



Opiskelijan Kirja

Osa 11

Muovimateriaalit

2021



Tekijät

Laimonas Bačkys

Povilas Čepulkovskis

Gintautas Dervinis

Laurent Daguet

Olivier Fortin

Olivier Fortier

Federica Gallicchio

Mika Heikkilä

Bastien Hervé du Penhoat

Sirkka-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

Johdanto

Talouden ja väestökehityksen ennakkoinnin mukaan monissa eurooppalaisissa muoviteollisuuden yrityksissä erikoisosaajien ja tarvittavien taitojen hankkiminen on haaste, alan osaajista on vakava pula Euroopan muovialalla.

Tähän haasteeseen yhtenä vastauksena valmistettiin koulutusmateriaali UPSKILL-projektin (Actions Upward: The Skills for the Digital Future of Plastics Factory, Erasmus +) tuloksena. Tavoitteena oli parantaa eurooppalaisten ammatillisten koulutusjärjestelmien kykyä vastata muovialan työmarkkinoiden erityistarpeisiin ja tarjota muovituotannon työntekijöille innovatiivinen opetussuunnitelma. Erityisesti painotuksina on digitaitoja, robotiikkaa ja muita älykkäitä valmistustekniikoita sekä vihreitä taitoja ja yrittäjyysosaamista.

Tämä koulutusmateriaali on laadittu yhteistyössä kansainvälisen verkoston kanssa oppilaitoksista, liike-elämästä ja Euroopan muovialan järjestöstä EuPC.

UPSKILL-projektikumppanien yhteisesti tuottamaa materiaalia voivat vapaasti käyttää ja materiaali on suunniteltu ammatilliseen koulutukseen kaiken ikäisille. Materiaali sopii käytettäväksi oppilaitoksissa sekä oppisopimusopiskelussa, alan teollisuusyritysten koulutuksessa, ammattia vaihtaville tai opiskeluun ilman aikaisempaa kokemusta teollisuudesta ja alalla tarvittavasta tiedosta.

Kehitettyssä koulutusmateriaalissa on kolme osaa: malli VET Curriculum, Opiskelijan kirja ja Opettajan kirja.

Ammattikoulutuksen malli täyttää EQF:n ja ECVET:n vaatimukset, koska sisältö suuntautuu oppimistuloksiin ja on jaettu oppimiskokonaisuuksiin. Opetussuunnitelmassa on tietoa tutkintoon sisältyvistä moduuleista ja opinnoista, arvioinnista ja opintojen suorittamisen järjestelyistä. Siinä esitetään tutkin-
torakenne, moduulikohtaiset taitovaatimukset tai tavoitteet, ammatillisten aineiden arviointitavoitteet ja arviointikriteerit sekä ammattitaidon osoittamistapa ammatillisissa tutkinnon moduuleissa.

Sekä opiskelijan että opettajan materiaalit perustuvat muovituotannon työntekijän todellisiin osaamis-
vaatimuksiin: ammatillinen osaaminen, joka sisältää muovin käsittelyä, muovin työstökoneiden tekniik-
kaa, ohjelmointia, modernia integroitua valmistusta, digitaalisia järjestelmiä ja nykytekniikkaa. Teknisen
osaamisen lisäksi aineistossa on digitaalisten taitojen, vihreiden taitojen, sosiaalisen ja henkilökohtaisen osaami-
sen kehittämistä.

Opiskelijan kirja sisältää teoriaa, harjoituksia ja esimerkkiratkaisuja seuraaviin moduuleihin: Perustaidot
muovituotteiden valmistuksessa; Ammatilliset taidot ruiskuvalusta / puhallusmuovauksesta / putkien,
profiilien, levyjen ja kalvojen suulakepuristuksesta / lämpömuovauksesta / komposiittimuovin valmis-
tuksesta / kumituotteiden valmistuksesta; Ohjelmointia ja digitekniikkaa; Robotiikkaa; Vihreän osaami-
sen (kiertotalous); LEAN-valmistus; Yrittäjämäisyys (ihmissuhdetaidot, työmotivaatio, viestintä, ryhmä-
työ, sopeutumiskyky, suunnittelu, ongelmanratkaisu jne.); Työterveys ja -turvallisuus.

Opettajan kirjan (mukana osaamistesti) tavoitteena on ohjata osaamisen kerryttäminen ketjutettuna
oppimisprosessina. Materiaaleissa on samat moduulit, mutta opettajan kirjassa on vastauksia harjoi-
tuksiin.

Kaikki koulutusmateriaali on englannin, suomen, ranskan ja liettuan kielillä, ja niiden sähköiset versiot
ovat vapaasti käytettävissä UPSKILL-projektin verkkosivuilla: <https://www.upskill-project.eu> ja kaikkien
osallistuneiden ammatillisen koulutuksen järjestäjien opetus- / oppimislustoilla (APRC, Polyvia Forma-
tion, TREDU, VPM).

Sisältö

Kappale 1: Tavoitteet	5
Kappale 2: Muovimateriaaleihin tutustuminen	6
Kappale 3: Dokumentteihin tutustuminen	9
Kappale 4: Käytännön tehtäviä	19
Kappale 5: Työstömenetelmiä	24
Kappale 6: Muistilista	29
Kappale 7: Harjoituksia	31

Kappale 1: Tavoitteet

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

TAIDOT	TIEDOT
TEKNINEN TAITO	
1. Muovimateriaalien tunnistaminen pakkauksen tiedoista	
2. Tavallisten vikojen tunnistaminen muovituotteesta	
TYÖYHTEISÖOSAAMINEN	
<i>Ei erityistä</i>	
VUOROVAIKUTUSTAIIDOT	
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

Opettajan on hyvä käyttää aikaa sen miettimiseen, mikä opetusmenetelmä sopi parhaiten tilanteeseen, jossa opetetaan. Menetelmän valintaa vaikuttavat esimerkiksi se, missä opetetaan (luokkahuone, tehdashalli...) ja opiskelijaryhmän suuruus. Ryhmäkeskusteluja ja yksilötyöskentelyä on hyvä jaksottaa.

Tässä jaksossa tarvitaan perustiedot sekä orgaanisesta että epäorgaanisesta kemiasta.

Varmista, että käytettävä oppimateriaali on ajan tasalla. Esimerkkeiksi on hyvä valita ajankohtaisia kehityksen kärkiä.

Tehtävä 1: Materiaalit ympärilläsi

Ympäristössämme on monen tyyppisiä materiaaleja. Mitä eri materiaaleja tunnistat?

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. Selvitäänkö maailmassa ilman muovia? Nimeä joku aivan olennaisen tärkeä muovituote. Toisaalta, onko joku muovituote aivan turhake?

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.

Mitkä muut teollisuudenalat käyttävät raakaöljyn jakeita?

Mitkä ovat tärkeimmät kasvipohjaiset muovien raaka-aineet?

Tehtävä 4: Materiaalien kemiallinen rakenne

Atomi on aineen pienin kemiallisesti jakamaton ainesosa.

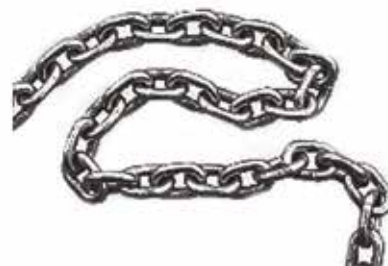
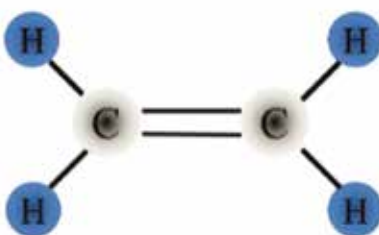
1. Mitkä ovat atomin kolme pää rakenneosaa?

2. Luettele useita alkuaineita.

Alla on eteenimolekyyli, joka koostuu kaksi kahdesta hiiliatomista ja neljästä vetyatomista (C_2H_4). 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?



Tehtävä 5: Muovimateriaalien kemiallinen rakenne

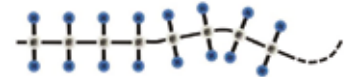
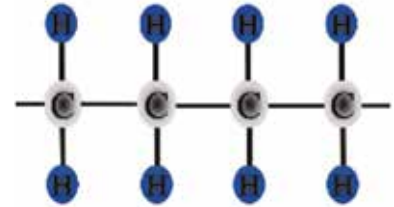
Polyeteeni voidaan syntetisoida eteenikaasusta polymerointireaktorissa seuraavissa olosuhteissa:

- 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.

Mitä rakennekaavan sulkeet ja alaindeksi n tarkoittavat?

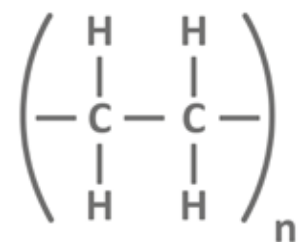
Mitkä atomit muodostavat pääketjun useimmissa synteettisissä polymeereissä?

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 (C₂H₄)_n

Kappale 3: Dokumentteihin tutustuminen

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.

Kun olet tutustunut muovien historiaan vastaa kysymyksiin:

Minkä niminen oli ensimmäisenä keksitty muovi? Milloin se keksittiin?

Selluloidi, mistä raaka-aineesta se on tehty?

Mikä oli ensimmäisen synteettisen muovin nimi?

Sodat ovat vaikuttaneet suuresti myös muovien kehittymiseen. Kuvaile miten?

Mitä syitä on edelleen kehittää uusia muoveja?

Tehtävä 2: Kumi, elastomeeri

Lue alla oleva teksti ja vastaa kysymyksiin:

Onko synteettisestä kumista luonnonkumin korvaajaksi?

Mikä merkitys kumilla on pitämään se vielä korvaamattomana?

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"> • petroli • hiili • maakaasu 	
	<ul style="list-style-type: none"> • puu (selluloosa) • puuvilla (selluloosa) • kumipuu (lateksi) • sokeriruoko (alkoholi) • maissi • risiinipavut • levät 	
Eläinpohjainen 	<ul style="list-style-type: none"> • maito (kaseiini) • äyriäiset 	
Sekalainen alkuperä	<ul style="list-style-type: none"> • hiekka (pii) 	

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

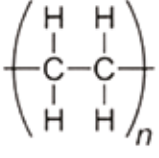
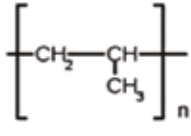
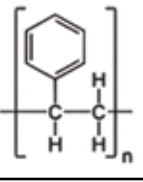
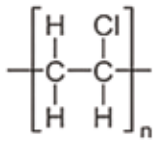
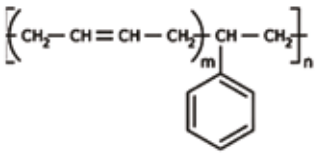
Huomio:

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

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

Mitä havaintoja voi tehdä yllä olevaa taulukkoa tarkasteltaessa?

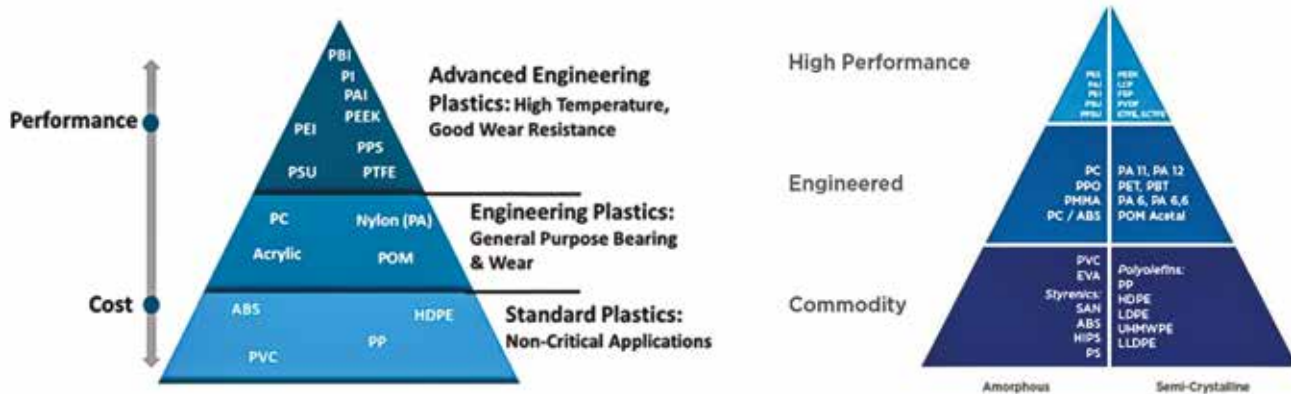
Vaikka polymeerien toimittajat tuottavat samaa polymeeriä, poikkeavat polymeerit yleensä hieman ominaisuuksiltaan. Tästä syystä jokaisella polymeerillä on oma tekninen tuote-esite. Polymeerin käsittelylämpötilat ja muut käyttöparametrit on asetettava kulloisenkin toimittajan ohjeiden mukaan.

1. Etsi tuote-esite tai KTT, käyttöturvallisuustiedote, valintasi mukaan kahden eri toimittajan valmistamasta samasta polymeerimikkeestä, tiedot voivat löytyä joko työympäristöstäsi tai internetistä. Etsi löytämistäsi tiedoista erot ja yhtäläisyydet.
2. Mitkä ovat suurimmat eroavaisuudet polymeerien käyttäytymisessä?

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.


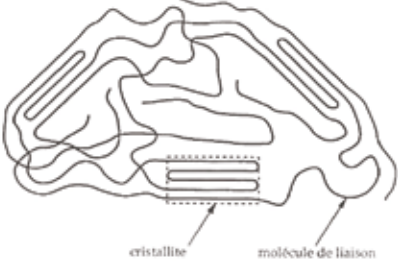


Valitse pyramideissa esitetyistä kolmesta lohkoista jokaisesta yksi polymeeri.

1. Selvitä sovelluskohteita, joissa näitä polymeerejä käytetään.
2. Tarkastele näiden polymeerien sulamislämpötiloja (T_m).
3. Etsi tietoa valitsemiesi polymeerien hinnoista.

Kestomuoveilla on kaksi päärakennetyyppiä

Tehtävä 7: Kestomuovien rakenne

Kestumuoveilla on kaksi päärakennetyyppiä

AMORFINEN	OSITTAIN KITEINEN
	
<ul style="list-style-type: none"> • ketjut ei ole järjestäytyneitä • ketjujen väliset vuorovaikutukset ovat heikkoja -> heikommat ominaisuudet • yleensä läpikuultavia tai läpinäkyviä • kutistuminen < 1% ja tasaista 	<ul style="list-style-type: none"> • ketjuilla paikallisia järjestäytymistä (kiderakenteita) • ketjujen väliset vuorovaikutukset ovat vahvoja => vahvemmat ominaisuudet • läpikuultavista läpinäkymättömiin • 1 % < kutistuminen < 3 %, epätasaista
	
<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?



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?



3. Alla on kuvailtu joitain tärkeitä muovien ominaisuuksia

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 = 22 g / 10 min),

kun taas suulakepuristuksessa polypropeenilla sulaindeksi on pieni (MFI = 3 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

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

1. Mitkä ovat mahdolliset terveysriskit työskennellessä 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.

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

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 polymerillä on tyypillisiä palamisominaisuuksia. Yritä löytää videoita, jotka selittävät, kuinka liekki, haju, savu ja sulaminen liittyvät tutkittavaan polymeriin. Mitä muuta voidaan havaita palamisominaisuuksista? Miksi jokin palaa?

Käytännön harjoitus 3

Tarkastele kuvan näyterakeita, yhdistä ne teksteihin:

rouhittu uudelleen kierto

alkuperäinen granulaatti

kahden edellisen seos



näyte 1

näyte 2

näyte 3

Käytännön harjoitus 4

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.

Polymeerin valmistus 1

Yksi helpommista tavoista on valmistaa limaa.

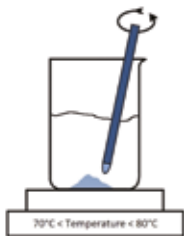
Menetelmä 1

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

Menetelmä 2

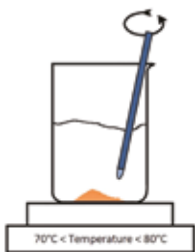
Materiaali:

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



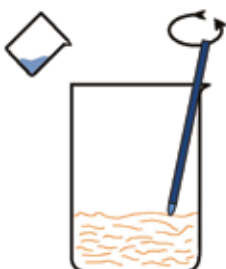
1. Borax-liuoksen valmistus

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 lioksen 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.

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

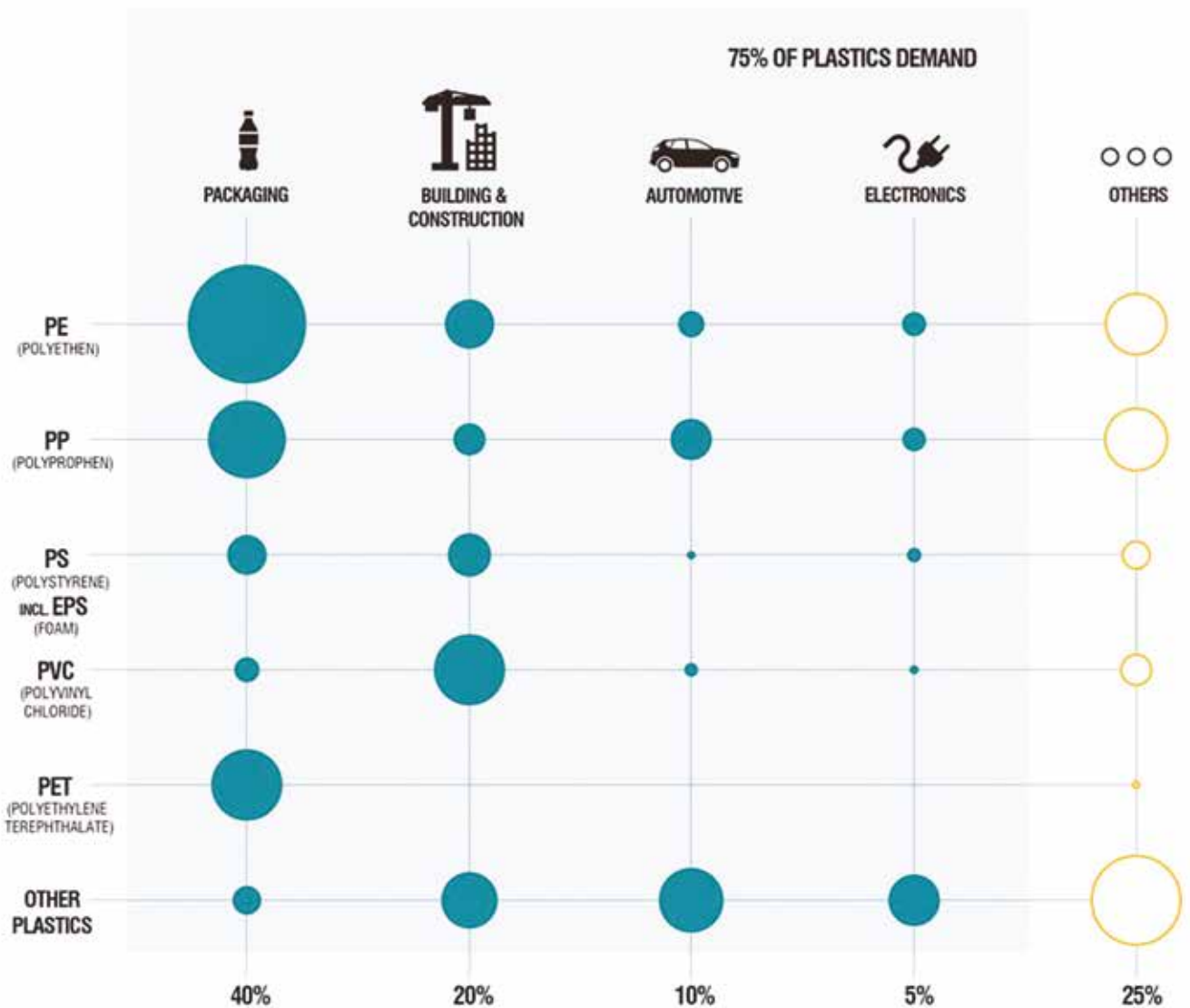
Käytännön harjoitus 7

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

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.

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 materiaalityöntekijien 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 ³ /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 ²	ISO 179/1eU
Charpy impact strength, -30°C	100	kJ/m ²	ISO 179/1eU
Charpy notched impact strength, +23°C	22	kJ/m ²	ISO 179/1eA
Charpy notched impact strength, -30°C	8	kJ/m ²	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 ³	ISO 1183

Rheological calculation properties

	Value	Unit	Test Standard
Density of melt	930	kg/m ³	-
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:
BARREL TEMPERATURES					
Nozzle °C °C				
Mold Temperature					
Temperature	<input type="text"/>	°C	Temperature	<input type="text"/>	°C
INJECTION					
Injection Speed	<input type="text"/>	mm/s	Palier	<input type="text"/>	bars
High pressure limit	<input type="text"/>	bars			
PLASTIFICATION					
Dosing speed:	<input type="text"/>	rpm	Regrind	No <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/> %
Back pressure:	<input type="text"/>	bars			

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.

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

Osa kestopuoveista 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 makromolekyylien 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)

Tutki alla olevia tehtäviä.

Oppimisen kannalta on hyvä, jos pääset havainnoimaan suurempia määriä tuotantolaitoksen tuotteiden laatupoikkeamia 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.



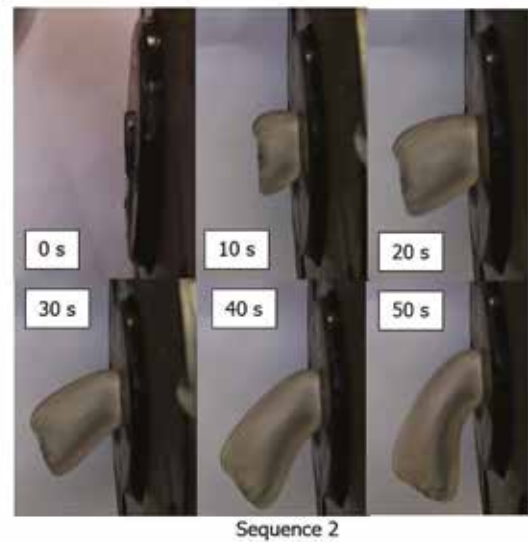
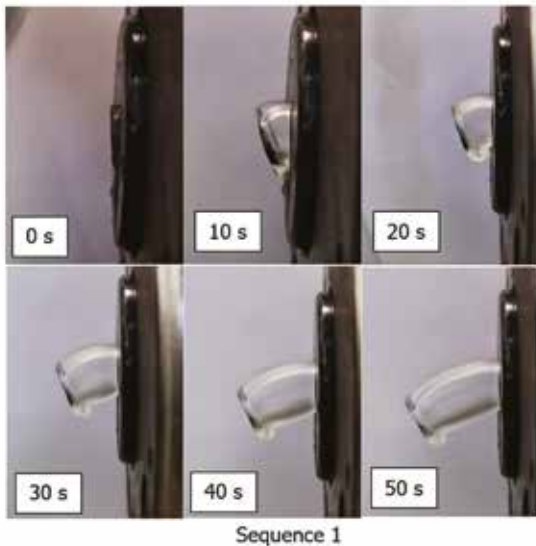
Valitse sopiva PP kumpaankin käsittelymenetelmään. Perustele valintasi.

- 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?

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





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

