksen teknologioita kehitetään parhaillaan ja toiveissa on, että menetelmistä saadaan sekä tehokkaita että edullisia, jotta ne voidaan ottaa käyttöön siellä missä ongelmat ovat pahimpia.

Muoviset materiaalit ovat tärkeässä osassa kehitettäessä ratkaisuja veden saantiin, säilytykseen ja kuljetukseen.

**“Innovatiiviset ratkaisut kuten muovit ovat usein tarjonneet ratkaisun avaruuslentojen ongelmiin ja haasteisiin. Nyt samat teknologiat auttavat kohtaamaan koko maailman ongelmia”,** Pierre Brisson, Euroopan Avaruusjärjestö ESAN johtaja