



# Opettajien Kirja

## Osa 11

Muovimateriaalit

2021



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

# Tekijät

Laimonas Bačkys  
Povilas Čepulkovskis  
Gintautas Dervinis  
Laurent Daguet  
Olivier Fortin  
Olivier Fortier  
Federica Gallicchio  
Mika Heikkilä  
Bastien Hervé du Penhoat  
Sirikka-Helena Ilveskoski  
Genė Jakubauskienė  
Ritva Klaavu  
Marc Manguin  
Bilel Miled

Ari Mäkinen  
Dmitrij Novikov  
Mindaugas Petravičius  
Raimundas Petravičius  
Pirjo Pietikäinen  
Marjan Ranogajec  
Ari Rannisto  
Christian Raelison  
Jolanta Sakalauskiene  
Živilė Šatienė  
Edita Šidlauskaitė  
Jarmo Tikka  
Kęstutis Viselga  
Gražina Žardalevičienė

**Hyvä opettaja/kouluttaja/ohjaaja,**

**Motivoi ja innosta oppijaa taitojensa kehittämisessä.**

Tämä oppimateriaali on tuotettu eurooppalaisessa Erasmus+ UPSKILL -projektissa, [www.upskill-project.eu](http://www.upskill-project.eu) ja on suunniteltu vastaamaan muovituotannon työntekijän työtehtävissä edellytettäviä taitoja ja tietoa.

Koulutusmateriaalia voidaan käyttää opinnoissa sekä tutkintotavoitteissa, joihin liittyy kirjallinen koe ja ammatillisen osaamisen näyttö että esimerkiksi yrityksissä organisaation koulutustarpeeseen.

Jos materiaalia käytetään tutkintotarkoituksiin, on huomioitava kansalliset ammatillista koulutusta koskevat tutkintomääräykset ja opetussuunnitelma. Materiaali on suunniteltu ammatilliseen koulutukseen oppilaitoksiin yli 16-vuotiaille, jotka voivat myös olla alan teollisuusyrityksissä koulutuksessa, ammattia vaihtaville tai opiskeluun ilman aikaisempaa kokemusta teollisuudesta ja alalla tarvittavasta tiedosta. <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/kooste/3855075>

Upskill-materiaali voidaan helposti mukauttaa erilaisiin tarpeisiin ja erilaisille oppijoille, ryhmille tai teollisuusympäristöihin.

Opettajan kirja on kopio opiskelijan kirjasta, mutta siihen on lisätty ohjausehdotuksia ja ohjeita, jotka näkyvät suoraan tekstissä erillisinä raamitettuina tekstiosioina.

Opettajien tulee olla tietoisia vaadittavasta ajantasaisesta tiedosta työturvallisuudessa ja ympäristömääräyksissä kuten mm. Euroopan tason ohjeet. Opettaja voi aina lisätä aiheisiin liittyvää materiaalia, esimerkiksi paikallisia tehdaskohtaisia vaatimuksia.

<https://osha.europa.eu/en/safety-and-health-legislation/european-directives>

Pedagoginen lähestymistapa on sekä käytäntöön painottuva ja toiminnallinen. Materiaali on jaettu muovituotannon työntekijältä vaadittavassa osaamisessa kolmeen pääalueeseen. Yhteensä 18 tutkinnon moduulia on kuvattu Upskill-opetussuunnitelmassa:

- Perustaidot, 8 moduulia
- Yleiset tekniset taidot, 3 moduulia
- Tuotantomenetelmät, 7 moduulia

Koulutuksessa on hyödyllistä käyttää myös muita soveltuvia oppimateriaaleja.

Jokaisen moduulin kirja rakentuu seitsemästä kappaleesta, joissa pyritään ohjaamaan oppimista. Seuraavilla sivuilla on lyhyesti kuvailtu kappaleiden sisältöä.

## Kappale 1: Tavoitteet

Tieto, tekniset taidot, työyhteisöosaaminen ja vuorovaikutustaidot kuten ne on kirjoitettu opetussuunnitelmaan.

Huomioitavaa:

- Opetussuunnitelma on tunnettava hyvin ja selvitettävä opiskelun tavoitteet oppijalle.
- Aikataulut vaihtelee aiheen ja opiskeltavan asian mukaan.
- Opettaja vastaa, että oppijoilla on kaikki tarvittava ohjeistus ja oppimateriaali käytettävissään.
- Opettajiä kannustetaan etsimään sellaista materiaalia ja tietoa, joka liittyy oppijan/ryhmän/ teollisuusyrityksen tarpeisiin. On huolehdittava myös tietojen ajanmukaisuudesta.
- Opettajan tulisi suunnitella ja varata aikaa tarvittavien materiaalien, työtila jne. valmisteluun hyvissä ajoin etukäteen.

## Kappale 2: Aiheeseen tutustuminen

Pienien tapaustutkimusten avulla (tiedon haku, ongelman ratkaisu), oppija vastaa kysymyksiin yksin tai ryhmässä. Tavoitteena on herättää mielenkiinto ja uteliaisuus opiskeltavaan aiheeseen. Ammatillisen aineiston käyttäminen auttaa oikean tiedon löytämiseen.

Huomioitavaa:

- Oppimiseen suositellaan vaihdellen ryhmä- ja yksilötyötä sekä aktiivista keskustelua.
- Aikataulutetut ja monipuoliset tehtävät pitävät yllä mielenkiintoa.

## Kappale 3: Dokumentteihin tutustuminen

Yksittäisiä aihetta käsitteleviä lähdemateriaaleja tutkittuaan oppijat hankkivat lisää tietoa (Internet, päiväkirjat, kirjat tai tekniset asiakirjat...) vastaamalla kysymyksiin. Näin oppijan tieto moduulin aiheesta vahvistuu. Tämä on tärkein kappale teoreettisen tiedon hankkimisessa.

Huomioitavaa:

- Määritetään hankittavan tiedon laajuus ja tarvittavat materiaalit.
- Annetaan oppijoille tietoa erilaisista lisämateriaaleista, kuten kirjat, verkkosivustot jne.

## Kappale 4: Käytännön tehtäviä

Oppijat kehittävät moduulin aiheeseen liittyviä taitoja (katso kappale 1). Näiden toimintojen tulisi liittyä mahdollisuuksien mukaan muovituotannon työntekijän työhön ja muovituotantoon. Tässä kappaleessa on tavoitteena soveltaa teoretistä tietoa käytäntöön.

Huomioitavaa:

- Vaaditaan tarvittaessa tieto henkilösuojaimista ja työturvallisuudesta.
- Järjestetään työtila ja annetaan riittävästi aikaa ammatillisten taitojen kehittämiseen.
- Osaamisen hankintaa kohdennetaan erityisesti ammattimaisuuteen.

## Kappale 5: Teoriaa

Kappaleessa määritetään ja muodostetaan kokonaiskäsitys aiheesta. Tähän liittyvät elementit kuten toimintatavat ja terminologia.

## **Kappale 6: Muistilista**

Kappaleeseen on koottu moduulin suorittamisessa vaadittu tieto (katso kappale 1) ja tärkeimmät taidot.

Huomioitavaa:

- Edellytetään, että oppijat ymmärtävät keskeisen tiedon merkityksen riittävien taitojen hallitsemiseksi.

## **Kappale 7: Harjoituksia**

Harjoitusten avulla oppijat vahvistavat tietojaan ja kehittävät taitojaan ammatin vaatimusten mukaisesti. Opettaja voi myös käyttää näitä harjoituksia osaamisen arviointiin.

Huomioitavaa:

- Opiskelijoille annetaan riittävästi aikaa hyväksyttävien taitojen saavuttamiseen.
- Voidaan soveltaa yksilöllisesti oppijan taitoihin ja/tai teollisuuden erityistarpeisiin/paikallisiin olosuhteisiin.

Kappaleet 2-7 voidaan suorittaa tässä esitettyssä järjestyksessä. Kouluttaja voi kuitenkin vapaasti muuttaa järjestystä tai soveltaa omaa pedagogista lähestymistapaansa joko valitsemalla vain joitain aktiviteetteja tai lisäämällä muuta aiheeseen liittyvää materiaalia. Suosittelemme kuitenkin noudattamaan tämän kirjan alkuperäistä toiminnallista ja käytännön osaamiseen suuntautunutta lähestymistapaa, jossa tavoitteena on osaamisen kerryttäminen ketjutettuna oppimisprosessina.

Toivomme, että tämä materiaali on hyödyksi tulevien muovialan työntekijöiden koulutuksessa.

UPSKILL-projektitiimi

# Sisältö

Kappale 1: Tavoitteet	7
Kappale 2: Muovimateriaaleihin tutustuminen	8
Kappale 3: Dokumentteihin tutustuminen	11
Kappale 4: Käytännön tehtäviä	21
Kappale 5: Työstömenetelmiä	26
Kappale 6: Muistilista	31
Kappale 7: Harjoituksia	33

# Kappale 1: Tavoitteet

**Teoriatieto, tekniset taidot, sosiaaliset taidot tämän projektin sisältämän ohjelman WP2 mukaan.**

TAIDOT	TIEDOT
<b>TEKNINEN TAITO</b>	
1. Muovimateriaalien tunnistaminen pakkauksen tiedoista	
2. Tavallisten vikojen tunnistaminen muovituotteesta	
<b>TYÖYHTEISÖOSAAMINEN</b>	
<i>Ei erityistä</i>	
<b>VUOROVAIKUTUSTAIIDOT</b>	
1. Osallistuminen keskusteluun muovimateriaaleista ja –kappaleista	
	1. Kesto- ja kertamuovien rakenne 2. Polymeerien ominaisuudet (fysikaaliskemialliset ominaisuudet, rakenteen ja ominaisuuksien välinen suhde, lisäaineet ja olomuodonmuutos) 3. Muovimateriaalien tunnistaminen 4. Kierrätys ja biohajoavuus

# Kappale 2: Muovimateriaaleihin tutustuminen

Tutkinnon osan teemaan liittyen tutustu ja vastaa kysymyksiin. Tehtävien tekemiseen tarvitaan lähdemateriaalia. Käytetty lähde on mainittava.

## MENETELMÄ

1. Muodostan oletuksen
2. Muodostan säännön
3. Hyväksytän sen opettajalla
4. Esitän tulokset ja tulkitseen niitä
5. Hyväksyn/hylkään oletuksen
6. Vastaan kysymykseen

Take care that you select appropriate teaching methods for the circumstances where you teach (classroom, factory...) and student group (more student driven in groups discussing or individual work with source material...)

Make sure the students have basic knowledge of chemistry: organic-inorganic, some properties of substances are useful to mention

Be careful that used information is up-to-date, new innovative solutions like <https://www.sulapac.com/>

Physical units and multiplicative are in mind

## Tehtävä 1: Materiaalit ympärilläsi

Ympäristössämme on monen tyyppisiä materiaaleja. Mitä eri materiaaleja tunnistat?

wood, glass, metals, plastics, ceramics

## Tehtävä 2: Muovit ympärilläsi

Vastaa kysymyksiin ensin itse ja keskustele sen jälkeen vastauksista muiden kanssa.

1. Kuinka monta muovituotetta tunnistat juuri nyt ympäristössäsi?
2. Miksi muoveja käytetään niin laajasti?
3. Selvitääkö maailmassa ilman muovia? Nimeä joku aivan olennaisen tärkeä muovituote. Toisaalta, onko joku muovituote aivan turhake?

garments, furniture, buildings, vehicles...



## Tehtävä 3: Muovimateriaalien lähtöraaka-aineet

Muovit valmistetaan pääasiassa hiilivedyistä, joita kutsutaan polymeereiksi, ja polymeerien rakenneosia kutsutaan monomeereiksi (poly - moni, mono - yksi). Muoviteollisuuden raaka-aineet saadaan joko raakaöljystä tai uusiutuvista kasvipohjaisista lähteistä.

Selvitä, kuinka monta prosenttia raakaöljystä käytetään maailmanlaajuisesti muovin tuotantoon.

<4 %, check the current situation

Mitkä muut teollisuudenalat käyttävät raakaöljyn jakeita?

health care, (food)packaging, sanitary disposal ...

Mitkä ovat tärkeimmät kasvipohjaiset muovien raaka-aineet?

glukoosi, selluloosa, kasviöljyt, tärkkelys

## Tehtävä 4: Materiaalien kemiallinen rakenne

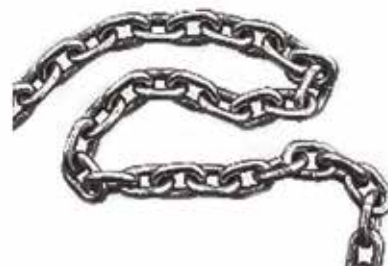
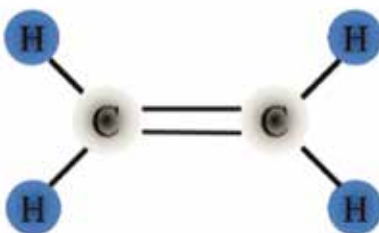
Atomi on aineen pienin kemiallisesti jakamaton ainesosa.

1. Mitkä ovat atomin kolme päärakenneosaa?
2. Luettele useita alkuaineita.

Alla on eteenimolekyyli, joka koostuu kaksi kahdesta hiiliatomista ja neljästä vetyatomista (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>). Sitä kutsutaan monomeereiksi polyeteenin tuotantoprosessissa ja se on kaasua.

1. Nimeä kaksi muuta aineiden olomuotoa. neste, kiinteä
2. Minkä niminen sidos kuvassa on kahden hiiliatomin välillä?

kaksoissidos, kovalenttinen sidos



## Tehtävä 5: Muovimateriaalien kemiallinen rakenne

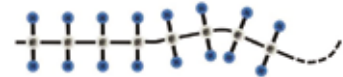
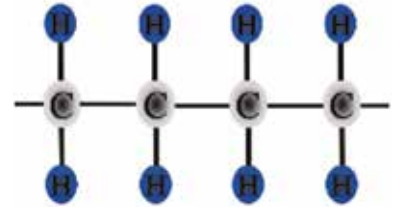
**Polyeteeni voidaan syntetisoida eteenikaasusta polymerointireaktorissa seuraavissa olosuhteissa:**

- paine: ~3000 bar
- lämpötila: ~300°C

Lisäksi tarvitaan katalyytti reaktion käynnistämiseksi.

Polymeerit muodostuvat polymerointireaktioissa, polymeerin rakenne määräytyy käytetyistä monomeereistä ja valmistusprosessin olosuhteista. Polymeerirakenne yhdessä mahdollisten lisäaineiden kanssa määrittelee muovin ominaisuudet.

Hiilen ja vedyn lisäksi polymeerimolekyylisiin voi olla liittyneenä myös muita alkuaineita, kuten happi (O), typpi (N), kloori (Cl) ja pii (Si). Polymeerimolekyylin kemiallinen rakenne vaikuttaa sekä materiaalin kemiallisiin että mekaanisiin ominaisuuksiin. Polymeerit koostuvat tyypillisesti yli 1000 hiiliatomista, ja niiden koon vuoksi niitä voidaan kutsua makromolekyyleiksi.



**Selitä omin sanoin, mitä käsite ”polymeeri” tarkoittaa.**

useat toistuvat yksiköt

**Mitä rakennekaavan sulkeet ja alaindeksi n tarkoittavat?**

toistuvien yksikköjen määrä

**Mitkä atomit muodostavat pääketjun useimmissa synteettisissä polymeereissä?**

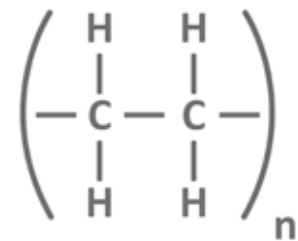
hiili

**Hae useita tuotteita, jotka on valmistettu polyeteenistä.**

## Tehtävä 6: Muovien kierrätys

**EU:n organisaatiot ovat laatineet materiaalien kierrätystä koskevia sääntöjä. Muovit on merkittävä kierrätysmerkeillä.**

**Hae seitsemän tärkeimmän muovilaadun oikeat kierrätysymbolit.**



Polyethylene (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)<sub>n</sub>

tuotteissa on kierrätysmerkit, varmista ajantasainen tietolähde, standardit uusitaan viiden vuoden välein

ISO 11469:2016PUBhtml

<https://www.iso.org/standard/63434.html>SHED

<https://www.iso.org/standard/63434.html>

# Kappale 3: Dokumentteihin tutustuminen

Tavoitteena on ymmärtää teoriaa ja hakea tietoa soveltuvista lähteistä.

**Aineiden rakenteeseen tutustumisen jälkeen hae lisää tietoa (Internet, artikkelit, kirjat jne.) Vastaa kysymyksiin ja syvennä muoveihin liittyvää tietoa.**

## Tehtävä 1: Historiasta

The year 1862 in the history of plastics was remarkable, because the first step in the development of man-made plastic was presented. In the year 1907 world's, entirely first synthetic plastic was found. The year 1920 plastics was found to be one with many other polymers, even the remarkable notice was it can be naturally occurring organic compound. Wars has brought many innovations. 1933 polyethylene was created. So was polystyrene and the further innovation of PS, synthetic styrene-butadiene rubber SBR created too. For military use Nylon in the year 1939 was valuable, although it was first created as a sock material. The year 1941 gave expanded lightweight plastic. In the 1950s, polyester and polypropylene were developed. In the next decade for example thermoplastics and technically valuable aramid with the brand name Kevlar came to market. World history as oil crises and awakening to environmental awareness in the next coming decades have giving inspiration for huge amount of new plastics and their applications, building, medicine, packaging, automotive etc.

Hae lisää tietoa kirjoista ja internetistä käyttämällä yllä olevan tekstistä hakusanoja.

**Kun olet tutustunut muovien historiaan vastaa kysymyksiin:**

Minkä niminen oli ensimmäisenä keksitty muovi? Milloin se keksittiin?

Parkesine/1862

Selluloidi, mistä raaka-aineesta se on tehty?

Selluloosasta, dinitratoimalla

Mikä oli ensimmäisen synteettisen muovin nimi?

Bakeliitti, ensimmäinen täysin synteettinen, massatuotettu muovi

Sodat ovat vaikuttaneet suuresti myös muovien kehittymiseen. Kuvaile miten?

Materiaaliominaisuuksia kuten keveys, vahvuus ja muita kriisien luomia tarpeita lähtöaineiksi

Mitä syitä on edelleen kehittää uusia muoveja?

Eri näkökohtia kuten ympäristö, tehokkuus

## Tehtävä 2: Kumi, elastomeeri

**Lue alla oleva teksti ja vastaa kysymyksiin:**

**Onko synteettisestä kumista luonnonkumin korvaajaksi?**

**Toistaiseksi siitä ei ole täysin korvaamaan luonnonkumin korvaajaksi**

Mikä merkitys kumilla on pitämään se vielä korvaamattomana?

**Esimerkiksi tekniset ominaisuudet**

Luonnonkumi on yksi tärkeimmistä ihmiskunnan polymeereistä. Se on välttämätön raaka-aine kymmenissä tuhansissa tuotteissa. Luonnonkumia käytetään renkaissa, rakennuksissa, käsineissä, vaatteissa, tutissa, leluissa ja paljon muualla.

Luonnonkumia saadaan lateksista, maitomaisesta nesteestä. Monet kasvilajit tuottavat lateksia, mutta vain alle kolmen tuhannen lajin on havaittu sisältävän kumia lateksissaan.




Kumin biologista tehtävää kasveille ei täysin tunneta. On kuitenkin osoitettu, että kumi voi auttaa kasveja korjaamaan vahingoittumisen jälkeen peittämällä haavat, pysäyttämällä nestevuodon ja estämällä haitallisten bakteerien ja virusten pääsyn kasviin.

Kumin ominaisuuksiin kuuluu suuri lujuus ja kyky venyä monta kertaa alkuperäisestä mitasta ja palautua rikkoutumatta, jota kutsutaan elastisuudeksi. Luonnonkumiyhdisteet ovat poikkeuksellisen joustavia, hyviä sähköeristeitä ja kestävät monia syövyttäviä aineita.

Synteettistä (keinotekoista) kumia voidaan tuottaa kemiallisella prosessilla, mutta synteettisessä kumissa ei saavuteta kaikkia luonnonkumin ominaisuuksia. Synteettinen kumi ei kaikissa sovelluksissa voi korvata luonnonkumia.



## Tehtävä 3: Muovien alkuperä ja lähteet

Tutustu taulukkoon, hae puuttuva tieto ja täytä “materiaalista valmistetaan” osat.

Alkuperä	Lähteet	Materiaalista valmistetaan
Orgaaninen 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• petroli</li> <li>• hiili</li> <li>• maakaasu</li> </ul>	
Kasviöljypohjainen 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• puu (selluloosa)</li> <li>• puuvilla (selluloosa)</li> <li>• kumipuu (lateksi)</li> <li>• sokeriruoko (alkoholi)</li> <li>• maissi</li> <li>• risiinipavut</li> <li>• levät</li> </ul>	
Eläinpohjainen 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• maito (kaseiini)</li> <li>• äyriäiset</li> </ul>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">           gelatiini/            gaseiiniformaldehydi         </div>
Sekalainen alkuperä	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hiekka (pii)</li> </ul>	

Yksi polymeerien luokituksista perustuu molekyyliketjujen järjestäytymiseen polymeerissä. Tämä luokitus selittää polymeerien sisäisen rakenteen.

## Tehtävä 4: Polymeerien jaottelu

KESTOMUOVIT	KERTAMUOVIT
Lineaarinen ketju	Poikittaissidoksellinen ketju Kolmiulotteinen verkko
	
<p><b>Kestomuovit</b> koostuvat suorista tai haaroittuneista ketjuista, jotka eivät ole sitoutuneet toisiinsa kovalenttisesti. <b>Lämmön vaikutuksesta ketjut liikkuvat ja voivat liukua myös päällekkäin.</b> Erytispiirteenä on, että kun ketjut jäähtyvät, makromolekyylien liikkeet hidastuvat ja aine jää uuteen muotoonsa.</p> <p><b>Tämä mahdollistaa niiden muodonmuutoksen ja kierrätyksen useita kertoja..</b></p> <p><b>Esimerkiksi voi kuvitella kynttilän (vaha).</b></p>	<p><b>Kertamuovien</b> ketju muodostaa kolmiulotteisia verkkorakenteita. Ketjut eivät liiku toistensa suhteen, joten uutta muotoa ei saada syntymään. Siitä syystä <b>materiaali voidaan muokata vain kertaalleen.</b></p> <p><b>Esimerkkinä valmiiksi paistettu kakku.</b></p>

### Huomio:

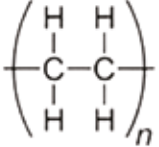
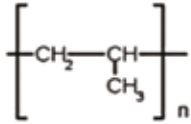
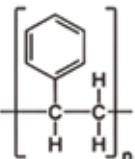
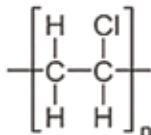
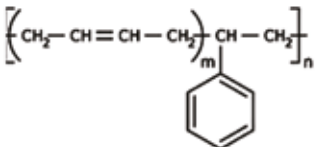
Elastomeerit ovat muovien erikoisryhmä. Niitä voidaan luokitella joko kestumuvien ryhmään tai kertamuovien ryhmään.

## Tehtävä 5: Tietoa yleisimmistä polymeereistä

Jokaisella polymeerillä on erilainen kemiallinen rakenne ja siten niillä on erilaiset ominaisuudet.

Tämä tarkoittaa, että ne erottuvat sovellettavuudessaan ja muokattavuudessaan toisistaan.

**Keskustele eri merkitsemistavoista, huomioon millaisia substituutteja voi olla ja mikä vaikutus niillä on, esimerkkinä voi käyttää EU-sivuston PVC <https://vinylplus.eu>**

MATERIAALI	KEMIALLINEN RAKENNE
Polyeteeni PE	
Polypropeeni PP	
Polystyreeni PS	
Polyvinyylikloridi PVC	
Akrylnitriilibutadi ABS eenistyreeni	

### Mitä havaintoja voi tehdä yllä olevaa taulukkoa tarkasteltaessa?

Käytännön tilanteita varten on hyödyllistä käyttää aikaa yksittäisten kaupallisten materiaalien teknisiin tietoihin tutustumiseen, tekniset –esitteet (TDS Technical Data Sheet)

Vaikka polymeerien toimittajat tuottavat samaa polymeeriä, poikkeavat polymeerit yleensä hieman ominaisuuksiltaan. Tästä syystä jokaisella polymeerillä on oma tekninen tuote-esite. Polymeerin käsittelylämpötilat ja muut käyttöparametrit on asetettava kulloisenkin toimittajan ohjeiden mukaan.

1. Etsi tuote-esite tai KTT, käyttöturvallisuustiedote, valintasi mukaan kahden eri toimittajan valmistamasta samasta polymeerinimikkeestä, tiedot voivat löytyä joko työympäristöstäsi tai internetistä. Etsi löytämistäsi tiedoista erot ja yhtäläisyydet.

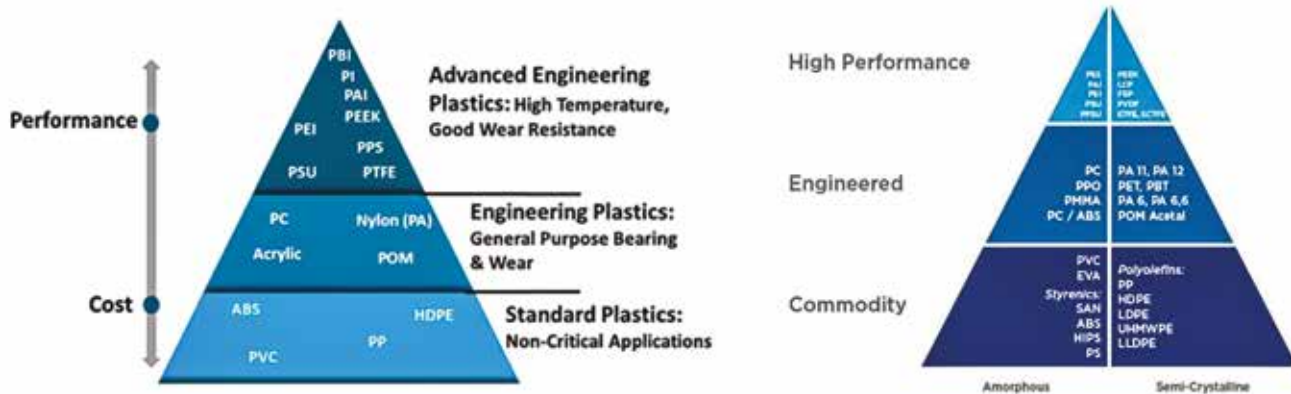
2. Mitkä ovat suurimmat eroavaisuudet polymeerien käyttäytymisessä?

tiheys ja molekyylimassa ja niiden vaihtelu, väri, lasi- ja sulalämpötilat, prosessointitiedot...

## Tehtävä 6: Käyttökohteen mukaan erityisominaisuudet

Ammattiteoria visualisoidaan usein, jotta kokonaisuuden hahmottaminen on helpompaa. Alla olevat pyramidit ovat esimerkkejä perustiedoista, jotka jäsentävät muovilaatujen erilaisia ominaisuuksia.

Muovit jaetaan kolmeen ryhmään: valtamuovit, tekniset muovit ja erikoismuovit. Mitä ylempänä muovi on pyramidissa, sitä kalliimpi se yleensä on. Yksi kilogramma valtamuovia voi maksaa yhden euron. Toisaalta huippuominaisuus voi nostaa kilohintaa yli sataan euroon ja kalliimmaksikin.



Maailmassa eniten käytettyjen muovien polymeerityypit ovat: PE, PP, PS, PVC, PET.

**Huomioi pyramideissa materiaalien hieman eri jaottelu. Niiden tietoja yhdistelemällä löytyy olennaista huomioitavaa.**

**Valitse pyramideissa esitetyistä kolmesta lohkoista jokaisesta yksi polymeeri.**

1. Selvitä sovelluskohteita, joissa näitä polymeerejä käytetään.
2. Tarkastele näiden polymeerien sulamislämpötiloja ( $T_m$ ).

**homo- ja kopolymeerikäsitteet voisi mainita**

3. Etsi tietoa valitsemiesi polymeerien hinnoista.

**Kestomuoveilla on kaksi päärakennetyyppiä**


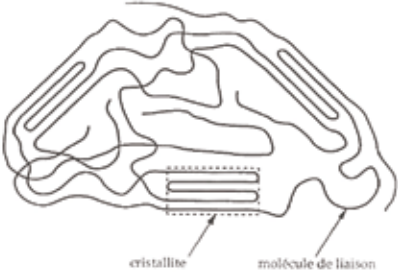


**Muovit ovat 100 % kiteisiä vain teoriassa. Kiteiseksi nimetty on osittain kiteistä. Kiteisyysasteena 80 % on jo korkea.**

**Karkeasti ajateltuna muovin kiteisyyden/amorfisuuden ja sen sameuden/kirkkauden välillä pätee yhteys. Kiteiset muovit ovat usein sameita (opaaleja) koska valon säde hajaheijastuu yhdensuuntaistuneesta molekyylirakenteesta.**



## Tehtävä 7: Kestomuovien rakenne

Kestumuoveilla on kaksi päärakennetyyppiä

AMORFINEN	OSITTAIN KITEINEN
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ketjut ei ole järjestäytyneitä</li> <li>• ketjujen väliset vuorovaikutukset ovat heikkoja -&gt; heikommat ominaisuudet</li> <li>• yleensä läpikuultavia tai läpinäkyviä</li> <li>• kutistuminen &lt; 1% ja tasaista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ketjuilla paikallisia järjestäytymistä (kiderakenteita)</li> <li>• ketjujen väliset vuorovaikutukset ovat vahvoja =&gt; vahvemmat ominaisuudet</li> <li>• läpikuultavista läpinäkymättömiin</li> <li>• 1 % &lt; kutistuminen &lt; 3 %, epätasaista</li> </ul>
	
<p>Sulamislämpötila-alue laaja. Ei selvää siirtymää jähmeästä sulaan tilaan?</p>	<p>Sulaminen kapealla lämpötila-alueella, tarkka sulamislämpötila, nopea muutos kiinteästä sulaan.</p>

**Huomio: Esteettisiä ominaisuuksia voidaan osittain muuttaa prosessoinnin lämpötilavalinnoilla.**

Osittain kiteiset materiaaleille matalat jäähtymislämpötilat voivat aiheuttaa jännitteitä kappaleeseen.

Tarkastele kuvien viittä tuotetta, ruuvimeisseli, naru, porakone, valokate ja kypärä.

Määrittele, mistä polymeerityypistä ne on valmistettu. Voiko tuotetta valmistaa eri polymeereistä?

Millainen molekyyli rakenne niillä on?

Internet-haku tuotteen nimellä auttaa tiedon, voi miettiä ominaisuuksian perusteella lämmönkesto, iskulujuus, eristeet, valon läpäisy, kirkkaus.

PS

PP

PP/PA vihreä/musta

PMMA tai PVC

ABS



Muovit ovat 100 % kiteisiä vain teoriassa. Kiteiseksi nimetty on osittain kiteistä. Kiteisyysasteena 80 % on jo korkea.

Karkeasti ajateltuna muovin kiteisyyden/amorfisuuden ja sen sameuden/kirkkauden välillä pätee yhteys. Kiteiset muovit ovat usein sameita (opaaleja) koska valon säde hajaheijastuu yhdensuuntaistuneesta molekyyli rakenteesta.

## Tehtävä 8: Muovien ominaisuuksia

### 1. Tarkastele useiden polymeerien tuote-esitteitä.

Täytä taulukko keräämällä alla olevat tiedot (1-6) valitsemistasi polymeeristä.

Täytä taulukko keräämällä alla olevat tiedot (1-6) valitsemistasi polymeeristä.

	MUOVI		
	X	XX	XXX
1. muovilaatu/kauppanimi			
2. tiheys			
3. sulakäyttäytyminen			
4. kosteuden sitominen			
5. kutistuma			



### 2. Mitä polymeeriä voidaan käyttää autojen ajovalojen sähköliittimiin?

mahdollisesti POM, PA, PP

### 3. Alla on kuvailtu joitain tärkeitä muovien ominaisuuksia

**Myös muita ominaisuuksia on hyvä huomioida, kuten UV-kesto, naarmuuntuminen, lämpö/kylmä, kemikaalit, ominaisuudet kuten antistaattisuus, likaantuminen...**

#### Sulaindeksi

Sulaindeksi (MFI, Melt Flow Index) on luku, joka kuvaa kuinka polymeerisula virtaa vakio-olosuhteissa. Tämä on tärkeä tieto, sillä kestumuovit sulatetaan, kun niistä valmistetaan erilaisia tuotteita.

Minkä tahansa polymeerityypin, esimerkiksi polypropeenin (PP), sisällä on useita laatuja, joilla voi olla erilainen sulaindeksi.

Ruiskuvalussa käytetään polypropeenia, jolla on korkea sulaindeksi (MFI = 3 g / 10 min),

kun taas suulakepuristuksessa polypropeenilla sulaindeksi on pieni (MFI = 22 g / 10 min).

Ekstruusiossa matala sulaindeksin arvo, tarkoittaa suurta viskositeettia, vertaa hunaja.

Ruiskuvalussa korkea sulaindeksin arvo, tarkoittaa pientä viskositeettia, vertaa vesi.

#### Kosteuden sitominen

Muovit voivat absorboida sienen lailla ympäröivän ilman kosteutta. Kosteus poistetaan rakeista (granulaateista) koska se voi häiritä materiaalin käsittelyä ja heikentää tuotettujen osien laatua. Yksi mahdollinen tapa kuivata muovirakeet on laittaa ne uuniin, jonka läpi johdetaan ilmavirta. Tyypillinen kuivauslämpötila on 50 - 150 °C ja tyypillinen kuivausaika on 1-12 tuntia. Tuotteen ohjeita tulee noudattaa, koska materiaalit sitovat hyvin erilaisia määriä kosteutta.

Esimerkiksi PA (nylon) voi sitoa jopa 10 % kosteutta. Myös pienetkin kosteuspitoisuudet vaikuttavat olennaisesti esimerkiksi kierrätyksessä polymeerin laatuun. Joidenkin muovien laatukriteerinä voi olla jopa pienempi kuin 0,01 % kosteus.

#### Kutistuma

Kutistuma määritellään kappaleen mittojen erona, muotissa oleva osan ja 24 tunnin jäähtymisen jälkeen.

Kutistuminen tapahtuu polymeeriketjujen uudelleen järjestäytyessä jäähtymisen aikana. Kiteytyneessä osassa polymeeriketjut ovat hyvin järjestäytyneet, osittain kiteisen polymeerin kutistuma on suurempaa kuin amorfisen.

HUOMIO: Mitä paksumpi kappale sitä suurempi kutistuma yleensä on.

#### Tarkastele ja selitä muita polymeerien ominaisuuksia.

## Tehtävä 9: Muovien kierrätys

Internet saattaa olla kaikkein tehokkain tietolähde. Kierrätysasemalla vierailu voi olla hyödyllistä.

1. Selvitä, miten ja kenen toimesta muovin kierrätys paikallisesti järjestetään.
2. Selvitä, miten ja kenen toimesta muovipakkaukset paikallisesti kerätään.
3. Kerää esimerkkejä muovituotteista, jotka on valmistettu kierrätetystä muovista. Kuinka kierrätetyn raaka-aineen käyttö vaikuttaa tuotteen arvoon?
4. Jos kierrätys ei ole mahdollista, miten muovit hävitetään?

## Tehtävä 10: Tuotannon työturvallisuus- ja ympäristöohjeet

Käyttöturvallisuustiedotteet ja kemikaalien käsittelyohjeet on hyvä huomioida.

Eurooppalaiset ohjeet löytyvät verkkosivulla <https://osha.europa.eu/fi> tai <https://osha.europa.eu/en/safety-and-health-legislation/european-directives>

1. Mitkä ovat mahdolliset terveysriskit työskenneltäessä muovimateriaalien kanssa?
2. Mitä turvallisuusmääräyksiä on käytössä kemiallisten riskitekijöiden välttämiseksi?
3. Luettele kolme tehokkainta tapaa minimoida riskit muovituoteteollisuudessa.

# Kappale 4: Käytännön tehtäviä

(käytössä olevan laitteiston mukaan)

Paikallisesti esimerkiksi tuotanto-olosuhteissa työskentely.

Tavoitteena on saada harjoitusta käytännön työolosuhteissa.

## Käytännön harjoitus 1

Työskentelet yrityksessä, joka käsittelee muoveja (kestomuovia ja kertamuovia). Tuotelinjan hoitajana haet koneelle muoviraaka-aineet. Koneella on myös käytössä keräilijä, jonka avulla valetun tuotteen valutappi ja muuta polymeerihukkaa voidaan käyttää suoraan uudelleen. Varastossa näet useita läpinäkyvättömiä pusseja, joissa on eri värejä ja erilaisia polymeerejä.

Seuraavaan tuotteeseen käytettävä materiaali on ABS. Minkä alla olevista kahdesta pussista valitset koneelle?



Styrolution PS 124L CRISTAL CLEAR-25Kg NET LOT  
A-130 13F07 ART 50287202 -C4785



Terluran GP-22 natural 25Kg LOT A13102A050 Art 50000063-07718 ABS  
Made in Belgium

Muovimateriaalien teollisiin pakkauksiin ja pakkausmerkintöihin tutustuminen mahdollisuuksien mukaan.

## Käytännön harjoitus 2

### Polymeerien tunnistus

1. Etsi useita muovilaatujen lyhenteitä ja / tai nimiä. Selvitä puuttuva yhteys nimi / lyhenne.
2. Veden avulla voi määrittää materiaalien tiheyseroja. Selitä miksi.
3. Jokaisella polymeerillä on tyypillisiä palamisominaisuuksia. Yritä löytää videoita, jotka selittävät, kuinka liekki, haju, savu ja sulaminen liittyvät tutkittavaan polymeeriin. Mitä muuta voidaan havaita palamisominaisuuksista? Miksi jokin palaa?

## Käytännön harjoitus 3

Tarkastele kuvan näyterakeita, yhdistä ne teksteihin:

rouhittu uudelleen kiertoon

**pelletti 2**

alkuperäinen granulaatti

**pelletti 1**

kahden edellisen seos

**pelletti 3**



näyte 1

näyte 2

näyte 3

## Käytännön harjoitus 4

**Taulukko polymeerien ominaisuuksista aiemmin, tiedon haku silikoni- ja polypropeenituotteista.**

### Käyttäytyminen kuumassa ja kylmässä

1. Mitä tarkoitetaan käsitteillä kesto- ja kertamuovi?
2. Kappaleita kuvissa 1 ja 2 on pidetty 220 °C uunissa. Mitä niille on tapahtunut?
3. Kumpaan muovityyppiin ne kuuluvat?
4. Jos mahdollista, kokeile laboratoriossa kesto- ja kertamuovien lämpökäyttäytymistä.



## Käytännön harjoitus 5

**Polymeerejä voidaan valmistaa monella tavalla.**

Jos laboratoriossa ei ole mielekästä tai mahdollista tehdä töitä, ilmiöitä voi hakea/katsoa myös videoilta, joita sopivilla hakusanoilla internetissä on saatavilla.

### Polymeerin valmistus 1

Yksi helpommista tavoista on valmistaa limaa.

Harjoituksia voidaan katsoa myös internetistä löytyvistä videoista.

#### Menetelmä 1

Limaa voidaan valmistaa sekoittamalla kirkasta vinyyliliimaa pesuaineeseen. Voit etsiä reseptin ainesosien suhteille. Tee havaintoja työstä. Miten kuvaisit valmistusta? Olisiko menetelmä mahdollinen teollisesti?

#### Menetelmä 2

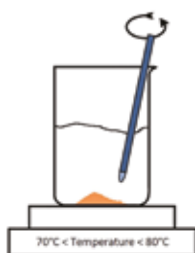
Materiaali:

- BORAX (40 g)
- polyvinyylialkoholi (PVA) (40 g)
- tislattu vesi (2 litraa)



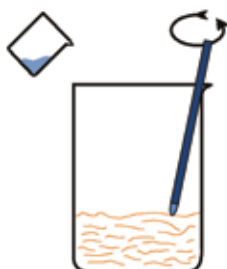
#### 1. Borax-liuoksen valmistus

Sekoita ja liuota 40 g of Borax yhteen litraan tislattua vettä.



#### 2. Polyvinyylialkoholin valmistus

Sekoita ja liuota 40 g PVA:a yhteen litraan tislattua vettä.



#### 3. Liman valmistus

Lisää 10 ml Borax liuos 100 ml:aan huoneen lämpöistä PVA:ta.

Vähitellen alkaa syntyä geeliä.

Miten syntynyttä ainetta voisi kuvailla?

Soveltuisivatko kuvatut menetelmät teolliseen tuotantoon?

## Polymeerin valmistus 2

### Polyamidin valmistus, PA-6,10

Materiaalit:

- heksametyleenidiamiini (10%) vedessä (25 ml)
- sebasiinihapon dikloridi (2 ml)
- heptaani (25 ml)
- 1 dekantterilasi 50 ml
- 1 dekantterilasi 100 ml
- 1 sekoituspala lasin sisään

**Vaihe 1: Lisää 25 ml of heksametyleenidiamiinia dekanterilasiin 1**

**Vaihe 2: dekantterilasissa 2, sekoita varovasti 25 ml of heptaania ja 2 ml puhtaaseen sebasiinihapodikloridi (liuos käytettävä 5 min aikana)**

**Vaihe 3: lisää hitaasti liuos dekantterilasista 2 dekantterilasiin 1 välttämällä näiden kahden liuoksen sekoittumista. Reaktio tapahtuu liuosten rajapinnassa, jossa syntyy polyamidia.**

**Vaihe 4: Tartu kiinni huntumaisesta kerroksesta ja kierrä muodostuvaa polymeerilankaa lasisen tangon ympäri.**

Reaktio päättyy, kun reagenssien suhteet toisiinsa muuttuvat.

PA 6,10 kuuluu polyamideihin, joita myös kutsutaan nimellä Nylon. Selvitä muutamia sovelluksia, joissa polyamideja/nailoneja käytetään? Selvitä joitain ominaisuuksia, miksi polyamidit valitaan näihin sovelluksiin.

## Käytännön harjoitus 6

Havainnoi ja tarkastele lähemmin ympärilläsi olevia muovituotteita, ovatko ne kesto- vai kertamuovisia. Onko ympäristössäsi myös elastomeerejä, luetteloï niitä.

**Tässä tehtävässä ei ole tarkoituksena vain kerrata vaan ennemminkin analysoida ja hankkia käytännön tietotaitoa. Aiheiden pohtiminen voi auttaa tuotantolinjan hoitajaa havainnoimaan tuotantoa**

Vertaa ja selitä, miksi juuri nämä polymeerityypit on valittu käyttökohteisiinsa? Mitä ominaisuuksia vaaditaan kussakin tapauksessa?



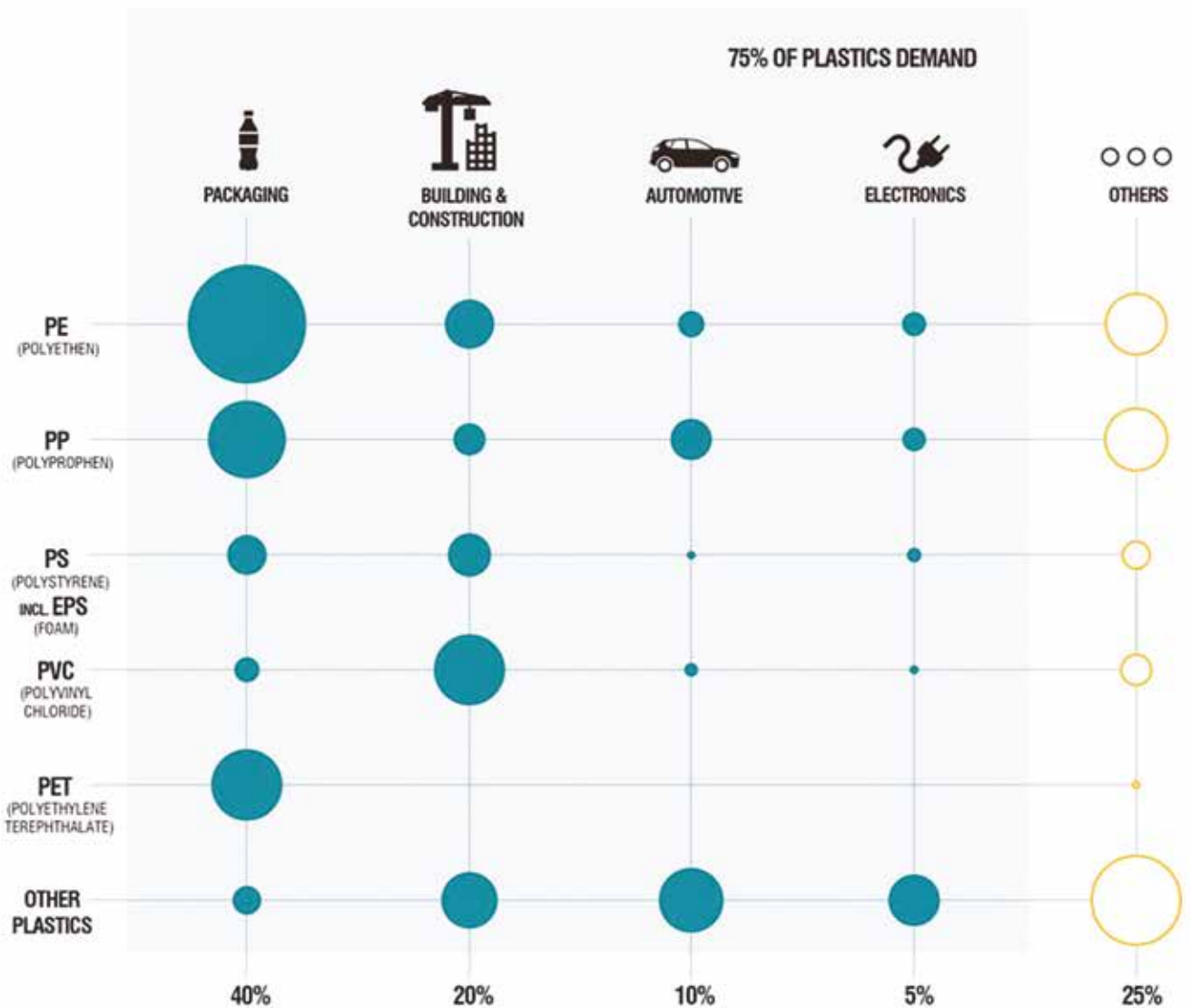
## Käytännön harjoitus 7

On tärkeää, että kehittyy kyky oikean ja luotettavan tiedon ja muoviin liittyvien uutislähteiden ja ennusteiden löytäminen, digitaistoja.

Tarkastele alla olevan kaavion tilastotietoja.

Mitä tietoja graafisesti kuvataan? Kirjoita lyhyt selitys kaavion tiedoista.

Tee samanlainen kaavio useasta itse valitsemastasi tuotteesta. Selitä tulokset myös tekstinä.



Share of European plastics demand in 2017.

Image: Adapted from Materials Economic

Lähde: <https://www.weforum.org/agenda/2019/10/plastics-what-are-they-explainer>

# Kappale 5: Työstömenetelmiä

**Yhdistä valmistusmenetelmiin liittyen hyvät käytänteet.**

**Työskentelyolosuhteiden tarkastelu joko oppilaitoksessa tai yrityksessä oppijan näkökulmasta.**

## 1. Johdanto materiaalien käsittelyyn

### Ennen prosessointia

On yleinen käytäntö tarkistaa käytetty materiaali, koska se voi olla rakeina tai hiutaleina. Lisäaineet vaikuttavat prosessoitavuuteen. Usein muovi annostellaan tilavuusvirtoina. Tästä syystä johtuen muovin tiheys on bulkkimateriaalin on oltava koko prosessin ajan vakio. Tiheyserot esimerkiksi ekstruusiossa vaikuttavat lopputuotteen mittoihin ja massaan.

Huomiota tulee kiinnittää esimerkiksi mahdollisiin lisäaineisiin, kuten esimerkiksi prosessoinnin apuaineet, UV-stabilisaattorit, kierrätysjakeet.



### Prosessin aikana

Kun tuotetta valmistetaan, tarkkaillaan sekä laitetta ja heti alusta alkaen myös syntyviä tuotteita. Tuotteiden ominaisuuksia verrataan tavoitteeseen. Jos laatuksiteerit eivät täyty, on tarkistettava koneen parametrit jo olemassa olevaan tietoon valmistusohjeista ennen muutoksia.

Esimerkiksi ruiskuvaluprosessin eri osissa käytetään eri lämpötiloja, ruiskutusnopeuksia ja paineita kesto- ja kertamuoveille. Nämä tiedot löytyvät materiaalitoimittajien tuote-esitteistä ja ne on hyvä olla saatavilla esimerkiksi koneen lähellä kansiossa.

Tutustu tuote-esitteisiin ja muista kysyä, jos on jotain epäselvää.

Tuote-esitteissä on tuotantomenetelmiin liittyvää tietoa.

Esimerkki toimittajan tuote-esitteestä.

#### Product Texts

Easy-flow, general purpose injection moulding grade with high resistance to impact and heat distortion; intended for a wide range of applications, particularly in the housings sector.

#### Rheological properties

	Value	Unit	Test Standard
Melt volume-flow rate, MVR	19	cm <sup>3</sup> /10min	ISO 1133
Temperature	220	°C	ISO 1133
Load	10	kg	ISO 1133

#### Mechanical properties

	Value	Unit	Test Standard
Tensile modulus	2300	MPa	ISO 527-1/-2
Yield stress	45	MPa	ISO 527-1/-2
Yield strain	2.6	%	ISO 527-1/-2
Nominal strain at break	10	%	ISO 527-1/-2
Charpy impact strength, +23°C	180	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1eU
Charpy impact strength, -30°C	100	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1eU
Charpy notched impact strength, +23°C	22	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1eA
Charpy notched impact strength, -30°C	8	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1eA

#### Thermal properties

	Value	Unit	Test Standard
Temp. of deflection under load, 1.80 MPa	94	°C	ISO 75-1/-2
Temp. of deflection under load, 0.45 MPa	99	°C	ISO 75-1/-2
Vicat softening temperature, 50°C/h 50N	96	°C	ISO 306
Coeff. of linear therm. expansion, parallel	95	E-6/K	ISO 11359-1/-2
Burning Behav. at 1.5 mm nom. thickn.	HB	class	IEC 60695-11-10
Thickness tested (1.5)	1.5	mm	IEC 60695-11-10
Yellow Card available	Yes	-	-
Burning Behav. at thickness h	HB	class	IEC 60695-11-10
Thickness tested (h)	0.8	mm	IEC 60695-11-10

#### Other properties

	Value	Unit	Test Standard
Water absorption	1	%	Sim. to ISO 62
Humidity absorption	0.22	%	Sim. to ISO 62
Density	1040	kg/m <sup>3</sup>	ISO 1183

#### Rheological calculation properties

	Value	Unit	Test Standard
Density of melt	930	kg/m <sup>3</sup>	-
Thermal conductivity of melt	0.16	W/(m K)	-
Spec. heat capacity melt	2400	J/(kg K)	-
Ejection temperature	93	°C	-

#### Test specimen production

	Value	Unit	Test Standard
Injection Molding, melt temperature	250	°C	ISO 294
Injection Molding, mold temperature	60	°C	ISO 294
Injection Molding, injection velocity	200	mm/s	ISO 294

#### Characteristics

##### Processing

Injection Molding

##### Delivery form

Pellets

##### Special Characteristics

Platable

##### Regional Availability

North America, Europe, Asia Pacific, South and Central America, Near East/Africa

#### Other text information

##### Injection molding

###### PREPROCESSING

Pre/Post-processing, Pre-drying, Temperature: 80 °C

Pre/Post-processing, Pre-drying, Time: 2 - 4 h

###### PROCESSING

injection molding, Melt temperature, range: 220 - 260 °C

injection molding, Melt temperature, recommended: 250 °C

injection molding, Mold temperature, range: 30 - 60 °C

injection molding, Mold temperature, recommended: 50 °C

## Tehtäväksi työskentelypaikalla

Kuvaa tuotantotyön kulku käyttäen työohjeita. Käytä apuna myös tuote-esitteitä.

### Huomioi:

Seuraava ei ole tyhjentävä esimerkki, koska esitetään vain lämpötilaparametrit, muut ruiskuvaluprosessin parametrit puuttuvat.

Sinun on aina oltava huolellinen ja tarkastaa käytettävän materiaalin tiedot sen pakkauksesta ja tuote-esitteistä.

ISPA		INJECTION Paramètres			
Injection moulding machine :			Mold:		
Date:	Client:				
Material type:		Material reference :			
Pre-dry temperature:	°C		Pre-dry time:	hours	
Additives	<input type="checkbox"/>	Oui	No	Référence:	Pourcentage:
<p><b>BARREL TEMPERATURES</b></p>					
<p><b>Mold Temperature</b></p>					
<p><b>INJECTION</b></p> <p>Injection Speed <input type="text"/> mm/s</p> <p>High pressure limit <input type="text"/> bars</p>					
<p><b>PLASTIFICATION</b></p> <p>Dosing speed: <input type="text"/> rpm      Regrind    No <input type="checkbox"/>    oui <input type="checkbox"/> %</p> <p>Back pressure: <input type="text"/> bars</p>					

## 2. Johdanto yleisimpien kestopuovimateriaalien käsittelyyn

### Periaatetaulukko ja ohjeelliset arvot:

Tyyppi		ISO-standardin mukaan	Rakenne	Kuivaus- lämpötila	Kuivaus- aika	Ruiskutus- lämpötila	Muotin lämpötila
Polyolefiinit	PP homo	Polypropeeni homopolymeeri	kiteinen	--	--	200-260 °C	10-60 °C
	PP copo	Polypropeeni kopolymeeri	kiteinen	--	--	200-260 °C	10-60 °C
	PE-HD	Polyeteeni korkeatiheyksinen	kiteinen	--	--	180-300 °C	10-60 °C
	PE-LD	Polyeteeni matalaiheyksinen	kiteinen	--	--	180-260 °C	10-60 °C
	IO (Surlyn)	Ionomeeri	kiteinen	60 °C	8 h	240-260 °C	70-90 °C
(Poly) Styreenit	PS	Polystyreeni	Amorfinen	50 °C	1 h	190-220 °C	20-80 °C
	PSB tai SB (HIPS)	Polystyreeni-butadieeni	Amorfinen	80 °C	1 h	180-280 °C	20-80 °C
	SAN	Polystyreeni-akrylonitrili	Amorfinen	80 °C	2 h	220-260 °C	20-80 °C
	ABS	Akrylonitrili-butadieeni-styreeni	Amorfinen	80 °C	1 h	220-260 °C	40-80 °C
Polyvinyylikloridit	PVC	kova polyvinyylikloridi	Amorfinen	60 °C	1 h	170-210 °C	20-60 °C
	PVC	pehmeä polyvinyylikloridi	Amorfinen	60 °C	1 h	140-200 °C	20-60 °C
(Poly) Akryylit	PMMA	Polymetyyli-metakrylaatti	Amorfinen	80 °C	4 h	220-260 °C	50-80 °C
Polykarbonaatit	PC	Polykarbonaatti	Amorfinen	120 °C	3 h	280-320 °C	80-120 °C
(Poly) Asetaali	POM	Polyoksimetyyli	Kiteinen	80 °C	2 h	180-210 °C	40-120 °C
Polyamidit	PA 6	Polyamidi 6	Kiteinen	80 °C	4 h	240-270 °C	40-90 °C
	PA 6-6	Polyamidi 6-6	Kiteinen	90 °C	3 h	- 320 °C	40-90 °C
	PA 11 PA 12	Polyamidi 11 Polyamidi 12	Kiteinen	85 °C	5 h	200-250 °C	20-100 °C

Tyydyttyneet polyesterit	PET	Polyeteeni-tereftalaatti	Amorfinen ja kiteinen	100 °C	3 h	260-280 °C	80-100 °C
	PBT	Polybuteeni-tereftalaatti	Amorfinen ja kiteinen	Yes	3 h	250-280 °C	60-120 °C
Selluloosat	CA	Selluloosa-asettaatti	Amorfinen	80 °C	--	170-250 °C	40-65 °C
Polysulfidit Sulfaatit	PPS	Polyfenyyli-sulfaatti	Amorfinen	150 °C	4 h	310-380 °C	110-160 °C
(Polyoxy) Fenyyliit	PPE tai PPO	Polyfenyyli-eetteri	Amorfinen	110 °C	2 h	260-300 °C	60-110 °C

### 3. Kertamuovien luokittelu

**Kertamuovien työstöön on omat ohjeet, joihin tulee tuntea ennen niiden käyttämistä.**

Tutustu taulukkoon ja perehdy kaikkeen paikalliseen tekniseen tietoon.

Täytä taulukkoon tyhjätkohdat / tekniset tiedot kemiallisesti tyyppitettyihin, eli lyhenne ja lämpötilat.

Taulukossa on nimetty vain luokitteluun perustuen materiaalit. Halutessasi voi käyttää vastaavaa esitystä omassa käytössäsi oleviin kauppanimiin.

Tyyppi	Lyhenne	Ison nimi	Rakenne	Kuivaus-lämpötila	Kuivaus-aika	Ruiskutus-lämpötila	Muotin lämpö-tila
Fenolit ja aminohartsit		fenolihartsit	kolmiulotteinen				
		aminohartsit (formaldehydi- + urea-johdannaiset)	kolmiulotteinen				
Tyydyttymättömät polyesterit		tyydyttämätön polyesterihartsit	kolmiulotteinen				
Epoksihartsit		epoksihartsit	kolmiulotteinen				
Silikonit		silikonihartsit	kolmiulotteinen				
Polyimidit		polyimidi	kolmiulotteinen				

# Kappale 6: Muistilista

**Ankkuroi edellisissä kohdissa hankittu tieto.**

**Muokkaa ja täydennä vastaamaan paikallisesti olennaisia asioita ja tuotantomenetelmään liittyvää tietoa.**

## Muovimateriaalien lähtöaineet

Muovit valmistetaan joko öljystä tai uusiutuvista raaka-aineista (tärkkelys, sokeriruoko jne.)

## Muovien rakenne

Muovimateriaalit on valmistettu erittäin pitkistä molekyyleistä, joita kutsutaan polymeereiksi tai makromolekyyleiksi.

Niiden kemiallinen rakenne syntyy saman yksikön, monomeerin, toistuessa tuhansia kertoja.

Muovien ominaisuudet määrittelee sen kemiallinen rakenne.

## Muovien tyypit

Kertamuovit eivät sula lämpötilan noustessa.

Kestomuovit sulavat lämmön avulla.

## Kestomuovien rakenne

Osa kestomuoveista on amorfisia (makromolekyyleilla ei ole järjestystä, vrt. spagetti).

Osa kestomuoveista on osittain kiteisiä, koska ne koostuvat sekä amorfisista että kiteisistä osista (osassa makromolekyylit ovat hyvin järjestäytyneet).

## Kierrätys

Kestomuoveja voidaan muovata uudelleen tuotteiksi.

Kertamuoveja voidaan rouhia ja käyttää täytemateriaalina tai polttoaineena.

## Kutistuminen

Kutistuminen tapahtuu makromolekyyliden uudelleen järjestäytyessä kappaleen jäähtyessä.

## Kuivaus

Kuivauksessa poistetaan hygroskooppisiin aineisiin sitoutunut vesi, jolloin estetään molekyylien hajoamista tai prosessoinnissa syntyviä virheitä tuotteissa.

## Sulaindeksi (MFI)

Sulaindeksi kuvaa materiaalisulan virtaamista. Sen avulla määritellään tuotanto-olosuhteita (MFI ruis-kuvalussa > 7; MFI ekstruusiossa < 7)

## Lisä- ja vahvikemateriaalit

Polymeereihin voidaan lisätä polymeroinnin yhteydessä tai tuotantoprosessissa muita materiaaleja. Niiden avulla voidaan parantaa erityisesti muovien mekaanisia ominaisuuksia.

## Tuote-esitteet ja käyttöohjeet

Materiaalin tuote-esitteet (TDS, Technical Data Sheet) sisältävät tietoa ominaisuuksista sekä esikäsittely- ja prosessointitiedot. Tuote-esitteet saadaan materiaalien valmistajilta tai niiden toimittajilta.

**Oppimisympäristössä voidaan käyttää omaa tietokantaa, jossa tärkeät kohdat ovat:**

- muoviviitteet (sama materiaalipusseissa)
- lämpötilaparametrit käsittelyä varten
- muut tärkeät prosessin parametrit



# Kappale 7: Harjoituksia

(voidaan myös käyttää arvioinnissa)

Tavoitteena on kehittää taitoja ja ammatillista osaamista.

Pyydä keräämään tietoa ja esimerkkejä, joiden avulla voidaan vertailla/ korvata /täydentää, esimerkiksi kuten tässä on tehtyt havainnot ja haettu tieto.

Tutki alla olevia tehtäviä.

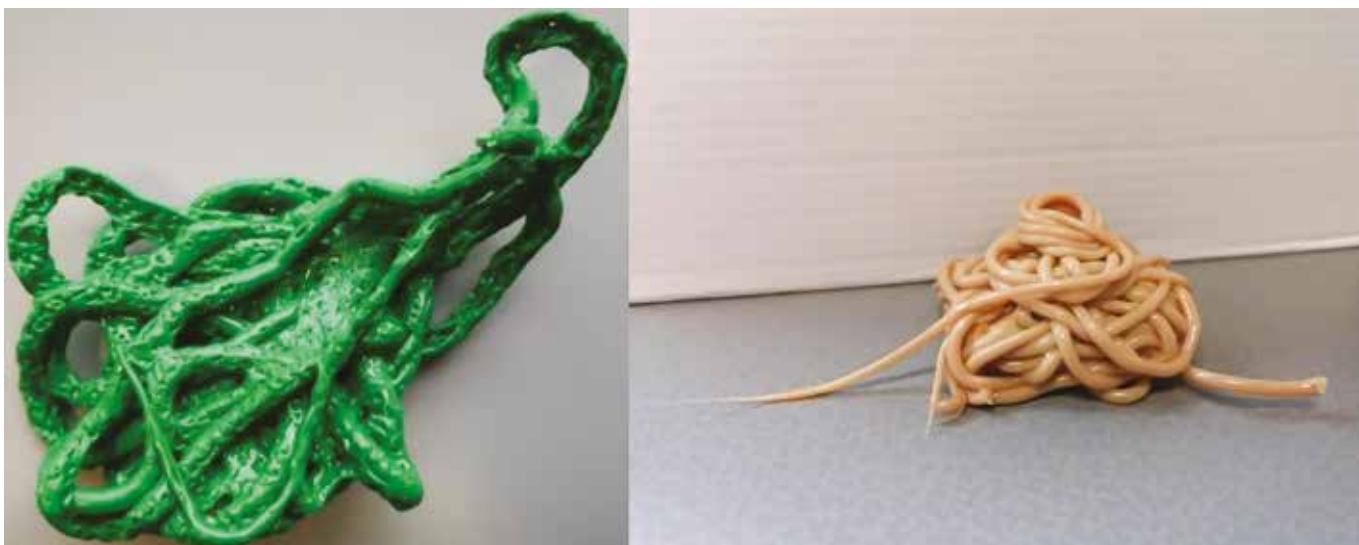
Oppimisen kannalta on hyvä, jos pääset havainnoimaan suurempia määriä tuotantolaitoksen tuotteiden laatueroja ja tekemään niihin johtaneiden syiden selvittelyä.

## Aihe 1:

Seuraavat harjoitukset koskevat muun muassa käsiteltyjen materiaalien laatua.

**Mikä näistä ruiskuvalussa syntyneistä tuotteista kuvissa ei ole vielä kuivattu?**

**Selitä mitä näet havaitset kuvissa.**



## Aihe 2:

Näissä kahdessa valokuvassa on PP-suulakepuristeita. Yksi on hyvä PP suulakepuristusprosessille, toinen toimii paremmin ruiskuvalussa.

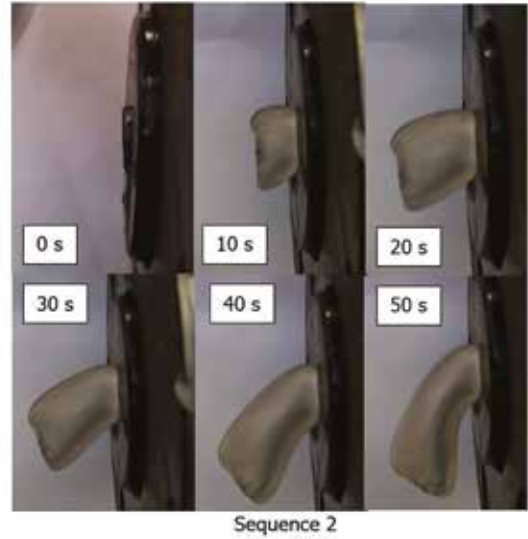
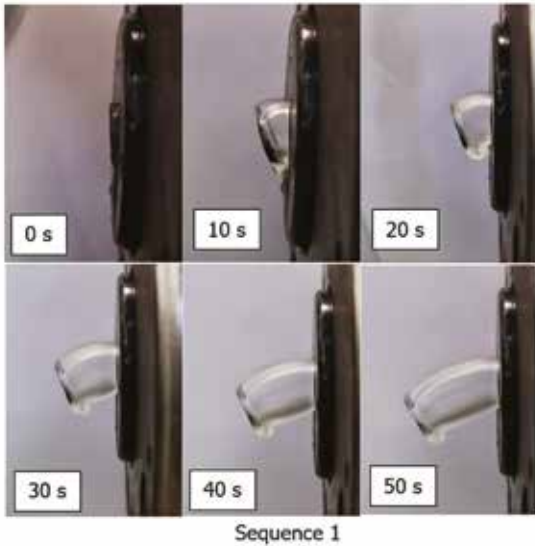
**Valitse sopiva PP kumpaankin käsittelymenetelmään. Perustele valintasi.**

- PP-MFI= 3 g / 10 min
- PP-MFI = 22 g / 10 min

## Aihe 3:

Seuraa materiaalin käyttäytymistä kuvatus käsittelyn aikana ja selitä mitä näet.

Alla olevassa kuvassa on esimerkkejä sulakäyttäytymisestä. PP:tä suulakepuristetaan, ja toinen laatu on hyvä PP suulakepuristusprosessia varten, kun taas toinen sopii paremmin ruiskuvalettavaksi.



## Aihe 4:

Mustassa osassa on sileä pinta vasemmassa reunassa, mutta keskellä ja oikeassa reunassa materiaali näyttää erilaiselta.

**Mikä on tämän ilmiön syy?**

**Mitä tarkistat ensin?**

**Tarkistetaan, onko:**

- materiaali kuivattu ennen prosessointia
- sylinterin lämpötilat rajojen sisällä
- materiaaliseos oikea



## Aihe 5:

Kuvan kappaleet murtuvat helposti, normaalisti ne kestävät taivutusta.

### Mitkä ovat mahdolliset syyt?

**Materiaalikerrokset eivät ole liittyneet kunnolla, ja materiaali on hauras.**

- Materiaalin puutteellinen kuivaaminen
- sylinterin lämpötilan liian matala
- Muottilämpötila liian matala
- Huono sekoittuminen ja liikaa





Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

