

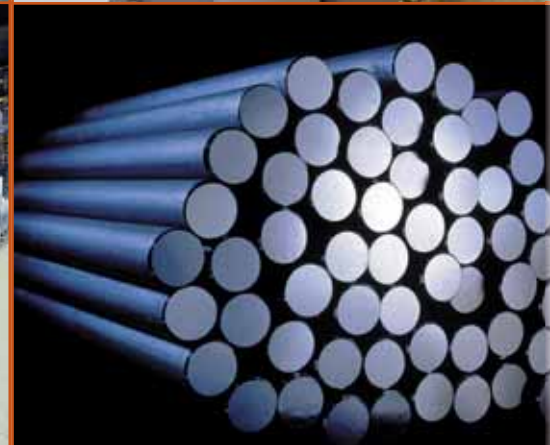


**Materiaalit ympärillämme:**

# Paperi, metalli ja muovi



Jari Lavonen, Anni Loukomies,  
Veijo Meisalo, Annika Ampuja,  
Kalle Juuti, Jarkko Lampiselkä ja  
Jan Jansson



Kannen kuvat: Huhtamäki Oyj, Oy Orthex Ab, M-Real image bank,  
Rautaruukki Oyj, Oy Ovako Ab, Kemira Oyj, Metso Paper Oy

ISBN 978-952-10-3869-3

© Jari Lavonen, Anni Loukomies, Veijo Meisalo, Annika Ampuja, Kalle  
Juuti, Jarkko Lampiselkä, Jan Jansson ja MaterialsScience -hanke (SAS6-  
CT-2006-042942)

Sinulla on vapaus kopioida, levittää, näyttää ja esittää teosta seuraavilla  
ehdoilla: teoksen tekijä on ilmoitettava, teosta ei saa muuttaa, muunnella tai  
käyttää toisen teoksen pohjana.



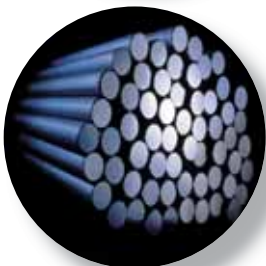
<b>1 Aineet ja materiaalit . . . . .</b>	<b>4</b>
Raaka-aineesta materiaalia – materiaalista tuotteita . . . . .	5
Aineiden ja materiaalien ominaisuudet . . . . .	5
Aineiden ja materiaalien olomuodot ja mallit . . . . .	6



<b>2 Puu ja paperi materiaaleina . . . . .</b>	<b>12</b>
Paperin ominaisuuksia. . . . .	12
Paperin rakenne. . . . .	13
Paperin valmistaminen ja kierrätys . . . . .	14



<b>3 Muovi materiaalina . . . . .</b>	<b>18</b>
Muovien ominaisuuksia . . . . .	18
Muovien rakenne . . . . .	19
Kestomuovit . . . . .	20
Kertamuovit . . . . .	21
Muoviesineiden valmistus ja kierrätys . . . . .	21



<b>4 Metallimateriaalina . . . . .</b>	<b>24</b>
Metallien ominaisuuksia. . . . .	24
Metallien rakenne. . . . .	26
Metallien valmistus ja kierrätys . . . . .	26



<b>5 Materiaalien ominaisuuksien tutkiminen . . . . .</b>	<b>30</b>
1. Pudotuskoe . . . . .	31
2. Sähkön johtavuus . . . . .	32
3. Repäisy . . . . .	33
4. Lämmön johtuminen . . . . .	34
5. Taivuttelu . . . . .	35



<b>6 Opintokäynti teollisuuteen . . . . .</b>	<b>36</b>
Opintokäynnin suunnittelu. . . . .	36
Ryhmätöitä opintokäynnille . . . . .	38

<b>7 Kokonaiskuva materiaaleista ympärillämme . . . . .</b>	<b>44</b>
---	-----------

# 1 Aineet ja materiaalit



MARIMEKKO OY



Puuvilla on kangas-  
materiaalin raaka-aine ja  
laukku kankaasta tehtävä  
tuote.



Vesi on kirkasta ja hajutonta  
ainetta.

Aineita ovat esimerkiksi puu, rauta ja muovi. Aineilla on ominaisuuksia, kuten väri, haju, joustavuus ja pinnan kiilto. Nämä ominaisuudet voi havaita katsomalla, haistamalla tai koskettamalla. Tiheys ja sulamispiste ovat ominaisuuksia, joiden tutkimiseen tarvitaan mittalaitteita.

**Aineilla on ominaisuuksia.**

**Ominaisuudet saadaan selville tekemällä havaintoja tai tutkimuksia.**

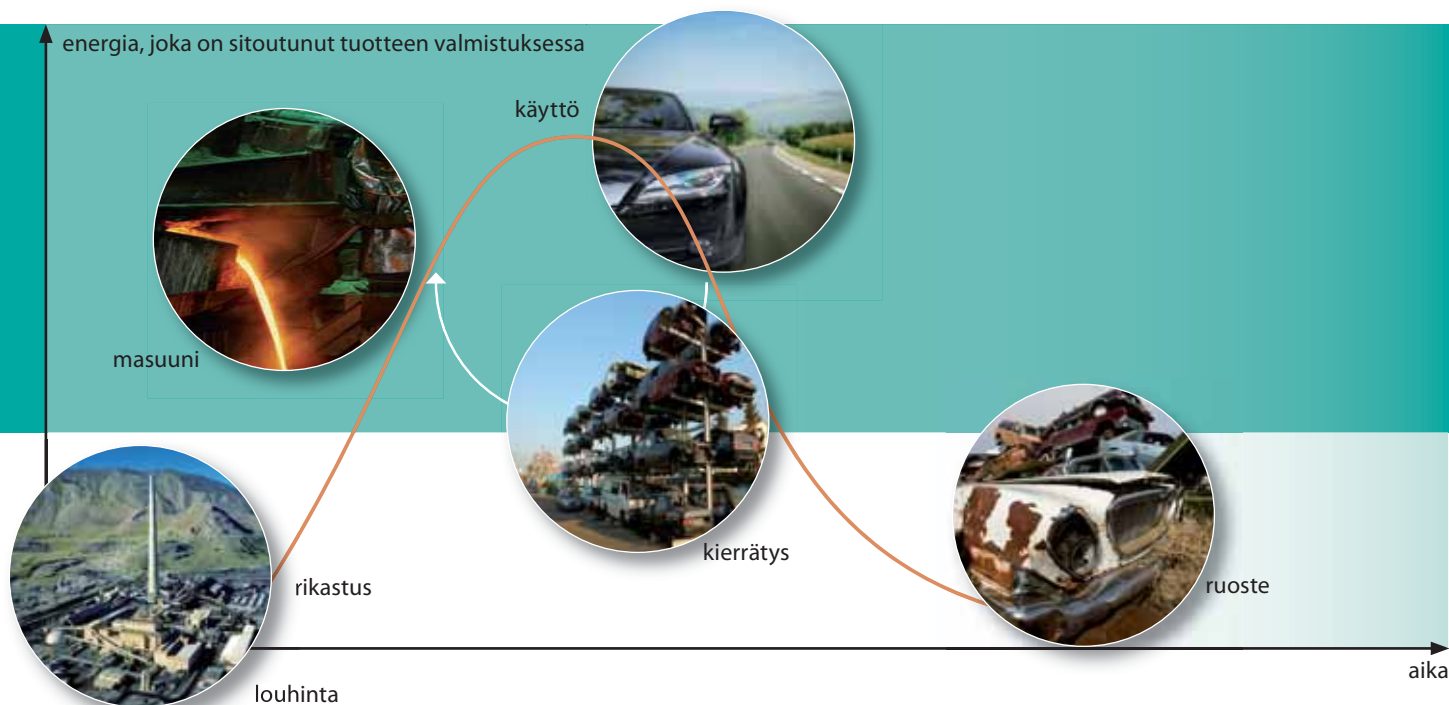
Raaka-aine on ainetta, jota hankitaan maa- tai kallioperästä, kuten rautamalmi tai vesi. Raaka-ainetta, kuten puuvillaa tai sokeriruokoa, voidaan myös kasvattaa.

Materiaalit ovat aineita, joita valmistetaan raaka-aineista. Materiaaleja käytetään esineiden tai laitteiden valmistamiseen. Esimerkiksi puu on ainetta. Puu on myös materiaalia, josta voidaan valmistaa pöytä. Kaikki aineet eivät ole materiaaleja. Esimerkiksi ilma on ainetta, mutta sitä ei pidetä materiaalina. Vesi sen sijaan on materiaalia, josta valmistetaan pullotettua vettä lisäämällä veteen kemikaaleja ja pullottamalla se.

**Raaka-ainetta saadaan maa- tai kallioperästä tai sitä kasvatetaan.**

**Materiaali on ainetta, jota valmistetaan raaka-aineesta.**

**Materiaalista valmistetaan esineitä.**



## RAUTAMALMIN JALOSTUS TERÄKSEKSI JA EDELLEEN TUOTTEEKSI SEKÄ KÄYTETYN TUOTTEEN KIIERRÄTYS

### Raaka-aineesta materiaalia – materiaalista tuotteita

Puuvilla on raaka-aine, jota saadaan puuvilla-kasvista. Puuvillasta kehrätään lankaa ja langasta valmistetaan kangasta. Kangas on materiaali, joka on joustavaa ja siitä voidaan valmistaa ompelemalla vaatteita.

Raudan valmistus on monivaiheinen prosessi. Raudan raaka-aine, rautamalmi, louhitaan kallioperästä. Rautamalmita valmistetaan masuunissa raakarautaa. Raakarauta on teräksen valmistusmateriaali. Teräksestä voidaan valmistaa esimerkiksi autoja.

Tuotteita valmistettaessa raaka-aineita hankitaan, kuljetetaan, käsitellään ja muokataan. Tuotteen valmistamiseen tarvitaan siis raaka-aineita ja energiaa.

Jos tuote jätetään luontoon tai heitetään roskiin, kun sitä ei enää käytetä, suuri määrä energiaa menee hukkaan. Siksi käytöstä poistuvia tuotteita on kierrätettävä. Käytetty tuote on uusien tuotteiden raaka-aine.

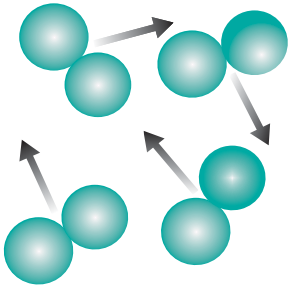
### Aineiden ja materiaalien ominaisuudet

Materiaalit voidaan tunnistaa niiden ominaisuuksien avulla. Rauta ja paperi ovat kiinteitä aineita. Niillä on siis yhteisiä ominaisuuksia. Rauta on harmaata, sitkeää ja taottavaa ja sen pinta kiiltää. Paperi on kovaa, mutta haurasta. Kaikki osaavat erottaa raudan ja paperin toisistaan niiden erilaisten ominaisuuksien avulla.

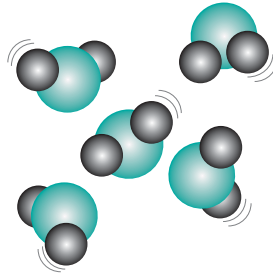
Aineiden ja materiaalien fysikaalisia ominaisuuksia ovat mm. väri, lujuus, tiheys ja sähkönjohtokyky. Nämä ominaisuudet voidaan päätellä havaitsemalla ainetta tai tekemällä kokeita rikkomatta ainetta.

Aineen tai materiaalin kemiallisia ominaisuuksia ovat mm. syttymisherkkyys, reaktio hapen kanssa, syöpyminen ja liukeneminen. Kemiallisten ominaisuuksien selvittäminen edellyttää kokeita aineella. Kokeissa aine muuttuu toiseksi aineiksi. Esimerkiksi, kun aineen syttymisherkkyyttä selvitetään, aine voi syttyä palamaan ja reagoi siis hapen kanssa.

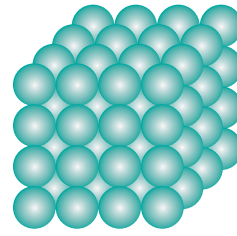
Aineilla ja materiaaleilla on fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia.



Happikaasun rakenneosa on happimolekyyli.



Veden rakenneosa on vesimolekyyli.



Kiteisissä aineissa rakenneosat ovat hyvässä järjestyksessä.

## Aineiden ja materiaalien olomuodot ja mallit

Aine esiintyy kolmessa olomuodossa: kaasuna, nesteenä ja kiinteänä. Kiinteällä esineellä on tietty muoto ja tilavuus. Nesteellä on myös tietty tilavuus, mutta se asettuu astian muotoon. Nesteet ovat herkkäliikkeitä. Kaasu täyttää aina koko säilytysastian. Jos astiassa ei ole kantta, kaasu kulkeutuu ulos astiasta. Kiinteät materiaalit voivat olla amorfisia tai kiteisiä. Amorfiset materiaalit, kuten asfaltti tai lasi, ovat itse asiassa hyvin hitaasti liikkuvia nesteitä.

Kiteisten aineiden muuttuminen nesteeksi tapahtuu sulamispisteessä. Amorfisilla aineilla ei ole sulamispistettä. Esimerkiksi lasi pehmenee vähitellen lasimuutoslämpötilansa jälkeen, eikä siitä voi sanoa tarkasti, missä olomuodossa se on. Neste muuttuu kaasuksi haihtumalla ja kiehumalla. Kiehumisen tapahtuu kiehumispisteessä.

**Aine ja materiaalit voivat esiintyä kiinteässä, nestemäisessä tai kaasumaisessa olomuodossa.**









Aineen ja materiaalin rakennetta voidaan kuvata rakenneosilla. Rakenneosia voivat olla atomi, ioni tai molekyyli. Käsite, jonka mukaan aine koostuu atomeista, on hyvin vanha. Molekyyli on kahden tai useamman atomin muodostama ryhmä. Molekyyli on muovin ja paperin rakenneosa. Ioni on sähköisesti varautunut atomi tai molekyyli. Metallit muodostuvat positiivisista ioneista.

**Atomi, ioni ja molekyyli ovat aineen rakenneosia**

Kiteisten materiaalien rakenneosat ovat ”järjestyksessä”, rakenne toistuu samanlaisena läpi materiaalin. Rakenneosien välillä on voimakas vuorovaikutus. Kun aine sulaa, sen rakenneosat pääsevät liikkumaan vapaammin. Rakenneosat ovat kuitenkin lähellä toisiaan, sillä niiden välillä on sähköinen vuorovaikutus. Aineen kiehuessa se muuttuu kaasumaiseksi, jolloin sen rakenneosien välillä ei ole juurikaan vuorovaikutusta. Rakenneosat voivat olla hyvinkin etäällä toisistaan ja ne täyttävät hetkessä tasaisesti esimerkiksi huoneen koko tilavuuden.



ESIMERKKEJÄ RAAKA-AINEISTA, MATERIAALEISTA JA TUOTTEISTA

Raaka-aine	Olomuoto	Ominaisuudet	Tuote	Olomuoto	Ominaisuudet
sokeriruoko	kiinteä	 <p>elollista materiaalia, vihreää, pehmeää, taipuisaa, kemiallisesti passiivinen, seos</p>	sokerikide	kiinteä	 <p>valkoista, kovaa, kestävä, jossain määrin läpinäkyvää, kemiallisesti aktiivinen, puhdas aine</p>
öljy	neste	 <p>mustaa, juoksevaa hidasliikkeistä, tiheää, kemiallisesti aktiivinen, seos</p>	muovi	kiinteä	 <p>väritöntä, jotkut joustavia ja jotkut kovia, kemiallisesti passiivinen, lähes puhdasta ainetta.</p>
malmi	kiinteä	 <p>kiteinen, kova, kestävä, useita värejä ruskeasta vihreään, kemiallisesti passiivinen, seos</p>	teräs	kiinteä	 <p>harmaata, pinta kiiltää, tiheä, kova, taottava, lähes puhdasta ainetta</p>
puu	kiinteä	 <p>elollista materiaalia, ruskeaa, kovaa, kemiallisesti passiivinen, seos</p>	paperi	kiinteä	 <p>valkoista, kovuus vaihtelee, kestävä, kemiallisesti passiivista, lähes puhdasta ainetta</p>

Perehdyt tehtävien avulla materiaaleihin ja niiden ominaisuuksiin. Luokittelit kotona ja liikenteessä esineiden ja rakennusten valmistamisessa käytettäviä materiaaleja. Luokittelit materiaaleja ja niiden ominaisuuksia ensin havaintojen pohjalta.

1. Kuvassa on keittiössä käytettäviä esineitä, jotka on valmistettu eri materiaaleista.
  - Luokittele kuvan esineet mielekkäällä tavalla tai niiden keittiökäytön luonteen mukaan.
  - Nimeä luokat ja luokkiin kuuluvat esineet.
  - Nimeä materiaali, josta esineet on valmistettu. Mitä yhteisiä ominaisuuksia esineillä on?



Luokan nimi	Esineet, jotka kuuluvat luokkaan	Pääasiallinen materiaali	Esineiden (materiaalin) ominaisuuksia
<i>Paperiesineet</i>	<i>Leivinpaperi, paperimuki, jauhopussi, riisimuropaketti, munakenno</i>	<i>Paperi</i>	<i>Kevyt, sitkeä,</i>

- Kuinka monta luokkaa löysit? \_\_\_\_\_
- Millä perusteella luokittelit esineet?






---



---



2. Analysoi esineiden valmistamiseen käytettyjä materiaaleja esineen käyttötarkoituksen näkökulmasta. Miksi materiaali on valittu esineen valmistamiseen?

Esine	Materiaali ja materiaalivalinnan perustelu
	<i>Styrox</i> <hr/>
	<hr/>
	<hr/>
	<hr/>
	<hr/>

### 3. Muoviesineiden luokittelu

Tutki, ovatko kaikki muovit samanlaisia.

- Tarvitset tutkimukseen pienen palan erilaisia muovilaatuja. Leikkaa erilaisista muoviesineistä, kuten muovimuki, jogurttipikari, muovipussi, muovipullo ja muovifolio, tulitikun muotoisia suikaleita tutkimusta varten.
- Tarvitset tutkimuksessa lasin ja vettä sekä kynttilän. Polttokoe pitää tehdä ulkona tai vetokaapissa.



#### 3a. Kellumistesti

Jos muovisuikaleen tiheys on suurempi kuin veden tiheys, se uppoaa. Jos tiheys on pienempi kuin veden tiheys, muovisuikale kelluu.

Tutki kellumiskokeen avulla, onko kaikilla muoviesineillä sama tiheys. Aseta tutkittava esine veden pinnan alle. Luokittele muovisuikaleet sen mukaan, onko niiden tiheys suurempi vai pienempi kuin veden.



#### 3b. Taivutuskoee

Taivuta muovisuikaletta – ensin vähän ja sitten kaksinkerroin. Tarkkaile materiaalin haurautta tai sitkeyttä. Luokittele muovilaadut sen mukaan, kuinka hauraita tai sitkeitä ne ovat.

#### 3c. Polttokoe

Yritä sytyttää muovisuikale palamaan. Luokittele muovilaadut niiden palamisominaisuuden mukaan huonosti ja herkästi syttyviin muovilaatuihin.

Mitä samoja ominaisuuksia muoveilla (muovipikarimuovi, jogurttipikarimuovi, ...) on?

---

---

---

Mitä erilaisia ominaisuuksia muoveilla on?

---

---

---



4. Etsi internetistä, esimerkiksi Wikipediasta, tietoa muovilaatujen nimeämisestä ja ominaisuuksista. Täydennä taulukkoon viiden muovilaadun nimi, ominaisuudet ja yksi käyttökohde.

Muovilaatu	Ominaisuudet	Käyttökohde
<i>Polyeteeni (PE)</i>		

# 2 Puu ja paperi materiaaleina



© M-real image bank

Puu on kovaa materiaalia, joka koostuu selluloosakuiduista (50 %) ja ligniinistä (50 %). Ligniini pitää puun kuidut yhdessä. Yksi tärkeimmistä puusta valmistettavista materiaaleista on paperi. Paperi on ohut ja litteä kuiduista puristamalla valmistettu materiaali. Yleensä paperia valmistetaan puun kuiduista, mutta puuvillaa ja hampua voidaan myös käyttää sen valmistamiseen.

## Paperin ominaisuuksia

Paperi soveltuu graafiseen käyttöön, kuten kirjoittaminen, piirtäminen, kopiointi ja tulostaminen, hygieniaan, kuten WC- ja talouspaperi, ja pakkausmateriaaliksi. Paperista valmistettuja tuotteita ovat mm. sanomalehdet, kirjat, mehu- ja maitotölkit sekä keksi- ja makeiskääreet. Myös joitakin rakennusaineita, kuten tapetteja, valmistetaan vahvasta paperista. Setelit ja muut arvopaperit valmistetaan korkealaatuisesta paperista, johon voidaan käyttää puuvillaa tai lumpua.

Paperin ominaisuuksia voidaan kuvailla usealla eri tavalla. Sen ominaisuuksia ovat mm. hyvä vetolujuus ja huokoisuus. Vetolujuus tarkoittaa sitä, että paperia voi vetää ilman että se venyy tai murtuu. Muovikelmu venyy helpommin kuin monistuspaperi.

Kun paperia valmistetaan, sen ominaisuudet pyritään saamaan sellaisiksi, että se soveltuu mahdollisimman hyvin tietyn tuotteen valmistamiseen. Paperi-materiaalin ominaisuuksiin vaikuttavat mm. valmistusprosessi ja raaka-aine sekä täyte- ja pintakäsittelyaineet. Esimerkiksi kirjoituspaperi on ohutta ja taipuisaa kirjoittamisalustaksi soveltuvaa materiaalia.

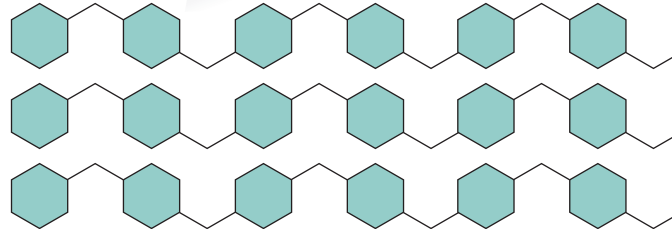
Paperi on puun kuiduista puristamalla valmistettu materiaali, joka on ohutta ja huokoista.



Paperi koostuu kuiduista, jotka koostuvat puolestaan selluloosamolekyyleistä.



paperin kuituja



kuitu koostuu selluloosa-molekyyleistä

## Paperin rakenne

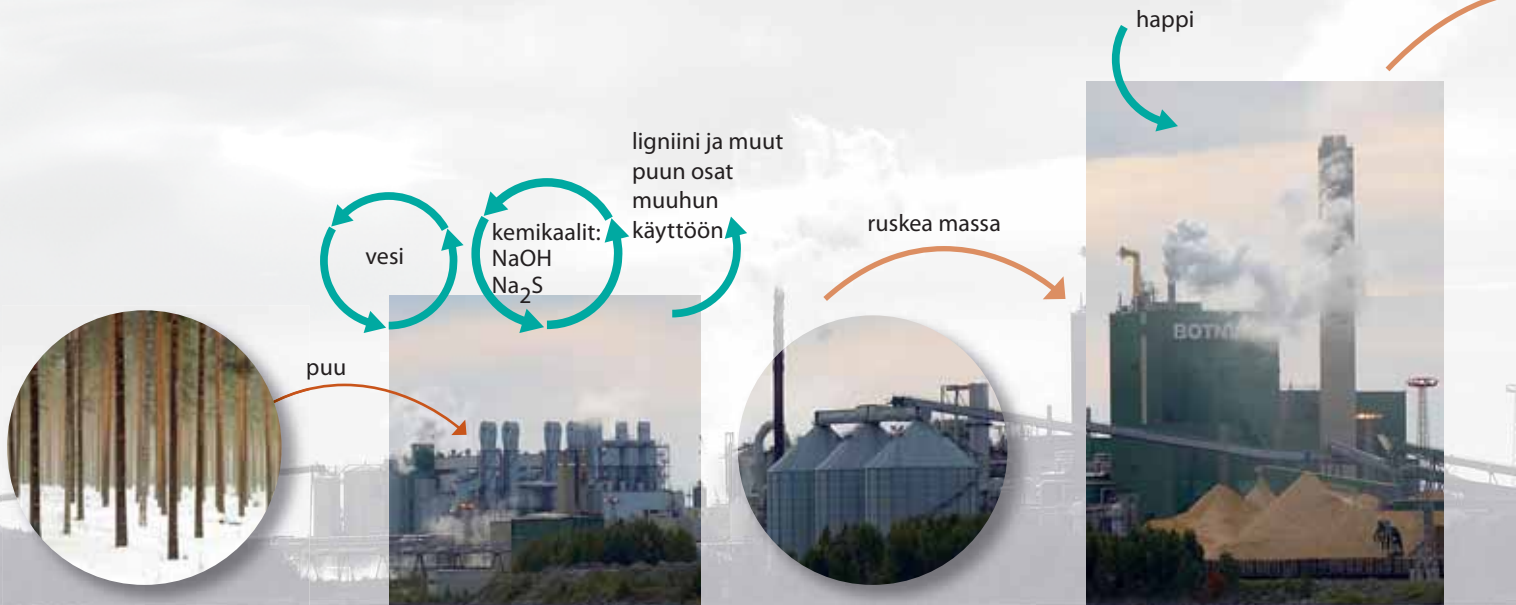
Paperin rakenteessa voidaan erottaa kaksi tasoa. Mikroskoopilla katsottaessa paperi näyttää koostuvan kuiduista, jotka muodostavat verkostomaisen rakenteen. Tyypillisesti kuiduilla on yksi pääasiallinen suunta. Kuitujen sisällä on useita mikroskoopilla näkymättömiä pitkiä selluloosamolekyylejä. Selluloosamolekyyliden välillä on vuorovaikutuksia, jotka tekevät kuiduista kestäviä. Kuitujen välinen vuorovaikutus on heikko. Siksi paperi repeää helpommin kuitujen suunnassa kuin kuituja vasten olevaan suuntaan.

Selluloosa-molekyylin rakenneosa on yksinkertainen kuusikulmainen sokerimolekyylä, glukoosi. Yhdessä selluloosa-molekyylissä on noin 5 000 glukoosimolekyylä,  $C_6H_{12}O_6$ . Paperin kuitujen rakenne on siis hyvin samantapainen kuin muidenkin kuitujen, kuten hiilikuidun, lasikuidun ja nylon-kuidun rakenne. Yhteistä näille kuiduille on pitkä, samanlaisista perusrakenneyksiköistä koostuva ketjumainen rakenne.



Paperin valmistuksessa kuidut suuntautuvat samalla tavalla. Kuitujen sisällä selluloosamolekyyliden välillä on vuorovaikutus, joka pitää kuituja koossa. Kuitujen väliset vuorovaikutukset ovat heikompia. Siksi paperi repeää helpommin kuitujen suuntaan kuin kuituja vasten olevaan suuntaan.

Paperi koostuu kuiduista, jotka koostuvat pitkistä selluloosamolekyyleistä.



1. Selluloosakuitujen erottaminen puusta keittämällä

2. Massan valkaisu

## Paperin valmistaminen ja kierrätys

Puu on paperin raaka-aine. Puu jauhetaan hakkeeksi jonka jälkeen sitä keitetään emäksisessä liuoksessa. Keiton aikana ligniini liukenee ja puun kuidut eroavat toisistaan. Syntyvää ”kuitupuuroa” kutsutaan massaksi. Ennen massaa nimitettiin selluksi ja puhuttiin sellutehtaista. Nykyään puhutaan kemiallisesta massasta ja massatehtaista. Massan valmistuksessa syntyy voimakastuoksuisia yhdisteitä, joista massatehtaan voi tunnistaa kaukaa.

Massa voidaan valmistaa myös mekaanisesti. Mekaanisen massan valmistuksessa puun kuidut irrotetaan toisistaan hiertämällä eli jauhamalla. Hiertäminen pehmentää ligniinin ja irrottaa kuidut toisistaan.

Keittämisen jälkeen massa on ligniinin ruskeaksi värjäämää. Sitä voidaan käyttää valkaisemattoman paperin valmistukseen tai se voidaan valkaista. Valkaisuun käytetään happea tai vetyperoksidia.

Valkaisun jälkeen massaan lisätään vettä ja massa pumpataan paperikoneeseen. Paperikoneessa massa muodostaa viiran päällä katkeamattoman massalevyn. Viira on hyvin sileä ja tiheä muoviverkko. Viiralla olevassa massassa on yli 90 prosenttia vettä. Vesi kuljettaa massaa ja jakaa sen tasaisesti viiralle. Vesi poistetaan massasta vähitellen valuttamalla, imemällä ja puristamalla metallisylinterien välissä. Valmis paperi kuivataan ennen kuin se kierretään suurille rullille.

Kuitujen sitomiseen paperissa käytetään erilaisia liima-aineita. Kirjoitus- ja monistuskäyttöön saadaan tarttumaan paperiin paremmin, kun paperin pintaan lisätään pigmenttiä. Pigmentti on peräisin kivistä. Joissakin papereissa on täyteaineen lisäksi pinnoite. Paperin ominaisuuksia parannetaan siis lisäämällä siihen erilaisia täyte-, päällystys- ja sideaineita riippuen siitä, minkälaista paperia valmistetaan.



© M-real image bank, Metsä Paperi Oy

### 3. Paperirullien valmistaminen paperikoneessa

Sanomalehtipaperissa ei ole pinnoitetta ja valoa vasten katsottaessa siinä on mahdollista erottaa paperin kuituja jopa paljaalla silmällä. Keittiöpaperi on lähes puhdasta selluloosaa.

Paperin valmistamiseen voidaan käyttää myös jätepaperia. Jätepaperin kierrättäminen säästää energiaa ja raaka-ainetta, puuta.

**Paperin valmistuksen vaiheet ovat:**  
 selluloosan erottaminen puusta keittämällä,  
 syntyvän massan valkaisu ja  
 massan puristaminen paperiksi.



KEMIRA OY

**1.** Mitä tuotteita voidaan valmistaa **a)** paperista, **b)** pahvista ja **c)** jät-paperista?

**a)** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**b)** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**c)** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**2.** Ideoi viisi uusiokäyttötapaa **a)** sanomalehtipaperille, **b)** kopiopaperille, **c)** pahville ja **d)** paperilautasille.

**a)** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**b)** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**c)** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**d)** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**3.** **a)** Mitä materiaalia voit käyttää paperin asemasta? Kerro esimerkki.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**b)** Mitä materiaaleja käytettiin kirjoittamiseen ennen paperin keksimistä?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



4. Kuvaile paperin rakennetta. Piirrä kuva.

---

---

---

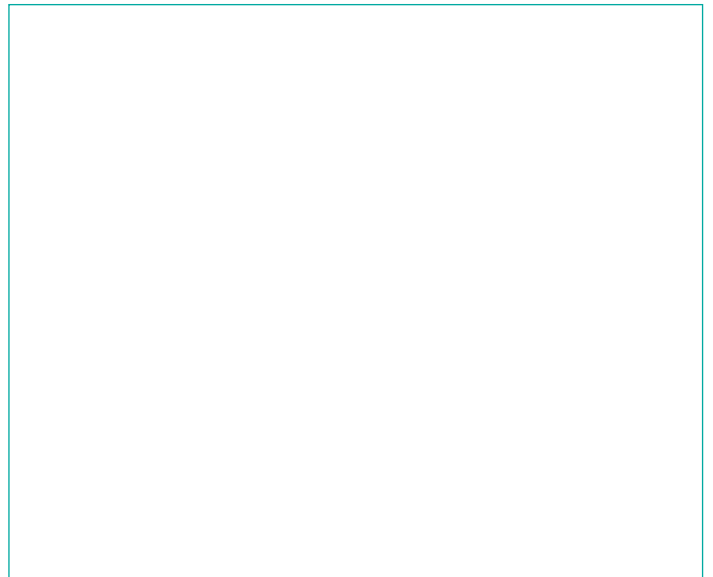
---

---

---

---

---



5. Valmistusprosessia voidaan havainnollistaa kulkukaaviolla. Kulkukaaviossa on tulo ja lähtö sekä prosessi.



Esimerkiksi Lego-auton rakentamista voidaan esittää kaaviolla:



Laadi paperin valmistamisen kulkukaavio puusta paperiarkiksi. Mitkä ovat tulo ja lähtö?

# 3 Muovi materiaalina



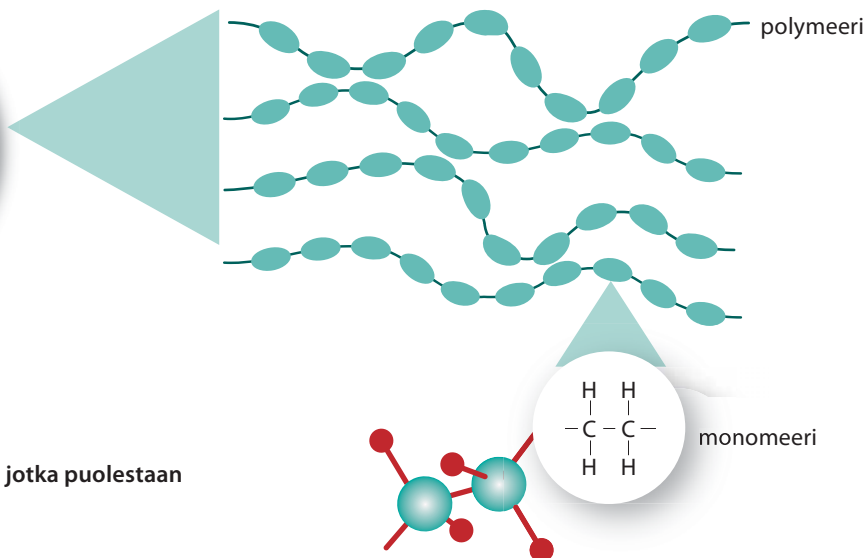
PlasticsEurope

**Muovi on yleisnimitys synteettisille eli teollisesti valmistetuille materiaaleille, jotka koostuvat hiiliatomien ketjuista. Muovi-nimitys tulee siitä, että muovimateriaalia on helppo muovata. Muovista valmistetaan erilaisia esineitä, kuten astioita, pulloja, vaatteita, kuituja ja folioita, mm. valamalla, taivuttamalla ja prässäämällä.**

## Muovien ominaisuuksia

Muoveja alettiin käyttää 1900-luvun alussa sähkölaitteiden valmistamisessa, koska muoveilla oli joukko hyviä ominaisuuksia. Melkein kaikki muovit eristävät hyvin eli johtavat huonosti sähkövirtaa. Useat muovit ovat myös lujia ja kestäviä. Muovi on siten ihanteellinen materiaali pistokkeiden, sähköjohtojen kuorien ja sähkölaitteiden koteloiden valmistamiseen. Muovien käyttö yleistyi myös erilaisten kankaiden raaka-aineena 1900-luvun alussa. Rayon oli ensimmäinen muovikuitu, jota alettiin valmistaa teollisesti. Nylonin keksiminen 1930-luvulla on yksi tärkeimpiä vaiheita muovien valmistuksen historiassa.

Kun muovien ominaisuuksia on kehitetty, niillä on voitu korvata perinteisiä raaka-aineita, kuten puuta ja rautaa. Rakennusteollisuudessa muovi on yleistynyt putkissa, lattiamateriaaleissa, lämmön- ja vedeneristeissä, tiivisteissä ja tapeteissa. Autoteollisuudessa muoveja käytetään sisätiloissa, puskureissa ja moottorin osissa. Vaatteiden pintamateriaalina ja lämmöneristeinä käytetään muoveja. Muovi on myös yleinen pakkausmateriaali. Keveys, ruostumattomuus ja muokkaamisen helppous ovat muovien ominaisuuksia, jotka vaikuttavat niiden käyttöön.



Muovit koostuvat polymeereistä, jotka puolestaan koostuvat monomeereista.

Huoneenlämpötilassa useat muovit ovat kovia. Muovit alkavat pehmetä lämpötilan noustessa. Siksi muovit eivät sovellu käytettäväksi korkeassa lämpötilassa. Myös muovin kestävyys on ongelma. Käytetty, muovista valmistettu laite ei häviä luonnosta. Siksi on alettu kehittää luonnossa hajoavia muoveja.

**Muovi on kevyttä, lujaa ja ruostumatonta sekä helposti muokattavaa materiaalia.**

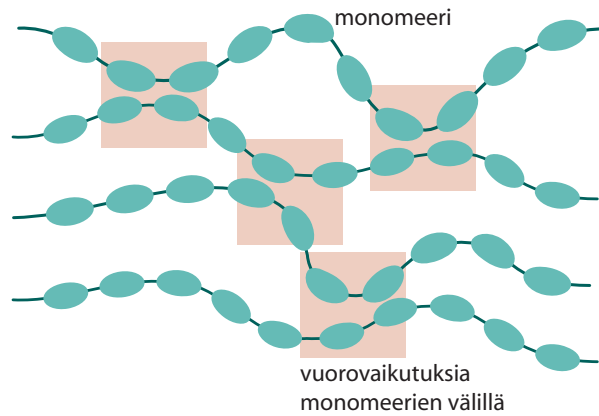
## Muovien rakenne

Muovit koostuvat pitkistä molekyyleistä, polymeereistä. Polymeeri on molekyyli, jossa useat pienet molekyylit eli monomeerit ovat liittyneet toisiinsa kemiallisin sidoksin. Prosessi, jossa monomeereista valmistetaan polymeeri, on polymerointi. Muovit eroavat toisistaan sen mukaan, miten polymeerit liittyvät toisiinsa ja sen mukaan, mikä monomeeri polymeerissä toistuu. Polymeerejä ovat mm. polyeteeni, polyakryyli, polyesteri ja polyuretaani. Etuliite ”poly” tarkoittaa, että polymeerissä on monta monomeeria. ”Poly” sanan jälkeen tuleva termi liittyy monomeeriin tai polymeerin syntytapaan. Esimerkiksi polyeteeni on syntynyt eteeni-molekyylin polymeroinnissa.

Muovi on sitä kovempaa, mitä suurempia sen rakenneosat ovat ja mitä säännöllisemmin ne ovat muovissa järjestäytyneet. Kovilla muoveilla on kiteisten aineiden kaltainen rakenne. Pehmeät muovit ovat amorfisten aineiden kaltaisia. Muoveja voidaan luokitella myös niiden fysikaalisten ominaisuuksien, kuten tiheyden, sähkönjohtokyvyn ja lämmönkeston perusteella erilaisiin ryhmiin. Muovit luokitellaan lisäksi kestumuoveiksi ja kertamuoveiksi sen mukaan, miten polymeerit liittyvät toisiinsa.



ORTHEX OY



**Kestomuovien polymeeriketjut mutkittelevat toistensa lomitse. Joissain kohdissa polymeeriketjun lähellä on toinen ketju. Joissain kohdissa ketjulle taas jää tilaa liikkua. Kun kaksi ketjua on lähekkäin, niiden välille muodostuu vuorovaikutus. Muovin rakenteesta seuraa, että muovi on joustavaa. Se vastustaa venytystä ja palautuu takaisin alkuperäiseen muotoonsa, kun sitä ei enää venytetä.**

## Kestomuovit

Kestomuovit muodostuvat pitkistä polymeeriketjuista, jotka ovat materiaalissa ilmeisesti sekaisin ja vain osittain kosketuksissa toisiinsa. Kohdissa, joissa ketjut ovat lähekkäin, muodostuu vuorovaikutuksia ketjujen välille. Nämä vuorovaikutukset pitävät materiaalin koossa. Kun muovia venytetään, ketjut oikenevat ja materiaali venyy. Kun venytys lakkaa, ketjut palaavat alkuperäiseen muotoonsa. Jos muovia venytetään voimakkaasti, ketjut liikkuvat erilleen ja muovi repeää.

Hyvä esimerkki kestämuovista on ruokien säilyttämisessä käytettävä folio. Kun foliota kuumennetaan, se pehmenee ja sulaa, jolloin sitä voi muotoilla. Sulaminen johtuu siitä, että vuorovaikutukset ketjujen välillä vähenevät kuumennettaessa. Kun muovia jäähdytetään, sidokset syntyvät ja muovi tulee takaisin kiinteään olomuotoon. Tämä ominaisuus mahdollistaa kestämuovien kierrätyksen ja uudelleenmuotoilun. Kestämuovi on amorfinen aine eli sillä ei ole tarkkaa sulamispistettä vaan se pehmenee vähitellen lämpötilan kohotessa.

Noin 80 % kaikista käytössä olevista muoveista on kestämuoveja. Esimerkiksi muovikassimuovi ja muovipikarimuovi ovat kemiallisesti polyeteeniä (PE). Polyeteeniä on kahta tyyppiä: pienitiheksinen PE-LD, josta valmistetaan muovikasseja, pusseja ja naruja, ja suuritiheksinen PE-HD putkien, saavien ja pullojen valmistamiseen. Polypropeenien (PP) käytetään erilaisissa taloustavaroissa, kuten astiat, pakasterasiat ja ruokailuvälineet. Sitä käytetään myös auton osien, tekstiilien, rakennustarvikkeiden, kuten putkien, valmistamiseen. Polyeteeni kestää hyvin joitakin happoja (etikka) ja

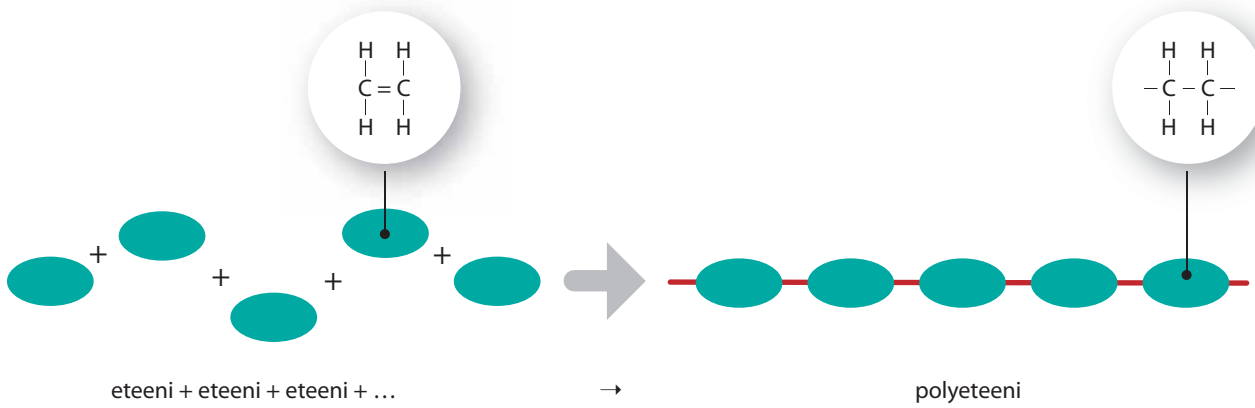
emäksiä (konetiskiaine), mutta liukenee esimerkiksi asetoniin ja rikkihappoon. Polyeteeni on siis polypropeenien joustavampaa ja kestää lämpöä paremmin. Polypropeenin rakenne muistuttaa kiteen rakennetta.

Muita muovilajeja ovat mm. astioissa, leluissa ja rasioissa käytettävä polystyreeni (PS), virvoitusjuomapulloissa ja uistimissa käytettävä polyeteenitereftalaatti (PET), rakennustuotteissa, johdinten eristeinä ja sadeasuissa käytettävä polyvinyylikloridi (PVC), nailonvaatteissa, hammasharjoissa, koneen osissa käytettävä polyamidi (PA), aurinkolasien linsseissä ja muovipulloissa käytettävä polykarbonaatti (PC) sekä paistinpannujen teflonpinnoissa, erilaisissa tiivisteissä ja kalvoissa käytettävä polytetrafluorityleeni (PTFE). Teknisiksi muoveiksi kutsutaan muovilaatuja, joita käytetään koneissa ja rakenteissa. Tällaisia muoveja ovat mm. PA (nailon), PC ja PTFE (teflon). Tekniset muovit ovat lujia ja usein myös läpinäkyviä ja niillä on pieni kitka.

**Kestomuovit koostuvat polymeereistä, jotka ovat heikosti liittyneet toisiinsa.**



ORTHEX OY



Muoveja valmistetaan polymeroimalla raakaöljyn keveitä jakeita, kuten eteeniä.

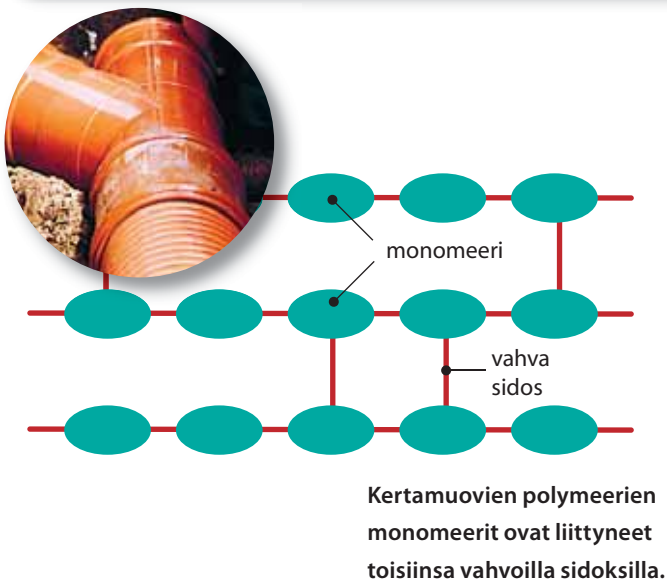
## Kertamuovit

Kertamuovien rakenne on verkostomainen. Polymeerissä monomeerien välillä on vahvoja sidoksia. Kun kertamuovia lämmitetään, se ei muutu muovailtavaksi vaan hajoaa alkuaineiksi.

Kertamuovilaatuja ovat esimerkiksi polyesteri, fenolimuovit, epoksit (EP) ja polyuretaani (PUR).

Polyesteristä valmistetaan nestekidenäyttöjä, kalvoja ja pulloja ja fenolimuoveista piirikortteja. Epokseja käytetään mm. betonilattian pinnoiteissa, viemäriputkissa ja veneissä. Polyuretaania on eristelevyissä ja -vaahdoissa sekä vaahtomuovissa.

**Kertamuovit koostuvat polymeereistä, jotka ovat vahvasti liittyneet toisiinsa.**



## Muoviesineiden valmistus ja kierrätys

Suurin osa muovilaaduista valmistetaan raaka-öljystä saatavista keveistä jakeista, kuten propeenin ja eteenin. Molekyylit liitetään yhteen pitkiksi ketjuiksi prosessissa jota sanotaan polymeroinniksi. Raakaöljystä käytetään muovien valmistamiseen kuitenkin vain 4 %.

Muoviesineitä valmistetaan erilaisilla menetelmillä. Muoviputkia valmistetaan suulakepuristamalla ja muovipusseja puhaltamalla ilmaa muovikalvoon. Muovikalvoja valmistetaan sulasta muovista metallitelojen välissä ”mankeloimalla”. Kestomuovisia esineitä valmistetaan ruiskuvalukoneilla. Prosessissa sula muovimassa puristetaan suuttimen läpi muottiin. Muovikappale jähmettyy muotissa nopeasti.

Kestomuoveja voidaan kierrättää ja käyttää uudelleen. Uusiokäyttö on järkevää silloin kun muovijäte on lajiteltu muovilaadun ja värin perusteella. Myös sekalaista muovijätettä voidaan käyttää. Sekajätteestä voidaan valmistaa esimerkiksi muovilankkuja.

Suurin osa muoveista voidaan polttaa energiajätteenä ilman, että syntyy haitallisia aineita. Lämpötilan on tällöin oltava koko palamisen ajan ja koko paloalueella riittävän korkea, yli 300 °C. Puhtaista muoveista syntyy palamisessa hiilidioksidia ja vettä. Polttoon sopimattomia ovat muun muassa PVC-muovit, koska ne sisältävät klooria.

**Muovien valmistuksen vaiheet ovat: sopivien molekyylien erottaminen raakaöljystä, molekyylien polymerointi.**

**1.** Mitä tuotteita valmistetaan **a)** kestromuoveista, **b)** kertamuoveista?

- a) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**2.** Ideoi viisi uusiokäyttötapaa **a)** muovipullolle, **b)** muovikassille, **c)** muovirasialle.

- a) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**3.** Mitä materiaaleja voit käyttää muovien asemasta?

Valitse jokin muovin käyttökohde ja kerro, millä materiaalilla muovi voidaan korvata.

Esitä kolme esimerkkiä.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Kuvaile kestopuovin rakennetta. Piirrä kuva.

---

---

---

---

---

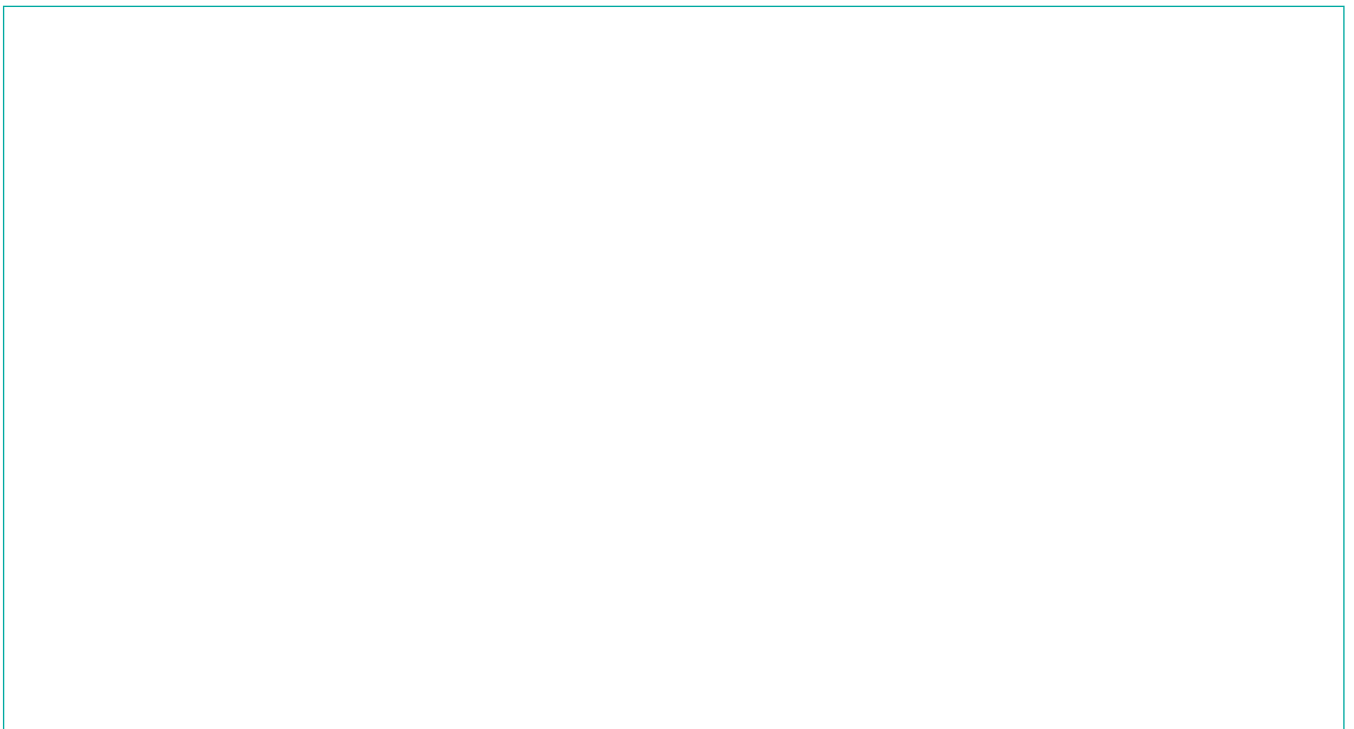
---

---

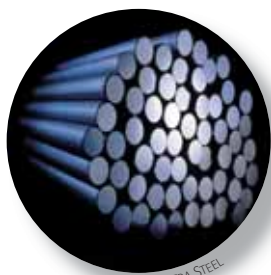


5. Laadi kaavio puovin valmistamisesta: öljystä muoveihin. Käytä tekstiä apuna. Alleviivaa ensin tekstin keskeiset käsitteet.

*Yleisin puovin raaka-aine on raakaöljy. Raakaöljy on seos ja seoksen jakeet eli erikokoiset hiilivety-molekyylit erotetaan toisistaan tislamalla. Muovien raaka-aineena käytetään pieniä hiilivetyjä, kuten eteeniä. Eteenistä valmistetaan polyeteeniä reaktiolla, jota kutsutaan polymeroitumiseksi. Polyeteeni on yksi esimerkki polymeeristä. Muovit ovat hyvin harvoin pelkkää polymeeriä. Muovi voi sisältää vaihtelevia määriä erilaisia lisäaineita, joiden tarkoituksena on parantaa muovien ominaisuuksia.*



# 4 Metallimateriaalina



Metallit ovat huoneenlämpötilassa kiinteitä elohopeaa lukuun ottamatta. Useimmat metallit ovat sitkeitä ja taottavia. Epämetallit voivat olla kiinteitä, nesteitä tai kaasuja. Kiinteät epämetallit ovat hauraita.

## Metallien ominaisuuksia

Metalleilla on joukko yhteisiä ominaisuuksia. Tällaisia ominaisuuksia ovat mm. suuri tiheys, pinnan kiilto, sitkeys ja hyvä muokattavuus sekä hyvä sähkön- ja lämmönjohtokyky. Eri metallit sopivat eri käyttötarkoituksiin. Alumiini on sitkeää ja kevyttä, joten sitä käytetään lentokoneiden raaka-aineena. Kupari on sitkeää ja johtaa hyvin sähkövirtaa, joten se on hyvä materiaali sähköjohtojen valmistukseen. Kullan ja platinan pinta kiiltää erityisen kauniisti. Näitä metalleja käytetään korujen raaka-aineena.

Metallien ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa seostamalla metalleja. Metalliseoksessa on kahta tai useampaa metallia ja muita alkuaineita, kuten hiiltä ja piitä. Esimerkiksi teräs on pääasiassa rautaa. Siinä on hiilen lisäksi seosmetalleja, kuten nikkeliä, kromia, kobolttia, volframia, molybdeenia, vanadiinia ja alumiinia. Ruostumaton teräs sisältää alle 1,2 % hiiltä ja yli 12 % kromia ja 8 % nikkeliä. Kromin lisäyksen vuoksi teräksen pinta ei ruostu samalla tavalla kuin rautaesineen pinta.

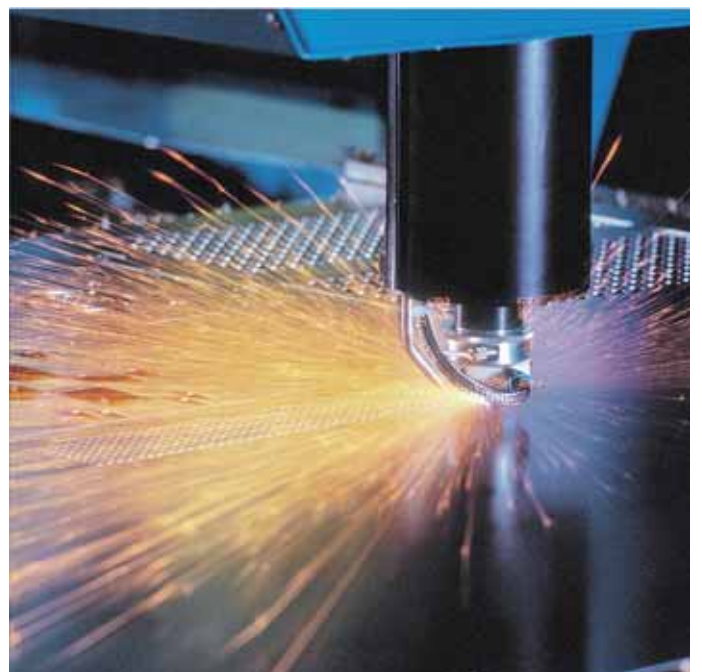




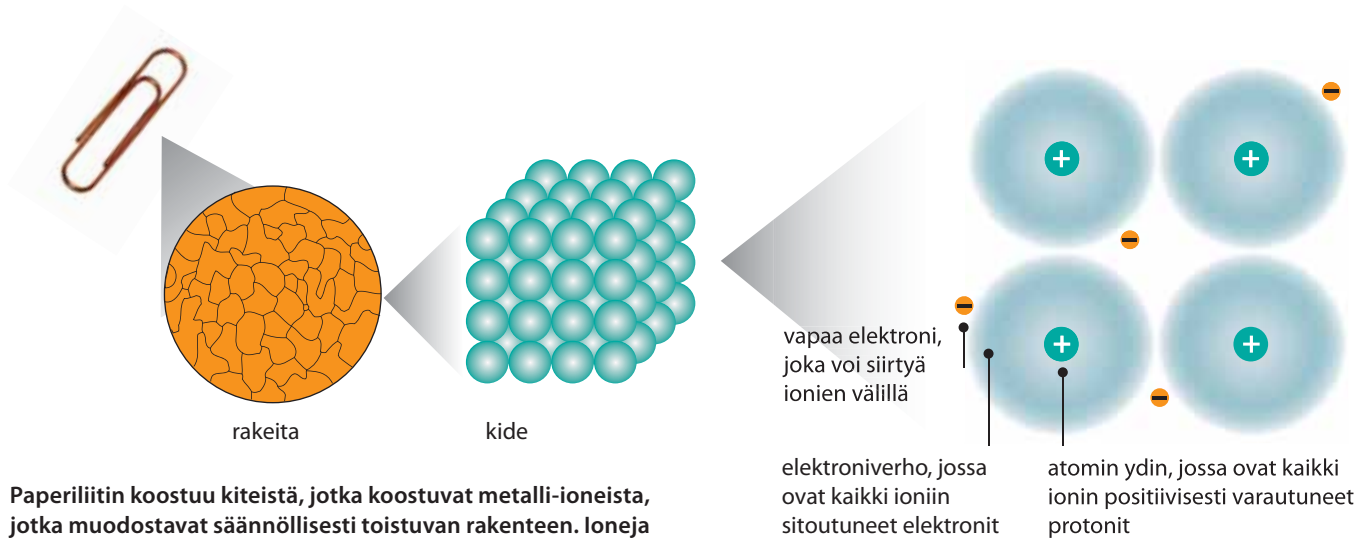
Teräs on ihanteellinen materiaali. Terästä voidaan muokata valssaamalla tai takomalla. Valssauksessa metallikappale kulkee useita kertoja raskaiden metallisylinterien, rullien, välistä, jotka muokkaavat metallin haluttuun muotoon. Terästuotteet ovat erittäin lujia ja sitkeitä. Teräksestä voidaan rakentaa kestäviä koneita ja kulkuvälineitä, kuten talojen runkoja, siltoja, torneja, junia, laivoja ja autoja.

Metallit voidaan järjestää sähkökemialliseksi sarjaksi niiden jalouden mukaan. Mitä jalompi metalli on, sitä heikommin se reagoi muiden aineiden kanssa. Luonnossa kulta ei reagoi lainkaan muiden aineiden kanssa. Kullan lisäksi palladium ja platina eivät reagoi muiden aineiden kanssa. Muiden metallien reaktio ilman kaasujen, hapen ja vesihöyryn, kanssa on metallille haitallinen. Esimerkiksi rauta ruostuu. Siksi metallien pinta on suojattava ruostumiselta öljyn tai maalin avulla. Jotkin metallit, kuten alumiini ja titaani, muodostavat pinnalleen suojaavan oksidikerroksen, mikä estää niiden reagoimisen ilman hapen kanssa.

Metallit ovat elohopeaa lukuun ottamatta kiinteitä. Useat metallit ovat sitkeitä, kovia ja muokattavia.



RAUTARUUKKI OY



Paperiliitin koostuu kiteistä, jotka koostuvat metalli-ioneista, jotka muodostavat säännöllisesti toistuvan rakenteen. Ioneja sitovat toisiinsa vapaat elektronit.

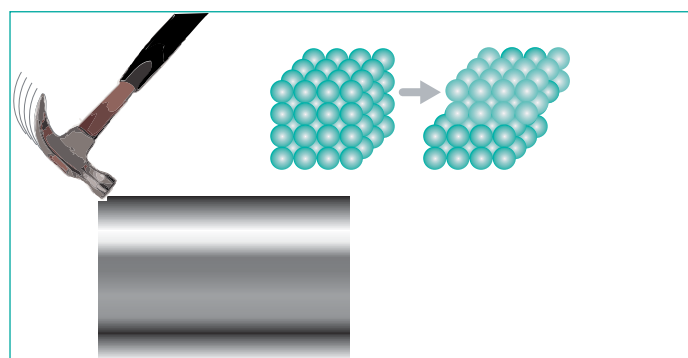
## Metallien rakenne

Kun sileää ja yhtenäiseltä näyttävää metallin pintaa katsotaan voimakkaasti suurentavalla mikroskoopilla, pinnassa näkyy alueita eli rakeita. Rakeet ovat syntyneet sulan metallin jähmettyessä. Yhden rakeen alueella metallin rakenneosat, metalliatomit, muodostavat yhtenäisen rakenteeltaan säännöllisesti toistuvan kiderakenteen. Koska tätä mikrorakennetta ei voi havaita mikroskoopilla, rakennetta havainnollistetaan lähekkäin olevilla palloilla, jossa pallo esittää metalliatomia.

Metallien ominaisuudet voidaan selittää metallin rakenteen avulla. Metallin rakenneosien, metalliatomien, välillä on metallisidos. Metallisidoksessa metalliatomit ovat positiivisesti varautuneina ioneina. Niiden välissä liikkuvat ionien yhteiset vapaat elektronit. Elektronit estävät positiivisia ioneita kohtaamasta ja toimivat ”liimana”, joka pitää metallin koossa. Kun metallia muokataan esim. takomalla, elektronit liikkuvat ionien mukana ja estävät murtumisen.

Metallien sähkön- ja lämmönjohto-ominaisuudet voidaan selittää myös metallin mallin avulla. Hyvä sähkön- ja lämmönjohtavuus on seurausta siitä, että elektronit pääsevät liikkumaan vapaasti ionien välisessä tilassa. Myös metallinen kiilto on seurausta vapaista elektroneista, jotka estävät valon kulun metallin läpi.

**Metalli koostuu metalli-ioneista, joita sitovat yhteen vapaat elektronit.**



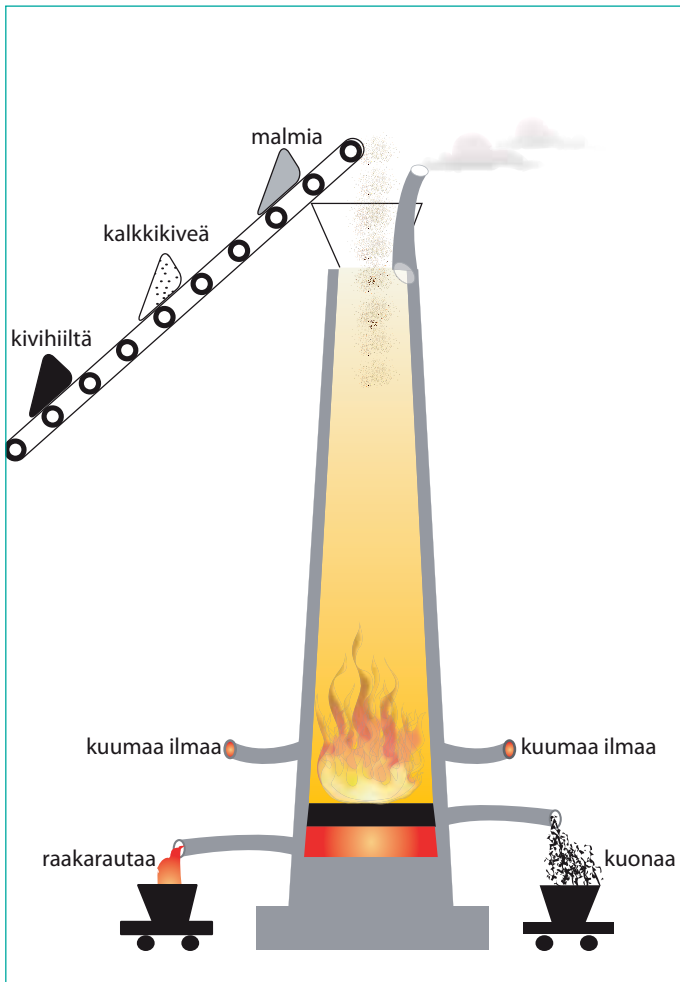
Metallin käyttäytyminen metallia muokattaessa voidaan selittää metallin rakenteen avulla.

## Metallien valmistus ja kierrätys

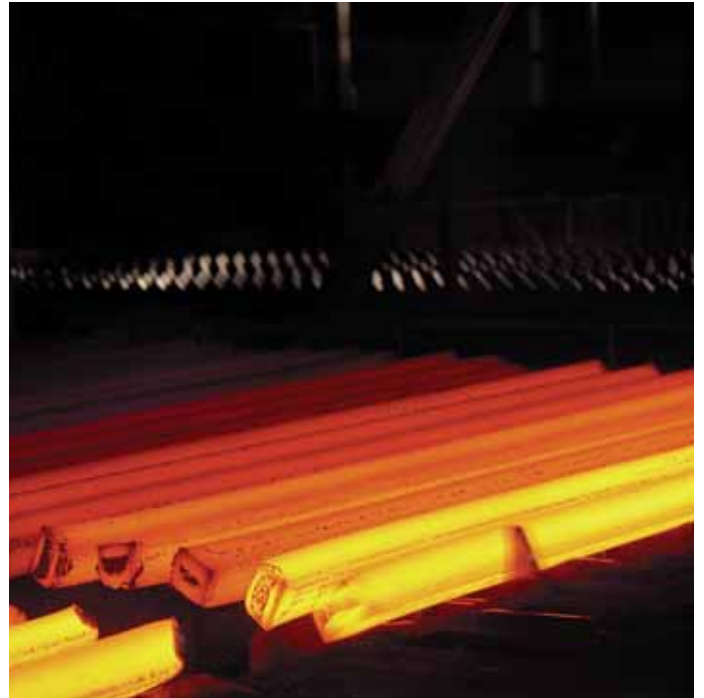
Kallioperässä on metalleja sisältäviä mineraaleja. Mineraalissa metalli esiintyy esimerkiksi rikin tai hapen kanssa yhdisteenä. Kun mineraalista on taloudellisesti kannattavaa valmistaa metallia, sitä kutsutaan malmiksi. Malmi on siten metallin raaka-aine.

Rautaa voidaan valmistaa rautamalmista, hematitista ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) tai magnetiitista ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Ennen raudan valmistamista rautamalmi jauhetaan hienoksi jauheeksi ja rikastetaan. Rikastuksessa malmijauheesta otetaan talteen vain sellainen jauhe, jossa on riittävästi rautaa. Malmi voidaan rikastaa esimerkiksi voimakkaalla magneetilla, jos se on magneettista.

Rauta erotetaan malmista masuunissa. Masuuni on korkea kuilu-uuni, jossa rautamalmin sisältämä rautaoksidi reagoi hiilimonoksidin kanssa. Siksi masuuniin laitetaan rikastetun malmin lisäksi hiiltä (kivihiili tai koksi). Masuuniin puhalletaan myös



Raudan valmistusprosessi



IMATRA STEEL

kuumaa ilmaa. Reaktiossa syntyy mm. raakarautaa ja hiilidioksidia sekä kuonaa. Kuona syntyy malmista olevasta sivukivestä sen reagoiessa masuuniin laitettavan kalkkikiven kanssa. Sivukivi koostuu pääasiassa piin, kalsiumin, alumiinin ja magnesiumin oksideista.

Masuunია käytetään jatkuvasti niin, että sinne syötetään huipulta vuoron perään malmia, kalkkikiveä ja kivihiiltä tai koksia sitä mukaa, kun rautaa ja kuonaa syntyy. Kun rautaa on kertynyt masuunin pohjalle riittävästi, lasketaan ensin toisesta laskuaukosta kuona pois. Kun kuona on laskettu pois, lasketaan alemmasta laskuaukosta rauta.

Koska rauta on masuunin pohjalla nesteenä, osa kaksin hiilestä liukenee sulaan rautaan ja muodostaa seoksen, jossa on noin 4–5 % hiiltä. Masuunista talteen otettua kuonaa voidaan käyttää sementin raaka-aineena, täyttömaana tai rakennuskivenä. Masuunikuona antaa sementille valkoisen värin ja parantaa sen säänkestävyyttä.

Raakarauta on liian kovaa ja haurasta, jotta sitä voitaisiin käyttää tuotteiden valmistamiseen. Raakarauta on melloitettava konvertterissa. Melloituksessa raakarautaan puhalletaan kuumaa happea, jolloin hiili reagoi hapen kanssa ja poistuu raudasta. Tämän jälkeen rauta valetaan rautatangoiksi jatkuvavalussa. Tangoista valmistetaan erilaisia tuotteita, kuten rautalevyjä ja verkkoja.

**Raudan valmistuksen vaiheet ovat:**  
**malmin louhinta, rikastus, raudan valmistus rikastetusta malmista masuunissa hiilen avulla ja liian hiilen poisto konvertterissa hapen avulla.**

**1.** Mitä tuotteita valmistetaan **a)** raudasta, **b)** alumiinista, **c)** kuparista?

a) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

c) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**2.** Ideoi viisi uutta käyttökohdetta **a)** säilyketölkille, **b)** juomatölkille.

a) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**3.** Mitä materiaaleja voidaan käyttää metallien asemasta?  
Kerro kolme tilannetta, joissa metalli voidaan korvata jollakin toisella materiaalilla.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Kuvaile metallin rakennetta. Piirrä kuva.

---

---

---

---

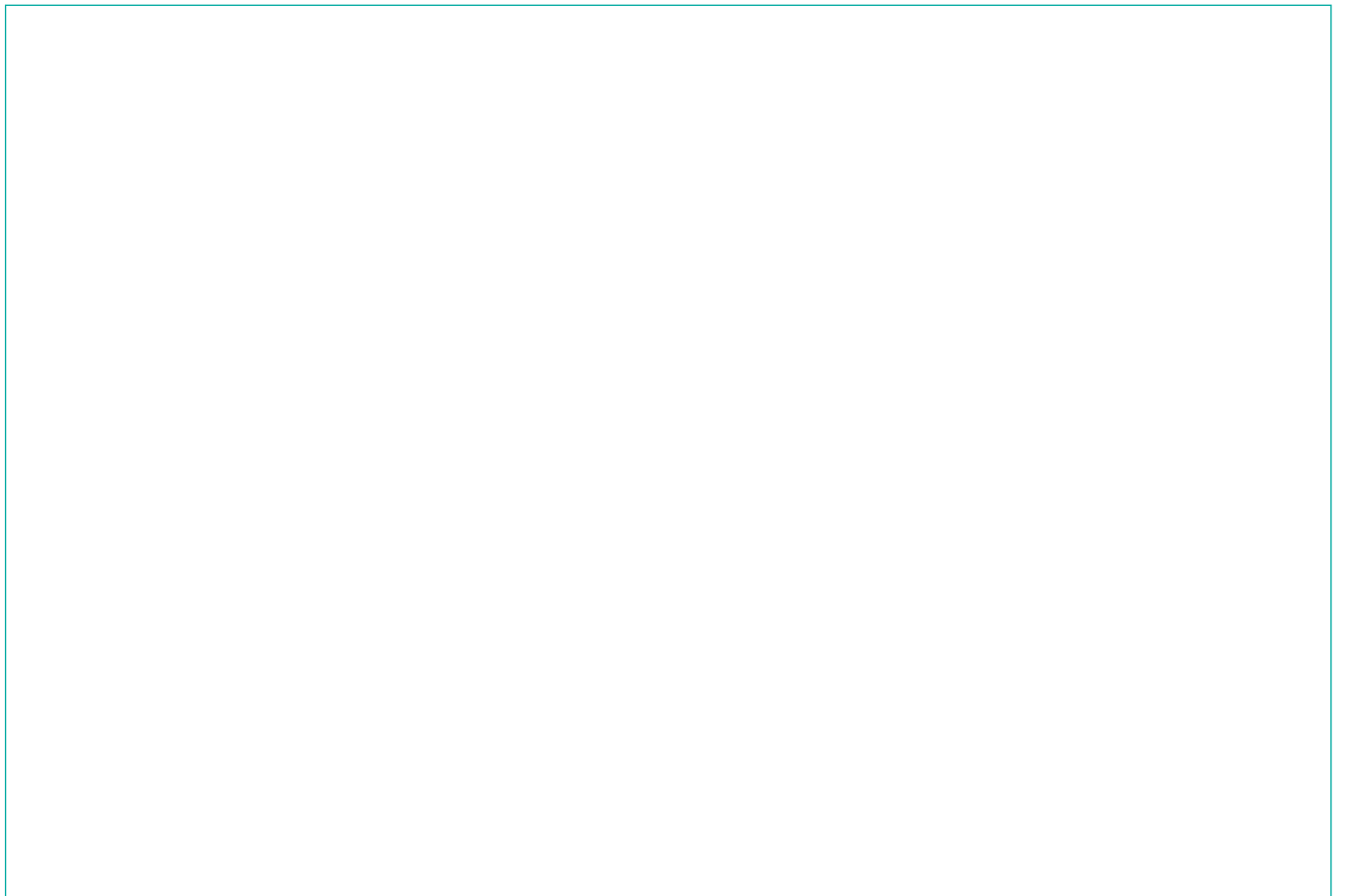
---

---

---



5. Laadi kaavio metallin valmistamisesta: malmista teräkseksi.



# 5 Materiaalien ominaisuuksien tutkiminen

Tutkimusten avulla opit selittämään materiaalien ominaisuuksia ja käyttäytymistä materiaaleja kuvailevilla malleilla.



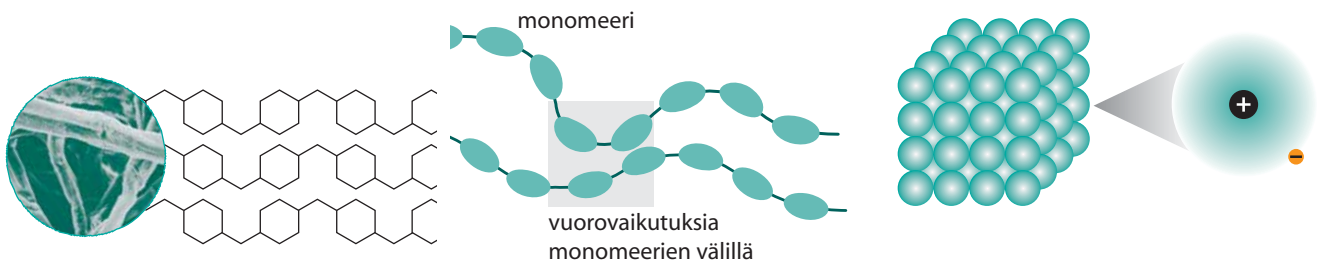
## 1. Pudotuskoe

### Laitteet ja materiaalit:

- sanomalehtipaperia tai silkkipaperia
- alumiinifoliota
- muovifoliota (elintarvikemuovia)
- teippiä
- pieni kivi tai marmorikuula (noin peukalon pään kokoinen)
- mitta, jolla mitataan pudottamiskorkeus



**Työohje:** Lue koko työohje huolellisesti läpi. Laadi ennuste siitä, mitä kokeessa tulee tapahtumaan. Tukeudu ennusteen laatimisessa materiaalia esittävään malliin ja perustele ennustuksesi mallin avulla. Kirjoita ennuste sille varattuun tilaan ennen kuin ryhdyt tekemään havaintoja.



**Paperi** koostuu kuiduista. Kuidut koostuvat selluloosamolekyyleistä.

**Muovi** koostuu polymeeriketjuista. Polymeeriketjut ovat sitoutuneet toisiinsa heikosti.

**Metallilla** on kiderakenne. Kiteessä vapaita elektroneja sitovat metalli-ioneja yhteen.

Pingota paperi, alumiinifolio ja elintarvikemuovi kahden pöydän välille. Kiinnitä ne teipillä pöytiin. Pudota kivi tai marmorikuula materiaalien päälle samalta korkeudelta (n. 30 cm). Mittaa korkeus. Toista koe pudottamalla kivi korkeammalta. Lisää korkeutta kunnes voit tehdä päätelmiä materiaalien lujuudesta.

**Ennuste:** Mitä tutkimuksessa tapahtuu? Perustele ennuste tukeutumalla materiaalia esittävään malliin.

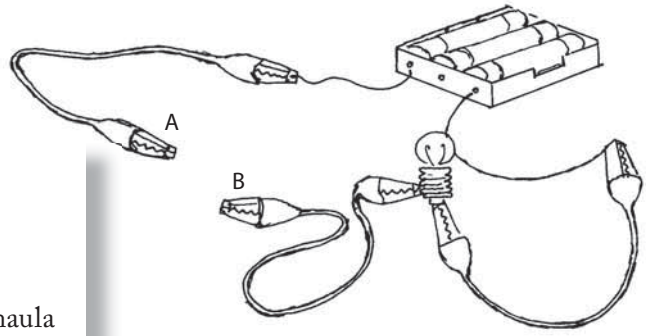
**Havainnot:** Laadi yhteenveto havainnoista. Tarkkaile osumakohtaa.

**Selitys:** Miten havaittu ilmiö voidaan selittää materiaalia kuvaavalla mallilla?

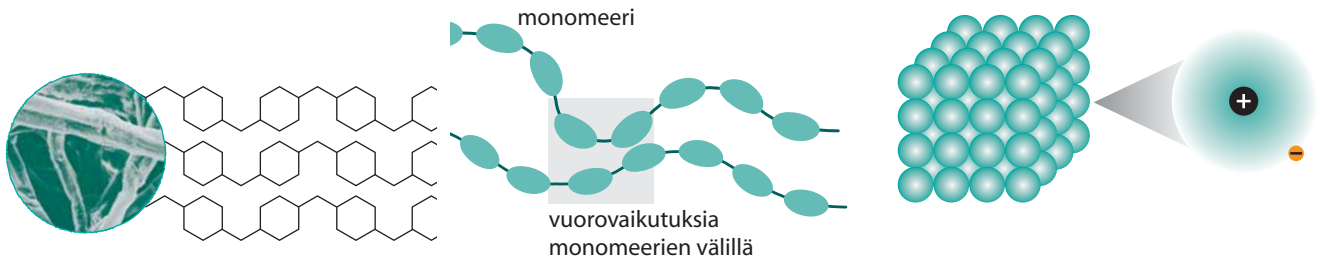
## 2. Sähkön johtavuus

### Laitteet ja materiaalit:

- paristoja ja pariston kotelo
- kolme johtoa
- lamppu
- silkkipaperia
- kopiopaperia
- alumiinifoliota
- kuparilevy tai naula
- muovikalvoa



**Työohje:** Lue koko työohje huolellisesti läpi. Laadi ennuste siitä, mitä kokeessa tulee tapahtumaan. Tukeudu ennusteen laatimisessa materiaalia esittävään malliin ja perustele ennustuksesi mallin avulla. Kirjoita ennuste sille varattuun tilaan ennen kuin ryhdyt tekemään havaintoja.



**Paperi koostuu kuiduista. Kuidut koostuvat selluloosamolekyyleistä.**

**Muovi koostuu polymeeriketjuista. Polymeeriketjut ovat sitoutuneet toisiinsa heikosti.**

**Metallilla on kiderakenne. Kiteessä vapaat elektronit sitovat metalli-ioneja yhteen.**

Rakenna kuvan mukainen suljettu virtapiiri. Tutki, hehkuuko lamppu, kun yhdistät johtojen päät, A ja B, yhteen. Hehkuuko lamppu, kun johtojen päät eivät ole yhdessä? Mitä voidaan päätellä lampun hehkumisesta?

Kytke tutkittavat esineet vuorotellen kohtien A ja B välille. Tarkkaile lampua.

**Ennuste:** Mitä tapahtuu, kun tutkittavat esineet kytetään vuorotellen kohtien A ja B välille? Perustele ennuste tukeutumalla materiaalia esittävään malliin.

**Havainnot:** Laadi yhteenveto havainnoista. Mikä materiaali johtaa sähkövirtaa?

**Selitys:** Miten havaittu ilmiö voidaan selittää materiaalia kuvaavalla mallilla?



## 3. Repäisy

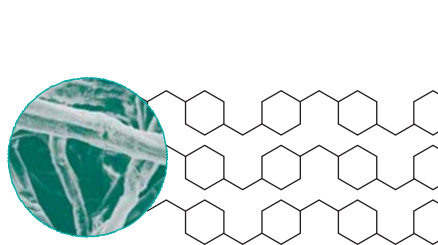
### Laitteet ja materiaalit:

Ohuita levyjä eri materiaaleista, kuten

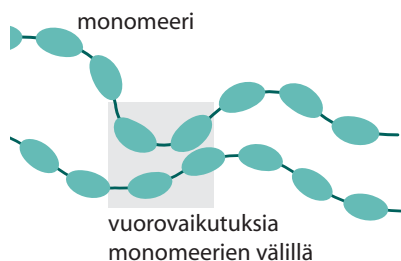
- paperipyöhe
- monistuspaperi
- alumiinifolio
- muovikelmu



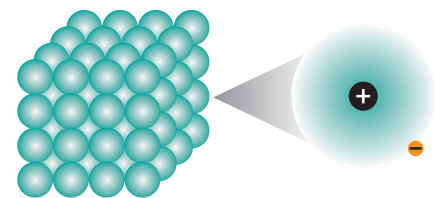
**Työohje:** Lue koko työohje huolellisesti läpi. Laadi ennuste siitä, mitä kokeessa tulee tapahtumaan. Tukeudu ennusteen laatimisessa materiaalia esittävään malliin ja perustele ennustuksesi mallin avulla. Kirjoita ennuste sille varattuun tilaan ennen kuin ryhdyt tekemään havaintoja.



Paperi koostuu kuiduista. Kuidut koostuvat selluloosamolekyyleistä.



Muovi koostuu polymeeriketjuista. Polymeeriketjut ovat sitoutuneet toisiinsa heikosti.



Metallilla on kiderakenne. Kiteessä vapaat elektronit sitovat metalli-ioneja yhteen.

Revi eri materiaalista valmistettuja ohuita levyjä varovasti vaaka- ja pystysuorassa suunnassa.

**Ennuste:** Mitä tutkimuksessa tapahtuu?

Perustele ennuste tukeutumalla materiaalia esittävään malliin.

**Havainnot:** Laadi yhteenveto havainnoista. Miten materiaalit käyttäytyvät revittäessä?

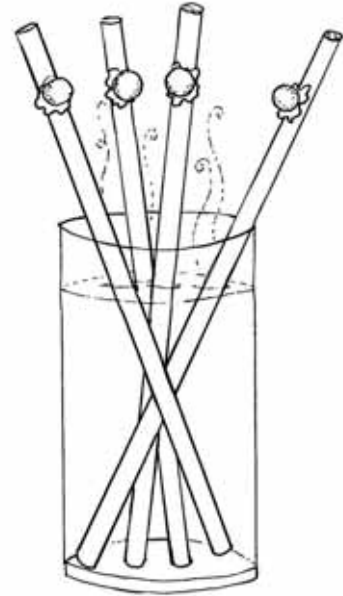
**Selitys:** Miten havaittu ilmiö voidaan selittää materiaalia kuvaavalla mallilla?

## 4. Lämmön johtuminen

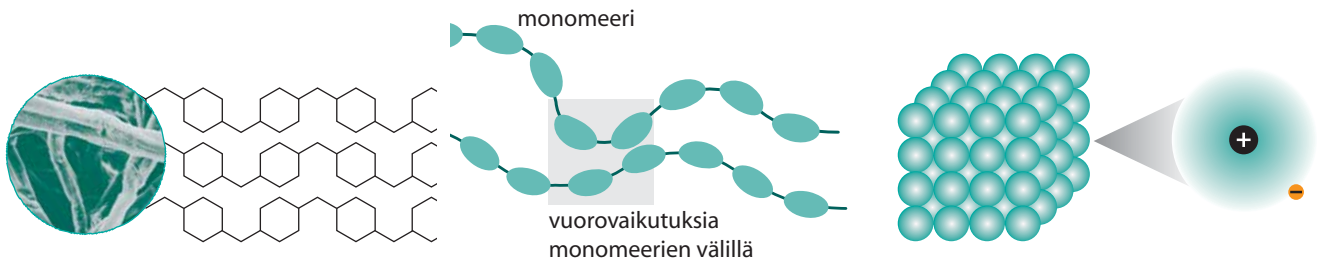
### Laitteet ja materiaalit:

Samankokoisia tikkuja tai putkia, jotka on valmistettu eri materiaaleista

- naula
- jäätelötikku
- kovasta pahvista leikattu suikale
- muovitanko tai lusikka
- voita
- herneitä
- astia
- kuumaa vettä



**Työohje:** Lue koko työohje huolellisesti läpi. Laadi ennuste siitä, mitä kokeessa tulee tapahtumaan. Tukeudu ennusteen laatimisessa materiaalia esittävään malliin ja perustele ennustuksesi mallin avulla. Kirjoita ennuste sille varattuun tilaan ennen kuin ryhdyt tekemään havaintoja.



Paperi koostuu kuiduista. Kuidut koostuvat selluloosamolekyyleistä.

Muovi koostuu polymeeriketjuista. Polymeeriketjut ovat sitoutuneet toisiinsa heikosti.

Metallilla on kiderakenne. Kiteessä vapaat elektronit sitovat metalli-ioneja yhteen.

Aseta samankokoiset tikut tai putket, jotka on valmistettu eri materiaaleista kuivaan astiaan. Kiinnitä herneet voinokareella tikkuihin tai putkiin. Kuumenna vettä mielellään vedenkeittimellä. Työskentele kuumen veden kanssa varovasti. Laita astiaan kuumaa vettä siten, että veden pinta on herneiden alapuolella. Tarkkaile, mitä herneille tapahtuu.

**Ennuste:** Mitä tutkimuksessa tapahtuu? Perustele ennuste tukeutumalla materiaalia esittävään malliin.

**Havainnot:** Laadi yhteenveto havainnoista. Mitä eri materiaaleihin kiinnitetyille herneille tapahtuu? Miten materiaalit eroavat toisistaan?

**Selitys:** Miten havaittu ilmiö voidaan selittää materiaalia kuvaavalla mallilla?

## 5. Taivuttelu

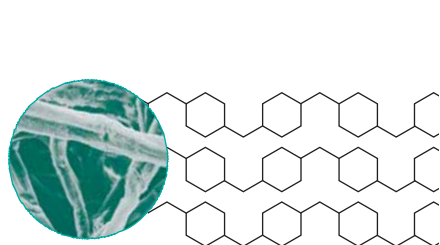
### Laitteet ja materiaalit:

Eri materiaaleista valmistettuja tankoja, kuten

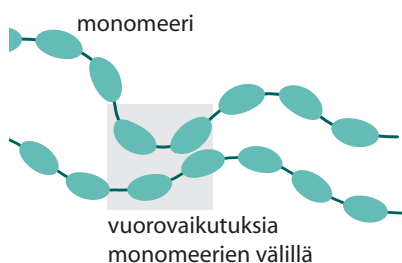
- rautalanka
- jäätelötikku
- kovasta pahvista leikattu suikale
- muovitanko tai lusikka



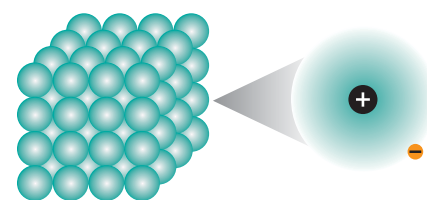
**Työohje:** Lue koko työohje huolellisesti läpi. Laadi ennuste siitä, mitä kokeessa tulee tapahtumaan. Tukeudu ennusteen laatimisessa materiaalia esittävään malliin ja perustele ennustuksesi mallin avulla. Kirjoita ennuste sille varattuun tilaan ennen kuin ryhdyt tekemään havaintoja.



Paperi koostuu kuiduista. Kuidut koostuvat selluloosamolekyyleistä.



Muovi koostuu polymeeriketjuista. Polymeeriketjut ovat sitoutuneet toisiinsa heikosti.



Metallilla on kiderakenne. Kiteessä vapaat elektronit sitovat metalli-ioneja yhteen.

Taivuttele tankoja rauhallisesti kuvan mukaisesti. Tarkkaile, mitä tangolle tapahtuu, kun sitä taivutellaan.

**Ennuste:** Mitä tutkimuksessa tapahtuu? Perustele ennuste tukeutumalla materiaalia esittävään malliin.

**Havainnot:** Laadi yhteenveto havainnoista. Miten materiaalit käyttäytyvät taivuttelussa?

**Selitys:** Miten havaittu ilmiö voidaan selittää materiaalia kuvaavalla mallilla?

# 6 Opintokäynti teollisuuteen

Opintokäynnin aikana tutustut materiaaleja käyttävään tai tuottavaan yritykseen. Tutustut erilaisiin materiaaleihin, niiden ominaisuuksiin, valmistukseen tai materiaalien käyttöön tuotteiden valmistamisessa. Tutustut myös erilaisiin teollisuuden alan ammatteihin ja ammatteihin johtavaan koulutukseen opintokäynnin aikana.



## Opintokäynnin suunnittelu

Perehdy opintokäynnin vaiheisiin:

### 1. Tehtävät ennen opintokäyntiä (1–2 tuntia):

- ryhmien muodostaminen ryhmätöitä ja tehtävien tekemistä varten,
- opintokäynnin tavoitteista ja tehtävistä keskustelu,
  - opintokäynnin tavoitteista ja siihen liittyvistä ryhmätöistä ja tehtävistä keskustelu,
  - raportin rakenteesta ja laajuudesta sopiminen,
  - tieto- ja viestintätekniikan käytön suunnittelu,
  - opintokäynnin ja raportin arviointi,
- ryhmien tehtävät ja työnjako ryhmän sisällä,
- ryhmän työskentelyn suunnittelu (tavoite, työskentelytapa, raportointi),
- yritykseen ennakolta lähetettävien kysymysten suunnittelu.

- ### 2. Varsinainen opintokäynti yritykseen (2 – 4 tuntia):
- yrityksen lyhyt esittely (yritys, mitä siellä tehdään ja miten, millaisia työntekijöitä yrityksessä on),
  - kiertokäynti, yritykseen tutustuminen,
  - ryhmätö, ennakolta sovittujen tehtävien/haastattelujen tms. tekeminen yrityksessä.

### 3. Oppilaiden ryhmätö koulussa (1 – 2 tuntia):

- raporttien, artikkeleiden tms. valmistelu ja kirjoittaminen
- tulosten esittäminen muille
- raporttien tms. julkaiseminen

### 4. Arviointi (0,5–1 tuntia):

- työskentelyn ja raporttien arviointi.
- tv:t:n käytön arviointi,
- järjestelyiden ja opintokäynnin arviointi
- oppimisen, kiinnostuksen tai motivaation arviointi

- ### 5. Ideat seuraavan käynnin suunnitteluun (0,2–0,5 tuntia).

Tutustu opintokäynnin kohteena olevaan yritykseen yrityksen verkkosivujen tai yritysesitteiden avulla.

- Mikä on yrityksen nimi?

---

- Mitä raaka-aineita yrityksessä käytetään?

---

---

- Mitkä ovat yrityksen tärkeimmät tuotteet?

---

---

- Mitä haluat oppia yrityksen käyttämistä raaka-aineista?

---

---

- Mitä haluat oppia yrityksen valmistamista tuotteista?

---

---

- Mitä haluat oppia materiaalien tai tuotteiden valmistusprosesseista yrityksessä?

---

---

- Mitä haluat oppia yrityksen ammateista?

---

---

Keskustele ryhmässäsi asioista, joita haluatte oppia opintokäynnillä. Valitkaa ryhmässä kolme kiinnostavinta asiaa.

Suunnitelkaa ryhmässä ryhmätöitä tai tehtävien tekemistä, jotka on sovittu opintokäynnille. Valitkaa ryhmätöiden aihe edellä kiinnostavaksi osoittautuneiden asioiden pohjalta.



## Ryhmätöitä opintokäynnille

### 1. Yrityksen edustajalle lähetettävät ennakkokysymykset

On tärkeää, että opintokäynnille osallistuvat yrityksen edustajat tietävät ennakolta asioista, joista te olette kiinnostuneita. Tällöin he voivat suunnata yleisesittelyä ja opintokäynnin kiertokäyntiä teitä kiinnostaviin asioihin. Laatikaa kysymyksiä seuraavan ohjeen mukaan:

- Jokainen oppilas kirjoittaa paperille viisi opintokäynnin kohteena olevaan yritykseen liittyvää kysymystä. (5 min)
- Valitse itsellesi pari ja esitele hänelle omat kysymyksesi. Tutustu parisi kysymyksiin. Yhdistelkää kysymyksiä siten, että teillä on viisi teitä kumpaakin kiinnostavaa kysymystä. (10 min)
- Menkää jonkin toisen parin luo ja esitelkää teidän kysymykset heille. Pyytäkää heitä esittelemään omat kysymykset teille. Yhdistelkää kysymyksiä siten, että teillä on viisi kaikkia teitä neljää kiinnostavaa kysymystä. (10 min)
- Opettaja pyytää kutakin ryhmää esittelemään yhden kysymyksen vuorollaan. Valitkaa luokassa noin 4–10 kysymystä, jotka lähetetään ennakolta yrityksen edustajalle.

### 2. Artikkelin kirjoittaminen opintokäynniltä

**Artikkelin rakenne:** Artikkelissa pohditaan ja esitellään aihetta monipuolisesti. Artikkelin jaetaan osiin alaotsikoiden avulla ja sen keskeinen sisältö tiivistetään usein ensimmäiseen kappaleeseen eli ingressiin. Artikkelin on samantapainen kuin uutinen, mutta siinä saattaa olla myös kirjoittajan omia näkemyksiä ja arvioita.

Artikkelin pääosat ovat pääotsikko, ingressi, kuva, kuvateksti, leipäteksti ja lähdeluettelo. Artikkelin osana voi olla yksi tai useampi kuva kuvateksteineen. Artikkelin alussa on **kirjoittajan nimi**. **Pääotsikko** kertoo aiheen ja näkökulman ja herättää kiinnostuksen. **Ingressi** johdattaa lukijan aiheeseen. Se erottuu hyvin muusta tekstistä ja on lyhyt. **Kuva** havainnollistaa tekstiä. Se voi olla valokuva, piirros tai kaavio. Kuvateksti liittyy selvästi kuvaan. **Leipätekstissä** on aloitus, käsittelyosa ja päätäntä. Aloituksessa johdatetaan lukija aiheeseen. Käsittelyosassa kuvataan, eritellään ja pohditaan aihetta. Päätäntä sulkee asian käsittelyn.

Artikkelissa voi olla **alaotsikoita**, jotka jaksottavat tekstiä. Artikkelin osana voi olla myös **tietolaatikko**, jossa voi olla esimerkiksi määritelmiä tai syventävää lisätietoa. **Lähdeluettelossa** kerrotaan käytetyt lähteet, esimerkiksi tietokirjat ja verkkotekstit. Lähdeluettelon avulla lukija voi etsiä aiheesta lisätietoa.

**Artikkelin kirjoittaminen:** Kirjoitusprosessin vaiheet ovat: 1. artikkelin aiheen valinta ja työparien muodostaminen, 2. artikkelin näkökulman rajaus, 3. haastattelukysymysten laatiminen, 4. haastattelujen ja muistiinpanojen tekeminen sekä kuvaaminen opintokäynnillä, 5. artikkelin kirjoittaminen muistiinpanojen ja kuvamateriaalin pohjalta ja 6. valmiiden artikkelien julkaiseminen. Artikkelit liittyvät opintokäyntiin, esimerkiksi työntekijöiden ammatit, työntekijöiden koulutustaustat, yrityksen tuotteet ja yrityksen kansainvälisyys.

Valitse itsellesi työpari, joka on kiinnostunut samasta aihepiiristä. Kun olette päättäneet, mistä aihepiiristä kirjoitate, rajatkaa artikkelin näkökulma yhteistyössä opettajan kanssa. Etsikää Internetistä lisätietoja yrityksestä, jotta osaatte valita näkökulman artikkelille. Esimerkiksi jos artikkelin aiheena on ”kansainvälisyys”, näkökulma voi olla ”yrityksen toiminta muissa maissa”.

Näkökulman rajauksen jälkeen hankkikaa Internetistä tai muista lähteistä lisätietoa ja alkakaa laatia haastattelukysymyksiä. Hyvät haastattelukysymykset ovat tiiviitä ja selkeitä. Kysymysten tulee olla sellaisia, että ne antavat haastattelijalle tarpeeksi tietoa aiheesta. Kysymysten tulee olla keskenään erilaisia ja tarpeeksi yksityiskohtaisia. Haastattelukysymysten tulee liittyä olennaisesti artikkelin näkökulmaan. Sellaisia kysymyksiä tulee välttää, joihin haastateltava voi vastata vain ”kyllä” tai ”ei”. Kysymyksiä tulee olla riittävästi, mutta ne eivät saa olla liian samanlaisia.

**Haastattelujen tekeminen:** Juuri ennen vierailua yritykseen opiskelkaa haastattelutekniikkaa. Haastattelutilanteen alussa esitelkää itsenne asiantuntijalle ja kirjoittakaa muistiin tiedot tästä. Katsokaa silmiin haastateltavaa ja esittäkää kysymykset rauhallisesti. Voitte kysyä vuorotellen. Muistakaa tehdä jatkuvasti tarkkoja muistiinpanoja. Kuunnelkaa haastateltavan vastaukset tarkasti ja esittäkää tarvittaessa tarkentavia lisäkysymyksiä. Jos haastateltava eksyy



aiheesta, haastattelijan on yritettävä kysymyksillään johdattaa tämä takaisin aiheeseen. Jos haastateltava antaa luvan kuvaamiseen, ottakaa hänestä kuva mielellään siten, että kuva liittyy haastateltavan ammattiin.

Hankkikaa haastattelujen lisäksi tietoa havainnoimalla tutustumiskäynnin aikana. Kaikki havainnot ja kokemukset kirjoitetaan muistiin artikkelia varten. Yrityksen jakama esittelykansio otetaan talteen. Jos ette saa artikkelia varten tarpeeksi tietoa, voitte vielä tässä vaiheessa vaihtaa artikkelin näkökulman.

**Artikkelin kirjoittaminen:** Opintokäynnin ja haastattelujen jälkeen alkaa artikkelin tekstin kirjoittaminen tietokoneella. Kirjoittakaa ensin haastattelun avulla saadut tiedot tekstiksi. Sen jälkeen muokatkaa tekstiä artikkelin rakenteen mukaiseksi. Leipätekstin valmistuttua valitkaa ja kirjoittakaa artikkelin muut osat. Valitkaa kuvat ja laatikaa niihin kuvatekstit. Hiokaa lopuksi otsikot ja muut yksityiskohdat. Lähettäkää valmis teksti opettajalle esimerkiksi sähköpostitse.

### 3. Valmistusprosessin mallintaminen

Valmistusprosesseja voidaan kuvata kaaviolla. Kaaviossa on tulo (input), lähtö (output) ja prosessi.



Kaavio, joka kuvaa Lego-auton rakentamista on:



Haastattele opintokäynnin aikana yrityksen työntekijää, joka työskentelee materiaalien kanssa. Pyri saamaan haastattelemalla selville, mitkä ovat prosessin vaiheet hänen työssään.

Laadi prosessia esittävä kaavio.

Haastattele toista yrityksen työntekijää. Laadi kaavio, joka esittää hänen työskentelyään.



#### 4. Muistiinpanojen tekeminen opintokäynnillä

Seuraavat johdattelevat kysymykset auttavat sinua ja ryhmääsi muistiinpanojen tekemisessä opintokäynnin aikana. Voitte sopia luokassa, kuka tai ketkä ovat vastuullisia tietyistä kysymyksistä. Voitte myös sopia, että kaikki vastaavat kysymyksiin.



##### Materiaalit

- Mitä raaka-aineita yrityksessä käytetään?

---

---

---

- Mistä yritys hankkii raaka-aineet tuotteiden tai materiaalien valmistukseen?

---

---

---

- Millä tavalla yrityksessä valvotaan raaka-aineiden ja materiaalien laatua?

---

---

---

##### Valmistus

- Mitä yritys valmistaa?

---

---

---

- Millä tavalla yrityksessä käsitellään ja työstetään raaka-aineita tai materiaaleja?

---

---

---

- Millä tavalla yrityksessä kehitetään valmistusprosesseja?

---

---

---

## Ammatit

- Minkälaisia ammatteja yrityksessä on?  
Miten ne voi ryhmitellä?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



- Perehdy yhteen ammattiin.  
Kuvaile ammatissa toimivan henkilön tyypillinen päivä.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- Perehdy yhteen ammattiin.  
Kuvaile koulutusta, jota ammatissa toimiminen edellyttää.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Arviointi

Arvioi omaa oppimistasi opintokäynnin aikana.

	Hyvin vähän			Hyvin paljon	
Opin fysiikkaa ja/tai kemiaa opintokäynnin aikana.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opin, kuinka fysiikkaa ja kemiaa sovelletaan käytäntöön, kun ideoidaan ja kehitetään uusia tuotteita.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opin materiaalien ominaisuuksista.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opin, kuinka yrityksessä testataan tuotteiden valmistuksessa käytettävien materiaalien laatua.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opin, kuinka yritys käyttää raaka-aineita materiaalien/tuotteiden valmistuksessa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opin yrityksen tuotteista ja niiden ominaisuuksista.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opin työelämästä opintokäynnin aikana.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opin ammateista opintokäynnin aikana.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opin koulutuksesta, jota tarvitaan ammateissa toimimiseen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Haluaisin, että opintokäyntejä järjestettäisiin enemmän.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pidin opintokäynnistä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Arvioi mitkä asiat kullakin seuraavista aloista kiinnostivat sinua eniten opintokäynnin aikana.

- Luonnontieteet ja teknologia ja niiden rooli yhteiskunnassa

---

---

- Materiaalien ja tuotteiden valmistus

---

---

- Luonnontieteiden ja teknologian alan ammatit

---

---

- Ihmisen toiminnan vaikutus luontoon

---

---

# 7 Kokonaiskuva materiaaleista ympärillämme

Muodosta kokonaiskuva materiaaleista, niiden ominaisuuksista, valmistuksesta ja käytöstä laatimalla kustakin materiaalista käsitekartta. Saat tietoa materiaalista tämän vihkon aiemmista luvuista ja esimerkiksi Internetistä, kuten Wikipediasta ja yritysten verkkosivuilta.

Voit laatia käsitekarttoja käsin tai käyttää karttojen

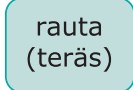
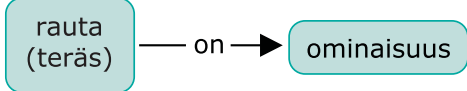
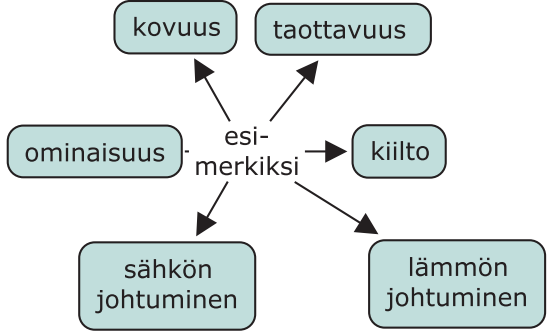
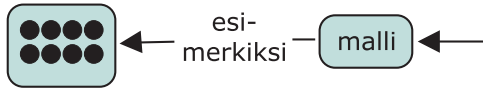
laatimiseen kehitettyä CmapTools ohjelmaa. Voit ladata ohjelman verkkosivulta

<http://cmap.ihmc.us/download/>

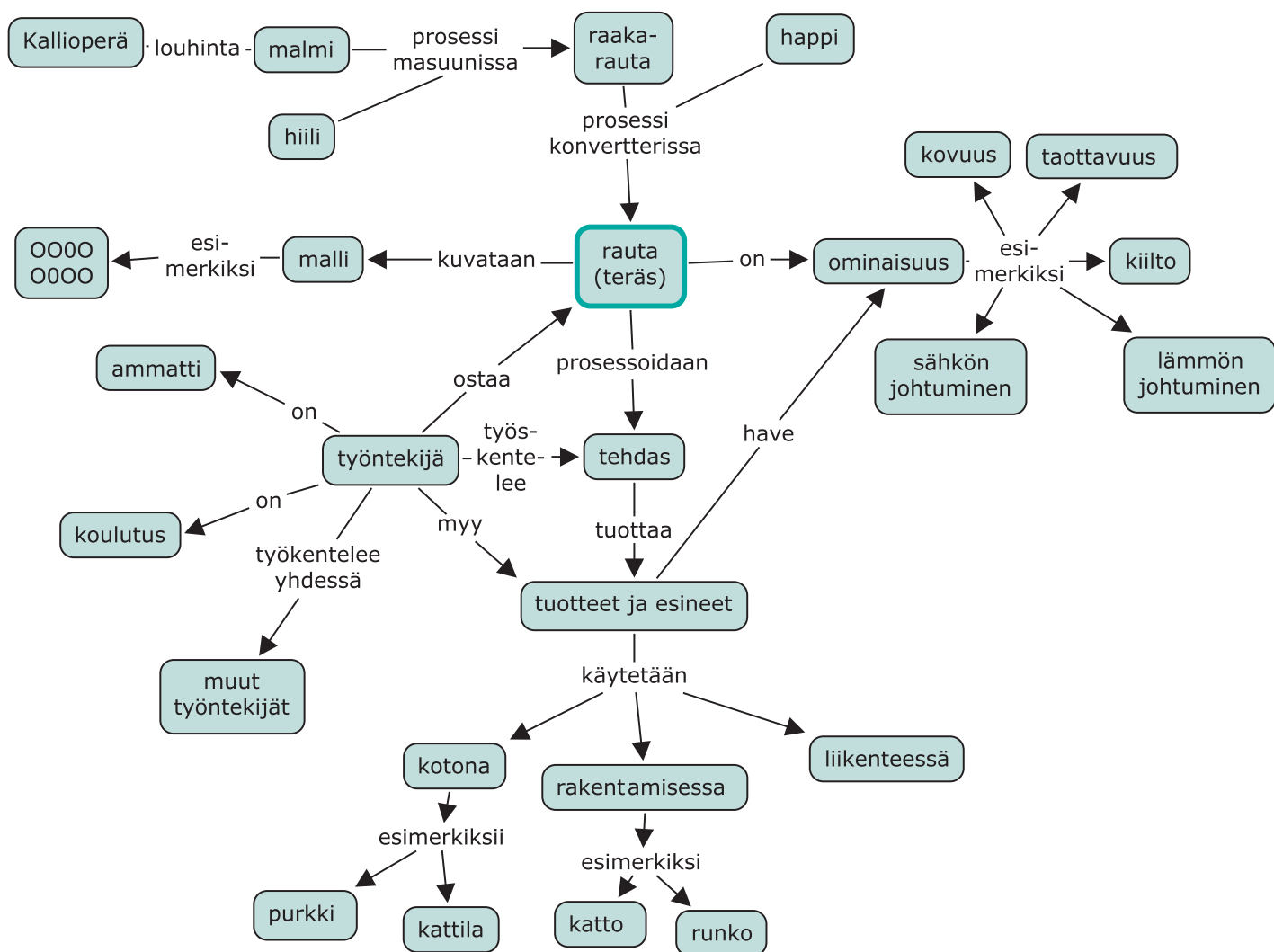
Saat ohjelmasta lisää tietoa verkkosivulta:

<http://cmap.ihmc.us/Support/Help/>

Perehdy ensin käsitekartan laatimiseen tarkastelemalla käsitekartan laatimista rauta-materiaalista.

<p>Sijoita keskuskäsite, "rauta", paperin tai CmapTools-ohjelman näytön keskelle..</p>	
<p>Ensimmäinen ajatus: "Raudalla on ominaisuuksia, kuten kovuus ja kiilto" esitetään kartan avulla seuraavasti. Linkitetään käsitteet "rauta" ja "ominaisuus" nuolella ja kirjoitetaan nuolen päälle linkkiä kuvaava termi "on".</p>	
<p>Linkitetään seuraavaksi "ominaisuus" käsitteeseen raudan ominaisuudet. Linkkisana on "esimerkiksi".</p> <p>Jatketaan käsitteiden linkittämistä.</p>	
<p>Seuraavaksi yhdistetään mallin käsite "rautaan". "Rauta" kuvataan mallilla.</p>	

Valmis käsitekartta voi olla esimerkiksi seuraavan kaltainen:



1. Laadi käsitekartta muovi-materiaalista. Varmista, että kartta sisältää vastauksen seuraaviin kysymyksiin:
  - Mitä ominaisuuksia muoveilla on?
  - Mihin tarkoituksiin erilaisia muovimateriaaleja käytetään?
  - Millainen on muovin rakenne?
  - Kuinka erilaisia muovimateriaaleja valmistetaan?



**Muovi**

- 2.** Laadi käsitekartta paperi-materiaalista.  
Varmista, että kartta sisältää vastauksen seuraaviin kysymyksiin:
- Mitä ominaisuuksia paperilla on?
  - Mihin tarkoituksiin paperia käytetään?
  - Millainen on paperin rakenne?
  - Miten paperia valmistetaan?



**Paperi**

Tämä oppimateriaali on suunniteltu Euroopan unionin 6:nneen puiteohjelman MaterialsScience –hankkeessa (SAS6-CT-2006-042942-Material Science, <http://lsg.ucy.ac.cy/materialsscience/>). Hankkeen tavoitteena on ollut suunnitella oppimateriaali perusopetukseen, joka motivoi ja ohjaa oppilaita yhteisölliseen opiskeluun, tutkimaan luontoa ja käyttämään opiskelussa tieto- ja viestintäteknologiaa.

Materiaalia ovat olleet kehittämässä:

- Suomen projektiryhmän jäsenet: Tomi Alakoski, Annika Ampuja, Jan Jansson, Kalle Juuti, Hilikka Koljonen-Toppila, Timo Kärkkäinen, Antti Laherto, Jarkko Lampiselkä, Jari Lavonen, Anni Loukomies, Veijo Meisalo, Marja Montonen ja Lasse Vanhanen.

- Asiantuntijat, jotka muokkasivat oppimateriaalin soveltuvaksi Kreikkaan tai jotka kommentoivat materiaalia asiantuntijavierailuilla: Petros Kariotoglou, Theodora Polatidou, Anna Spyrtou ja Tassos Zoupidis (University of Western Macedonia, Greece); Costas Constantinou, Yiannis Hadjidemetriou ja Nikos Papadouris (The University of Cyprus); Roser Pinto (Autonomous University of Barcelona, Spain) sekä Hans Niedderer (Mälardalen University, Sweden)

MaterialsScience projektin on rahoittanut Euroopan komission "Science and Society" ohjelma. Tämä oppimateriaali edustaa suunnittelijoiden näkemystä, eikä Euroopan komissio voi olla vastuussa oppimateriaalin käytöstä.



ISBN 978-952-10-3869-3

