



# Opettajien Kirja

## Osa 17

Komiteoiden valmistus

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 henkisuojaimista 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: Aiheeseen tutustuminen	8
Kappale 3: Dokumentteihin tutustuminen	14
Kappale 4: Käytännön tehtäviä	19
Kappale 5: Työstämismenetelmiä	24
Kappale 6: Muistilista	29
Kappale 7: Harjoituksia	30

# Kappale 1: Tavoitteet

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

TAIDOT	TIEDOT
<b>TEKNINEN TAITO</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Laitteiden toiminnan ja tuotteen laadun seuranta</li> <li>2. Tuotteiden ja materiaalien turvallinen käsittely, työturvallisuusohjeiden ja tehtäväkohtaisten varotoimenpiteiden noudattaminen</li> <li>3. Laitteiden pysäyttäminen tai sammuttaminen epätavallisissa tilanteissa</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kumituotteiden ja komponenttien valmistus</li> <li>2. Tuotannon työkulkujaksot ja materiaaliterve</li> <li>3. Prosessin ohjauspaneelien lukemien tarkistaminen, niin että ne ovat työohjeiden mukaisia</li> <li>4. Raaka-aineiden ja laitteiden toiminnan vaihteluiden mahdolliset vaikutukset tuotteen laatuun</li> </ol>
<b>TYÖYHTEISÖOSAAMINEN</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Oman työn suunnittelu ennakoiden ja parannusehdotusten tekeminen</li> <li>2. Työhön liittyvien asiakirjojen täyttäminen</li> <li>3. Tietojen kerääminen ja jakaminen työn vaatimusten mukaisesti</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Jätehuolto ja kierrätyksen hallinta</li> <li>6. Laitteiden, materiaalien, prosessien ja menetelmien oikea valinta ja käyttö</li> <li>7. Tuotteen laatuun ja tuotannon läpimenoon vaikuttavat tekijät</li> <li>8. Yleisimmät tuotantovirheiden syyt</li> <li>9. Vaarojen hallinta- ja turvallisuusohjeet sekä henkilösuojainten käyttö materiaalien käsittelyssä, laitteiden käytössä ja huollossa</li> </ol>
<b>VUOROVAIKUTUSTAIIDOT</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Työpaikan vuorovaikutustilanteisiin osallistuminen</li> </ol>	

# Kappale 2: Aiheeseen tutustuminen

Tutkinnon osan teemaan liittyen tutustu ja vastaa kysymyksiin

## MENETELMÄ

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

## Kumi ympäristössämme

Mahdollisesti pieni kisa, yksin tai pareittain, kuinka monta ominaisuutta löytyy esim. viidessä minuutissa.

### Kysymys 1:

Tutustu urheilussa käytettäviin kumituotteisiin (jääkiekko, koripallo, tennispallo).

Mitkä kumiin liittyvät ominaisuudet ovat tärkeitä niissä, listaa useita?

Tavoite kiinnittää ominaisuudet alalla käytettyihin käsitteisiin (kovuus, vetomurtolujuus, kitka, kemikaalienkesto, lämmönkesto, sähköiset ominaisuudet, elastisuus, viskositeetti, häviökerroin, muodonmuutos ja kokoonpuristuvuus). Vertaa käsitteitä opiskelijoiden huomioihin. Tuo esiin, että vulkanoimattomaan kumiin liittyvät eri ominaisuudet kuin vulkanoituun kumiin.

### Kysymys 2:

Mitä kumi on?

Hae tietoa kumin historiasta.

Milloin kumi on löydetty?

Ohjaaja voi tuoda esiin kumin läsnäoloa historian jännittävässä tilanteissa. Kumipuun lateksin tiputtaminen osattiin kauan sitten. Mahdollisesti verkossa löytyy noin 10 minuutin mittaisia videoita.

Sanalla kumi voidaan tarkoittaa puhdasta luonnon ainetta. Tuotannossa käytetään kumia, joka tarkoittaa elastomeerista ja kemikaaleista huolella valmistettua sekoitusta.

Sekoitteessa käytettyjen aineiden lukumäärällä ja niiden seossuhteilla on merkitystä tuotteen ominaisuuksiin. Kumi saa lopulliset ominaisuutensa viimeisessä tuotantovaiheessa, vulkanoinnissa. Kumisekoituksen reseptissä ilmoitetaan tarkat ainesosien suhteet. Yksikkönä käytetään phr, parts per hundred rubber.



Aine	PHR	kg	Toiminta, vaikutus
Elastomeeri	100	200	Pääelementti
Täyteaine	30	60	Esim. noki, fysikaaliset ominaisuudet
Pehmitin	5		Kovuus
Suoja-aine	10		Osoni-, UV- suoja jne.
Vulkanointisysteemi	5		Rikki, kiihdyttävä, aktivaattori
Muut aineet	5		Väri

## Kulkuneuvojen kumiosia

### Kysymys 3:

**Mitä kumiosia on moottoripyörässä?**

**Etsi varaosaluetteloista vastaus.**

Vapaata tiedonhakua joko yhdessä tai omalla ajalla.

Tuloksen varaosalista 5-10 tuotetta sekä niiden käyttöolosuhteista. Voidaan kääntää tehtävä myös niin, että nimetään varaosat ja haetaan niiltä vaadittavia ominaisuuksia.

## Elastomeerien nimeäminen ja ominaisuuksien vertailu

Pyydä lukemaan ensin tehtävän materiaali. Vastaukseen kirjoitetaan lyhenne elastomeerin nimestä ja siihen liittyvästä olennaisesta ominaisuudesta. Joidenkin lyhenteiden tunteminen on tärkeää.

Opettajalla voisi olla enemmän tietoa kumien käytöstä. Luvut siitä, kumin käyttö on paikallisesti voivat olla mielenkiintoisia. Yrityksillä on usein paikalliset kumiseosten koodit. Niitä voitaisiin tutkia lisäksi.

## Kysymys 4:

**Elastomeerityypin tunnus merkitään isoilla kirjaimilla.**

**Huomioi jokaisesta alla esitetystä ryhmästä, missä siitä tehtyjä tuotteita yleisesti käytetään.**

Elastomeeri on polymeeri, jolla on erityinen ominaisuus palautua muodonmuutoksesta, elastisuus. Elastomeerejä on sekä luonnosta saatavia että synteettisiä. Ne luokitellaan usein yleisiin ja erityisiin, monomeerien rakenne ja niiden ketjuuntuneisuus ovat merkitseviä. Elastomeerien ryhmittely voi kertoa myös hinnasta.

Nimikkeistö on standardoitu. Elastomeerien käyttäytymisessä voi olla suuria eroavaisuuksia, jotka myös määrittävät käyttöolosuhteet.

Elastomeerityypit koostuvat useimmin hiiliatomeista, kuten luonnonkumi kumipuista NR (luonnonkumi) tai synteettiset, usein petrokemian pohjaiset kumit, kuten SBR (styreenibutadieenikumi), BR, IR, NBR, EPDM, CR.

Myös muu rakenne kuin hiili on mahdollinen kumeiksi luokiteltavissa aineissa, esimerkiksi Q-kumi (pii).

Elastomeeri itsessään ei riitä toimivaksi kumituotteeksi. Seos muiden aineiden kanssa tarvitaan pysyvän kumin, vulkanoidun tilan saamiseksi. Vulkanoituneen kumin elastisuus on tärkeä ominaisuus, puristettu tai venytetty kappale palaa alkuperäisiin mittoihinsa.

Lähdemateriaalina seuraaviin: Hanhi, Poikelispää, Tirilä: Elastomeric Materials, Tampereen teknillinen yliopisto 2015 / [https://laroverket.com/wp-content/uploads/2015/03/Elastomeric\\_materials.pdf](https://laroverket.com/wp-content/uploads/2015/03/Elastomeric_materials.pdf)

Elastomeerit on luokiteltu ryhmiin sekä ominaisuuksiensa että samankaltaisuuksiensa mukaan. Standardoidut kumityypit (ASTM D 2000, SFS 3551, SIS 162602) soveltuvat useisiin teollisiin sovelluksiin (esim. renkaat, hihnat, putket ja tiivisteet).

### **Kumityyppi 61 (kumit yleiskäyttöön)**

Tyyppin 61 kumeja käytetään, kun tuote ei vaadi erityisominaisuuksia, kuten öljyn, lämmön tai säänkestävyyttä. Näillä kumilla on hyvät mekaaniset ominaisuudet ja prosessoitavuus. Niillä on myös alhainen hinta. Tähän ryhmään kuuluvat elastomeerit ovat luonnonkumi (NR), polyisopreenikumi (IR) ja styreeni-butadieenikumi (SBR) ja näiden elastomeerien seoksia.

### **Kumityyppi 62**

Kumityyppi 62 on kumityyppi, jota ei ole standardoitu. Butyylikumit (IIR), klooributyylikumit (CIIR) ja bromibutyylikumit (BIIR) ovat elastomeerejä, jotka kuuluvat tähän ryhmään. Niillä on hyvä otsonin ja säänkestävyys. Lisäksi kaasujen läpäisevyys on pieni ja ne kestävät kasviöljyjä, mutta eivät mineraaliöljyjä.

### **Kumityyppi 63**

Tämän ryhmän kumeilla on hyvä öljynkestävyys, mutta niiden otsoni- ja säänkestävyys ovat heikkoja. Sovellukset ovat tuotteita, jotka joutuvat kosketuksiin öljyjen kanssa. Nitrilikumit (NBR) on tyyppiä 63 olevaa kumia.

- Kumityyppi 631 on nitrilikumista kehitetty kumi. Sillä on parempi otsonin, sään ja lämmön kestävyys kuin nitrilikumilla. Hydratoitu nitrilikumi (HNBR) kuuluu tähän ryhmään.
- Kumityyppi 632 on nitrilikumi sekoitettuna polyvinyylikloridiin (NBR / PVC). Sillä on parempi öljyn, otsonin ja säänkestävyys kuin NBR:llä. © TTY 2007 14

### **Kumityyppi 64**

Kloropreenikumi (CR) edustaa tyyppiä 64 olevaa kumia. Sillä on hyvä kesto kasviöljyille ja melko hyvä alifaattisten ja nafteenisten öljyjen kesto. Haittana on niiden heikko kestävyys aromaattiselle öljylle.

### **Kumityyppi 65**

Tämän ryhmän kumeilla on hyvä sään- ja lämmönkesto sekä melko hyvä öljynkestävyys. Polyakryylikumit (ACM) kuuluvat tähän ryhmään.

### **Kumityyppi 66**

Kumityyppi 66 ei ole standardoitu. Polyuretaanikumit (AU, EU) kuuluvat tähän ryhmään. Nämä kumit ovat sitkeitä ja niillä on hyvä sään- ja öljynkestävyys. Niiden lämmönkestävyys on heikko.

### **Kumityyppi 67**

Tämän ryhmän kumeilla (fluorihilikumit (FPM)) on hyvä sään, lämmön, öljyn ja kemikaalien kestävyys.

### **Kumityyppi 68**

Silikonikumit (Q) kuuluvat tähän ryhmään. Niillä on hyvä sään-, kylmän- ja lämmönkestävyys. Niiden mekaaniset ominaisuudet ovat heikot.

### **Kumityyppi 69**

Epikloorihydriinikumit (CO, ECO, GECO). Niillä on keski-suuri sään-, öljyn- ja lämmönkestävyys.

### **Kumityyppi 70**

Kumityyppi 70 käsittää eteeni-propyleenikumit (EPDM, EPM). Niillä on hyvä otsonin, sään ja lämmönkestävyys ja heikko öljynkestävyys.

Lisäksi on monia elastomeerejä, joilla on erityiskäyttöön ominaisuuksia.

## Kysymys 5:

Tutki ja tulkitse oheisen taulukon tietoja.

Mitä ominaisuuksia mitataan ja millä asteikolla ja yksiköllä?

Anna opiskelijoiden ensin tarkastella lyhyesti alla olevaa taulukkoa. Pyydä sitten heitä kuvaamaan mahdollisuuksien mukaan suullisesti kahden polymeerin tietoja. Kun kuvataan, huomaa sanojen käyttö, niin että tiedot olisivat ymmärrettäviä.

Tuo esiin, että kumiseoksessa on usein erilaisia elastomeerejä - miksi! Hinta on yksi tekijä. Monet synteettiset elastomeerit ovat halvempia kuin luonnonkumi. Toisaalta synteettisiä polymeerejä voidaan tuottaa vastaamaan erityisominaisuuksia. Eniten käytetty SBR ei ole automaattisesti yksi tuote. SBR luokitellaan ryhmiin sen valmistuksessa käytetyn polymeroinnin suhteen. Näiden keskustelujen tarkoituksena on korostaa osaamista työskennellessä kumin kanssa.

*Comparison between the properties of SBR and NR.*

5 = excellent, 4 = very good, 3 = good, 2 = fair, 1 = poor

	<i>Styrenebutadiene- rubber SBR</i>	<i>Natural rubber NR</i>
<i>Hardness, °IRH</i>	40...90	30...90
<i>Tensile strength at break, N/mm<sup>2</sup></i>	7...25	7...28
<i>Elongation at break, %</i>	100...600	100...700
<i>Operating temperature range</i>		
<i>- maximum, °C</i>	100	80
<i>- minimum, °C</i>	- 45	- 55
<i>Elasticity</i>	5	5
<i>Resistance:</i>		
<i>- weather and ozone</i>	1...2	1...2
<i>- abrasion</i>	4	4...5
<i>- radiation</i>	2...3	2...3

Tutustumalla taulukkoon saa yleiskäsityksen, mitä tietoja kumista tarvitaan.

Ominaisuuksien tunnistaminen on tärkeää suunniteltaessa käyttökohteisiin sopivia elastomeerien sekoituksia. Esimerkiksi SBR ja luonnonkumi eroavat vetolujuus- ja kestävyysominaisuuksiltaan. SBR myös joustaa vähemmän kuin NR.

SBR- ja NR-käyttökohteita:

- auton renkaat (sekoitteissa myös BR, IR)
- jalkineet
- kuljetinhihnat
- letkut
- lelut
- valetut kumituotteet
- sienet ja vaahdotetut tuotteet
- vedenpitävät materiaalit
- vyöt
- liimat

# Kappale 3: Dokumentteihin tutustuminen

Kumiin tutustumisen jälkeen on tarkoitus hakea eri lähteistä lisää tietoa (Internet, artikkelit, kirjat jne.) Vastaa kysymyksiin ja syvennetään kumiin liittyvää osaamista.

## Yritystarinoiden tuominen näkyväksi!

**Voidaan vertailla tilastotietoja ja yritys uutisia. Työnantajien ja työntekijämäärien tunnistaminen on ammatillista osaamista.**

## Tiedonhaku 1:

Tutustu alla olevaan kuvaan. Hae sen jälkeen lisää aiheeseen liittyvää tietoa.

Kumi on ainutlaatuinen ja strateginen tuote, jolla ei ole korvaajaa:

- itse kumi ei ole kustannukseltaan tärkeä, mutta se mahdollistaa toisten alojen tuotteiden toimivuuden.
- autojen toimivuudessa renkaan ilmanpaine tai lukkiutumattomat jarrut
- roottorin kumiosa helikoptereissa
- alhaisten lämpötilaolosuhteiden letkut arktisissa olosuhteissa ja avaruudessa

**General rubber goods (GRG) are found in the sky, deep in the earth and everywhere in between!**

**Major markets are :**

63%



**Transport** (automotive, rail, ships, aviation, aerospace, ...)

10%



**Household appliances**

8-10%



**Industrial applications** (construction, mining, agriculture, farming, machinery, ...)

10-12%



**Energy/offshore**

4-5%



**Food contact** (drinking water, baby care, medical devices, ...)

1-2%



**Leisure and sports equipment**

**Rubber is a material that is unique and strategic which cannot be replaced:**

Rubber products, in terms of costs are not important, but they are an essential enabler of other industries. Without rubber their products do not work.

**TPMS and ABS** would not exist without very specific gaskets made by two or three companies in the world.

**Helicopters:** there is a very strategic piece in the rotor that is in rubber and is only produced by two companies in the world.

**Hoses used in Arctic conditions:** Rubber is the only material that allows flexibility, durability and safety in very low temperatures. Because of its ability to withstand very high and very low temperatures, rubber is also used in the space industry.

Työnantajärjestöjen kotisivuilla on mahdollisesti ajantasaista tietoa.

Kuinka paljon kumiteollisuutta on yritysten lukumääränä ja tuotettuina tuotteina kotimaassa ja Euroopassa.

### An innovative and technology driven industry:

Drivers for innovation include high technology customers, high performance requirements and regulatory pressure.



As much as **5%** of the industry's investments are in **R&D**.

### A fragmented sector

More than **6000** companies present in Europe



**98%** are SMEs and many are micro-enterprises (<10 employees).

However, most of the GRG turnover is produced by about 20 companies organised in several small units (50 to 100 people in each factory supported by technical centre) according to their product-lines.

### A highly integrated value chain

in order to respond to the requirements of its customers, the sector needs to develop a very close relationship with its customers. This is a growing trend.

### Technical and scientific support network:

### The sector provides employment for 160.000 employees

and many of these have very specific know how to respond to the technological needs of the industry.



### Turnover about 30 Billion

### European, American and Japanese companies dominate the world market.



These include 46 of the first 50 ranking GRG producers in the world, with 17, 15 and 14 companies respectively. This is linked to the high technological value added provided by companies in these countries. In 2014, the top three companies were European.

### The trade balance is positive

With **€4.3 B of exports** compared to **€3.4 B of imports**



This is driven by the high value added products.



ERRLAB is the European Research and Rubber Laboratories. It was launched in 2015 and creates a European informal network of laboratories of more than **100** doctors, engineers and technicians. <http://www.errlab.eu/>

Seuraavassa voi käyttää: Hanhi, Poikelispää, Tirilä: Elastomeric Materials, Tampereen teknillinen yliopisto 2015 / [https://laroverket.com/wp-content/uploads/2015/03/Elastomeric\\_materials.pdf](https://laroverket.com/wp-content/uploads/2015/03/Elastomeric_materials.pdf)

**Tämän lähteen tietoa on käytetty tässä materiaalissa.**

## Tiedonhaku 2:

Eri kumityyppien ominaisuudet.

Merkitse parhaat jokaisessa ominaisuusluokassa.

### Properties of different rubbers

5 = excellent, 4 = really good, 3 = good, 2 = fair, 1 = poor

	NR	SBR	IIR	NBR	ECO, CO	CR	AU, EU	FPM	Q	EPDM	CSM
Tensile strength, MPa	4-25	4-25	4-15	4-18	4-18	4-20	15-30	7-15	3-10	4-18	4-12
Break elongation, %	100-600	100-500	100-800	100-400	100-500	100-500	100-800	100-200	100-400	100-400	100-500
Operating temperature, °C											
- long-term	60	70	80	70	80	70	60	175	200	80	80
- short-term	100	100	140	130	150	130	80	250	275	150	150
- cold	-60...-30	-50...-20	-40...-10	-50...-10	-50...-10	-50...-20	-20...0	-40...-20	-80...-50	-60...-30	-40...-20
Compression set, % (°C)	20-60 (70)	20-60 (70)	20-80 (100)	20-60 (100)	20-60 (100)	30-80 (100)	20-60 (70)	30-50 (175)	20-60 (150)	25-60 (100)	60-80 (100)
Elasticity	5	5	2	3-4	3	3-4	5	2	1-3	3	3
Electrical properties	4	4	4-5	1-2	1	3	3	3	4	4	3-4
Resistance											
- weather and ozone	1-2	1-2	3-4	1-3	4-5	4	5	5	4	5	5
- acids	2-3	2-3	4	3	3	3	1	3-4	1-3	3-4	4
- alkalis	2-3	2-3	4	2-3	3	3	1-2	1-3	1-2	3-4	4
- aliphatic oils	1	1	1	4	4	2-3	3-4	4	1-2	1	1-2
- aromatic oils	1	1	1	3	3	1	1-2	4	1-2	1	1
- abrasion	4-5	4	2-3	3-4	3-4	3-4	4-5	3	1-3	3	3
- flame	1	1	1	1-2	3	3-4	1-2	4	2-3	1	3
- radiation	2-3	2-3	1	2-3	1	2-3	3	2-3	2-4	1	2-3
Gas permeability	3	3	5	3	4	3-4	3	4	2	2-3	4
Adherence	4	4	3-4	3-4	3-4	3-4	3	1-3	2-4	1	2-3

## Tiedonhaku 3:

Tietoa kumin valmistuksesta.

Tee muistiinpanoja valmistusprosesseista. Valmistuksen eri vaiheista tulee saada selkeä käsitys. Osaaminen siten, että käsitteitä avaa kuten mastisointi, sekoitus ja vulkanointi kuminprosessoinnissa.

Kun olet lukenut artikkelin, tee omat muistiinpanolisäykset prosessiketjukaavioon.

### Kuinka kumituotteita valmistetaan:

Teollisesti kumituotteet valmistetaan yleensä jollakin seuraavista menetelmistä:

- Ruiskupuristus - nauhaksi työstetty kumisekoitus, jatkuvatoimisuus.
- Muottipuristus (ahtopuristus) - Vaatii toimenpiteitä materiaalin prosessoimiseksi muottiin sopivaan muotoon ja / tai massa.
- Suulakepuristus - suulakkeen avulla kumisekoitustanauhaksi haluttuun muotoon.



Ruiskutus- ja puristusmuovaaminen vaativat erittäin tarkkoja yhden tai useamman ontelon muotteja, jotka on yleensä valmistettu korkealaatuisesta teräksestä ja suunniteltu ja valmistettu CAD / CAM-ohjelmien avulla.

### **Ruiskupuristus:**

Ruiskupuristuksessa on useita vaiheita, jotka voivat ohjelmoidusti ajastettu, muovauslämpötilat ovat yleensä 165 °C - 200 ° .

Muovausjakso:

- muotti sulkeutuu
- lämmin ruuvi pyörii pakottaakseen ja pakottaa muottiin tarkan määrän esipehmitettyä kumiseosta
- materiaali ohjataan muottiin ruiskutusjärjestelmän kautta muottionteloon sen pienestä ruiskutusaukosta
- materiaali vulkanoituu määrätyn ajan, jonka aikana ruuvi vetäytyy sisään ja pehmentää kumiannoksen seuraavaa ruiskutusta varten
- muotti aukeaa ja osat poistetaan joko manuaalisesti tai automaattisesti robotti- tai muun järjestelmän avulla
- työkierto toistetaan

Jokaisen työkierron aikana käyttäjä voi suorittaa erilaisia toimintoja, kuten: ylimääräisen kumin (purseen) leikkaaminen, tarkastus, pakkaus tai kokoonpano. Valmistetut kappaleet voidaan siirtää viimeisteltäväksi myös muilla menetelmillä.

### **Muottipuristus:**

Tämä yksinkertaisempi prosessi on hitaampi kuin ruiskupuristus, koska käytetään yksittäisiä esimuotoiluja ja/tai punnittuja aihioita. Prosessissa on hydraulisia puristimia, lämmitetyt levyt (150-170 ° C), jotka vuorostaan ​​lämmittävät muotin.

Muovausjakso:

- muotin avaus ja edellisen jakson tuotteen poisto
- aihiot muottionteloon
- muotin ja siirto hydraulipuristimeen
- hydraulisen puristimen aktivointi. Sulkutoiminto aiheuttaa kumin siirtymisen täyttämään jokaisen muottiontelon. Puristuksen voimasta paine siirtää ilman purseurien kautta pois
- vulkanoituminen - aika määritetään muovattavan materiaalin ja poikkileikkaus huomioiden (paksu-ohut kappale)
- osa(t) pois manuaalisesti tai automaattisesti muotista
- työkierto toistuu

Jälleen käyttäjällä voi olla tehtäviä suoritettavana kuten ruiskupuristuksessa. Puristusmuovaus soveltuu yleensä paremmin pienimuotoiseen tuotantoon tai silloin, kun työkalukustannukset on pidettävä minimissä. Puristusmuovaus ei myöskään sovellu monimutkaisten muotojen muovaamiseen.

### **Suulakepuristus:**

Suulakepuristamalla eli ekstruusiolla valmistetaan:

- vulkanoituja tuotteita, jotka ovat liian suuria injektio- tai muottipuristukseen
- aihioita muottipuristukseen

### Jatkuva vulkanointi:

Jatkuva vulkanointi on valmistusprosessi, jolla suulakepuristuksesta jatketaan tuotteiden valmistusta. .

Tähän prosessiin tarvitaan kaksi konetta:

- suulakepuristin, jossa on sylinteri ja ruuvi ja suutin, poikkileikkaus muottina” ulostulopäässä
- lämmönlähde kumin vulkanoinniseksi, voi olla jokin seuraavista:
  - kuumailmauuni
  - mikroaaltouunin / kuumailmauunin yhdistelmä
  - erikoiskylpy, joka sisältää suolaa

### Jatkuvatoiminen vulkanointi:

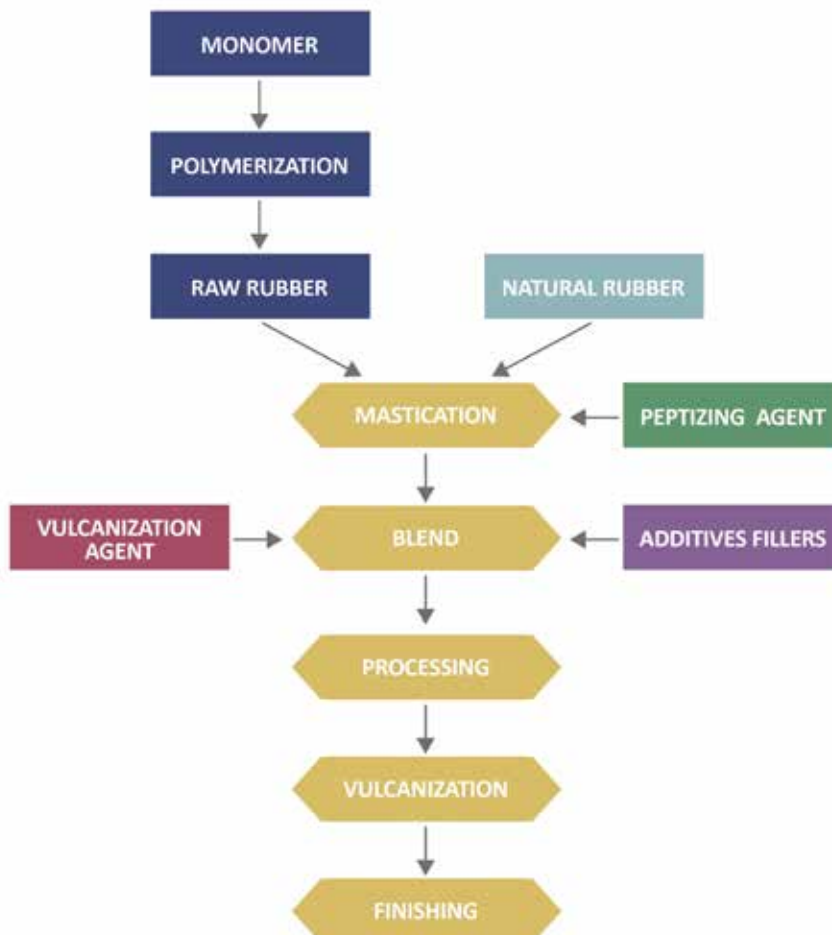
Kumi syötetään nauhana ekstruuderiin. Se esilämmitetään ruuvilla ja ohjataan suuttimen aukon läpi. Ruuvi toimii säädettävässä lämpötilassa ja ruuvien kierrosnopeudella.

- suuttimelta profiili siirtyy lämmitysaineeseen, jossa se vulkanoidaan. Jälleen nopeutta ja lämpötilaa ohjataan tarkasti
- uusi vulkanoitunut profiili jäädytetään ja leikataan automaattisesti tai rullataan keloille jatkokäyttöä varten

Tähän prosessiin voi liittyä kymmeniä metrejä pitkien kappaleiden varastointi.

**Alla olevan kaavio tulisi ymmärtää, mitä kumin prosesseja jalostuksessa on. Kaaviota voidaan tarkastella lisäksi myöhempien tehtävien yhteydessä.**

Kuvaile omin sanoin useita kaavioon liittyviä valmistusmenetelmiä.



# Kappale 4: Käytännön tehtäviä

(käytössä olevan laitteiston mukaan)

## Tuotantolaitteistolla työskentely

**EU:ssa on tuotettu videomateriaalia työturvallisuudesta.**

**Ohjaajan kanssa yhdessä voidaan katsoa NAPO videoita keskustelun alustuksena.**

**Materiaali:** kumisekoite, lämpöelementti, paine, paksuusmittari, sekuntikello, muistiinpanovälineet

**Tavoite:** osaamisen rakentaminen, prosessin parametrien tunnistus, teknisten taitojen kehittäminen

Terveys-, turvallisuus- ja ensiaputietous kumi- ja rengasteollisuudessa on erittäin tärkeää.

Manuaalisessa käsittelyssä on paljon huomioitavaa. Esineiden liikkuminen ja putoaminen ovat riskejä. Tulee noudattaa hyviä käytäntöjä ja toimia kuormien turvalliseen kuljettamiseen. Raskaita komponentteja saatetaan kuljettaa mm. valmistusalueen sisällä edestakaisin ja ajoneuvoihin.

Liukastuminen ja kaatuminen voivat aiheuttaa onnettomuuksia.

Kumipölyä ja höyryjä on hallittava työalueilla, ja ne on suositeltavaa poistaa paikallisesti. Kemikaalien käsittelyyn tarvitaan hengityssuojainta.

Kuten teollisuudessa, melua esiintyy usein.

Paineilmaa käytetään laajalti, sekä yli- että alipainetta. Työssä on huomioitava mahdolliset riskit laitteen käytössä.

Monissa kumiprosesseissa kuumat elementit aiheuttavat vaaraa. Suojavaatetus tarvitaan suojaamaan kuumien pintojen osumilta.

Tulipaloriskien hallinta on välttämätöntä. Jos kumi alkaa palaa, se palaa korkeissa lämpötiloissa ja savukaasut ovat ympäristöhaitta.

### **Tutustu turvallisuuskävelyvideon avulla kumituotantoon**

Safety walk in rubber industry [https://www.youtube.com/watch?v=2\\_DyIrfWkPo/read](https://www.youtube.com/watch?v=2_DyIrfWkPo/read) 31.3.2020

### **Työturvallisuusohjeet työympäristössä**

#### **Laitteiden käyttöohjeet**

#### **Prosessin hallinta ja käyttö**

#### **KTT työssä tarvittaviin kumisekoitteisiin ja kemikaaleihin**

## 1. Prosessin käynnistyksen seuraaminen

- tuotannon turvallisuusohjeet
- koneen osat, ja mahdollisesti laitteiden, kuten muottien tai profiililevyjen, asentaminen koneeseen
- koneen osien ja hyödykkeisiin liittyvä tunnistus kuten sähkö-, paine- ja höyry- ja poistoilmakomponentit

**EU -tiedotetta kumista, voidaan esimerkiksi keskustella suhteessa omaan työhön. (<https://healthy-workplaces.eu/en/campaign-partners/european-tyre-rubber-manufacturers-association>)**

**Laitetoimittajien kotisivujen materiaalia kannattaa hyödyntää. Hyviä hakutermejä ovat esimerkiksi kumituotteen nimi +tuotanto esim. "rubber mat with two roll mill"**

## 2. Laadun seuranta tuotannossa

- mittatarkistukset / kutistumismittaukset
- prosessiparametrien (paine, lämpö, tilavuusvirta jne.) haku / kokeilu tuotannon alkaessa
- tuotteen laadun arviointi ja korjaavien toimenpiteiden toteuttaminen tarvittaessa

## 3. Laatutarkastuksen seuraaminen

Tarkista kumiseoksen laatumerkinnot ja reologiset ominaisuudet ennen käyttöä,

Vulkanoidun tuotteen laatu, kuten läpivulkanoituminen (kypsyys) ja kovuus

*Properties of different rubbers*

5 = excellent, 4 = really good, 3 = good, 2 = fair, 1 = poor

	NR	SBR	IIR	NBR	ECO, CO	CR	AU, EU	FPM	Q	EPDM	CSM
Tensile strength, MPa	4-25	4-25	4-15	4-18	4-18	4-20	15-30	7-15	3-10	4-18	4-12
Break elongation, %	100-600	100-500	100-800	100-400	100-500	100-500	100-800	100-200	100-400	100-400	100-500
Operating temperature, °C											
- long-term	60	70	80	70	80	70	60	175	200	80	80
- short-term	100	100	140	130	150	130	80	250	275	150	150
- cold	-60...-30	-50...-20	-40...-10	-50...-10	-50...-10	-50...-20	-20...0	-40...-20	-80...-50	-60...-30	-40...-20
Compression set, % (°C)	20-60 (70)	20-60 (70)	20-80 (100)	20-60 (100)	20-60 (100)	30-80 (100)	20-60 (70)	30-50 (175)	20-60 (150)	25-60 (100)	60-80 (100)
Elasticity	5	5	2	3-4	3	3-4	5	2	1-3	3	3
Electrical properties	4	4	4-5	1-2	1	3	3	3	4	4	3-4
Resistance											
- weather and ozone	1-2	1-2	3-4	1-3	4-5	4	5	5	4	5	5
- acids	2-3	2-3	4	3	3	3	1	3-4	1-3	3-4	4
- alkalis	2-3	2-3	4	2-3	3	3	1-2	1-3	1-2	3-4	4
- aliphatic oils	1	1	1	4	4	2-3	3-4	4	1-2	1	1-2
- aromatic oils	1	1	1	3	3	1	1-2	4	1-2	1	1
- abrasion	4-5	4	2-3	3-4	3-4	3-4	4-5	3	1-3	3	3
- flame	1	1	1	1-2	3	3-4	1-2	4	2-3	1	3
- radiation	2-3	2-3	1	2-3	1	2-3	3	2-3	2-4	1	2-3
Gas permeability	3	3	5	3	4	3-4	3	4	2	2-3	4
Adherence	4	4	3-4	3-4	3-4	3-4	3	1-3	2-4	1	2-3

## 4. Kumin vulkanointi

**Tehtävät 1 ja 2 linkittyvät yhteen. Tavoitteena on havaintojen tekeminen ja ymmärryksen rakentaminen tulevan työn tueksi tuotteen laadun tarkkailuun. Miltä näyttävät tuotteeseen jääneet ilmakuplat? Ensiarvoisen tärkeitä tietoja työntekijän tehtävissä. Muuttujien tunteminen, parametrit paine, aika ja lämpötila ymmärtäminen laadukkaan tuotteen valmistuksessa. Muottien käyttö voi olla hyödyllistä tässä.**

### Tehtävä 1

#### Kumin käyttäytyminen lämmössä, ei painetta

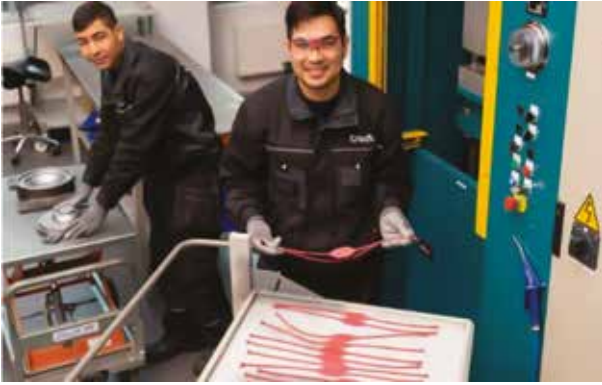
- näyte vulkanoimattomasta kumiseoksesta voi olla esimerkiksi 50 g, ota mitat ja massa heti alussa
- valmistele uuni / lämmityskaappi vulkanointilämpötilaan seoksesta riippuen esim. 180 °C
- laita näyte metallilevyille (tai muottiin sulkematta sitä) lämmityskaappiin, jätä näyte lämpöön 2 minuutiksi
- ota näyte vulkanointiajan jälkeen lämpökäsineitä käyttäen ulos, anna näytteen jäähtyä 10 minuuttia lämmönkestävällä pinnalla
- tutkia näyte vulkanoinnin jälkeen:
  - mitat ja massa
  - puristettavuus, esim. puristamalla käsin tai leuoilla
  - elastisuus, saako näyte alkuperäisen muodon venyttämisen tai puristuksen jälkeen
  - pomppaaminen, testaa esimerkiksi pudottamalla näyte lattialle

### Tehtävä 2

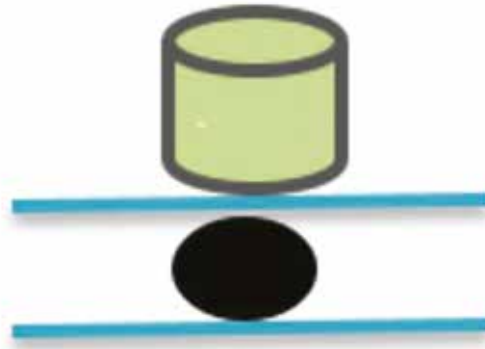
#### Kumin käyttäytyminen lämmössä ja paineen alla eri pituisia aikoja



- näyte vulkanoimattomasta kumiseoksesta
  - useita samankokoisia näytteitä rinnakkaistesteihin, esim. sama koko kuin tehtävässä 1, ota mitat ja massa alussa
  - jos muotti on saatavilla, käytä sitä ja ota kuminäytteet 5-10% suurempina muotin tilavuus on
- valmistele uuni / lämmityskaappi vulkanointilämpötilaan, kumityypin mukaan esim. sama kuin toiminnassa 1 (180 °C?)
- sijoita näyte / näytteet
  - metallilevyjen väliin, päälle paino (vähintään 1 kg) kokonaisuudessaan ja sulkeutuu sitten lämmityskaappiin, jätä samaksi ajaksi kuin toiminnassa 1 (2 minuuttia)
  - jos muotti
    - aseta leikattu näyte muottiin sopivaksi muotin pinta-alalle, käytä samaa lämpötilaa ja aikaa kuin näytteelle metallilevyjen välillä, paine valitaan samoin tai jos käytössä on muottipuristus, valitse 200 bar
- vulkanointiajan jälkeen
  - ota näyte ulos lämpökäsineitä käyttäen
  - vapauta paineesta ja muotista
  - anna näytteen jäähtyä 10 minuuttia lämmönkestävällä pinnalla
- tutki näyte vulkanoinnin jälkeen:
  - mitat ja massa
  - puristettavuus, esim. puristamalla käsin tai puristusleuoilla
  - elastisuus, saako näyte alkuperäisen muodon venyttämisen tai puristuksen jälkeen
  - pomppaaminen, kimmoisuus esimerkiksi pudottamalla lattialle



Muottipuristus, tiivistekumi ja ritsakumi



Näyte metallilevyjen välissä puristuksessa

### Vertaa kahden tehtävän tuloksia.

Onko vulkanoiduissa näytteissä eroja, ominaisuudet ja käyttäytyminen?

Leikkaa näytteitä terävällä veitsellä, varo veitsen lipsahtamista – vartalo ja sormet pois leikkuulinjalta.

Tutki leikkauspintoja, ovatko ne tasaiset ja kiiltävät, niin ettei näy kuplia.

Jos pinnoilla on kuplia, tai näyte alkaa paisua:

- mikä voi olla syynä?
- miten ilmiöt voidaan estää?
- voit jatka tutkimista tekemällä näytesarjoja parametrejä muuttamalla, esimerkiksi vulkanointiajan kaksinkertaistamisella

## 5. Kumin mekaaninen työstö

**Käsityönä tehtävät harjoitteet auttavat tunnistamaan kumiin liittyvää kitkaa.**

**Työstökoneita voidaan lisäksi käyttää.**

Tutustu tuotteiden mekaaniseen työstöön.



Ravelast Oy | [www.ravelast.com](http://www.ravelast.com)

Lähde: Ravelast polymers <https://www.ravelast.com/en/business-solutions/packaging-industry.html>

Metallitelan kumipinnoite, lukuisia mahdollisia käyttöalueita kuten metalli- puu, ja paperiteollisuus. Myös hyvin pienissä laitteissa on telojen kumipinnoitusta.

## Tehtävä 3

### Kumin "työstö" leikkaavalla ja hiovalla työkalulla

Valmistele kolme näytettä vulkanoidusta kumilevystä, esim. 100 mm x 200 mm x 3 mm.

Purista käsiteltävä näyte puristusleukoihin.

Testikohta on näytteen yläpinta, kuvaile työn helppous, tarvitaanko voimaa jne.

Laadi taulukko havainnoistasi.



	easily/not easy
leikkaaminen saksilla	...../.....
leikkaaminen veitsellä läpi näytteen	...../.....
metalliviilalla viilaus näytteen yläpinta, kunnes katkeaa	...../.....

**Jos teollisesti käsitellään isompia määriä kumia jyrsimällä tai sorvaamalla, millaisia riskejä toimintaan liittyy, miksi?**

## 6. Kumin kalanterointi

**Työtä voidaan tehdä joko laitteilla tai havainnoida työtä. Taas videoiden hyödyntäminen käyttäen hakusanoina esimerkiksi "rubber mixing mill" tai "rubber mill two roll mill" tai yrittysten nimiä.**

Paksuuden, vahvuuden työstämiseen käytetään kalanterin ja valssien teloja.

Nippipaine telojen välissä aiheuttaa lämpötilan nousua. Pidempien tuotantojaksojen aikana vulkanoidun kumin vulkanoituminen voi alkaa. Telojen lämpötilan vakiointi esim. vesikierrolla voi olla teollinen ratkaisu.

Hae tietoa, etsi kuvamateriaalia levypaksuuden säätämisestä, mitä kumissa tapahtuu työstön aikana. Kirjaa huomioitasi.

Tee nipin raon muutoksia. Mitä vaihteluvälejä saadaan laitteella? Pysyykö tuote tasavahvuksena reunasta reunaan ja keskeltä.



# Kappale 5: Työstämismenetelmiä

## Yhdistä paikallisiin valmistusmenetelmiin liittyen hyvät käytänteet

Tässä osassa on hyvin lyhyitä kuvauksia monista menetelmistä. Korosta paikallisten tarpeiden mukaan yksittäisiä menetelmiä.

Kumin sekoitusala on keskittynyttä; enimmäkseen kumisekoituksia ostetaan lopputuotteen tarpeiden mukaan. Tarkista, onko sekoituksista saatavilla joitain tietoja, koodiin liitettyjä ominaisuuksia ja niin edelleen.

Vulkanointiprosessi riippuu sekä kumisekoitteesta että tuotteesta. Käytetyin vulkanointimenetelmä on muottimenetelmä. Mainitse kuumailma vulkanointi profilituotteille. Autoklaavia, paineastiaa, jossa on kuuma höyry ja paine paineilmalla/alipaineella, käytetään esimerkiksi kumitettuihin teloihin ja saappaisiin. Erityisillä prosesseilla, joissa käytetään suoloja tai eri aallonpituuksia, on myös merkitys. Kysymyksiä voi esittää esimerkiksi, onko ilma vai höyry parempi siirtämään lämpöä.

Telat ovat tärkeitä maton paksuuden ja toivottujen vaikutusten aikaansaamiseksi tuotteen pinnalle vulkanoinnin aikana.

Kumin ja metallin välisen sidoksen kemialla käytetään monissa sovelluksissa. Käsitteet, kuten tarttuvuus ja liuotin, ovat tärkeitä.

Purseen poistossa on tiedettävä sallitut työkalut ja hyvät taidot. Voiko mekaaninen viimeistely pilata tuotteen?

Tutustu lopputuotteisiin silmämääräisesti, mitä tarkastetaan ja mitkä ovat testien vaatimukset.

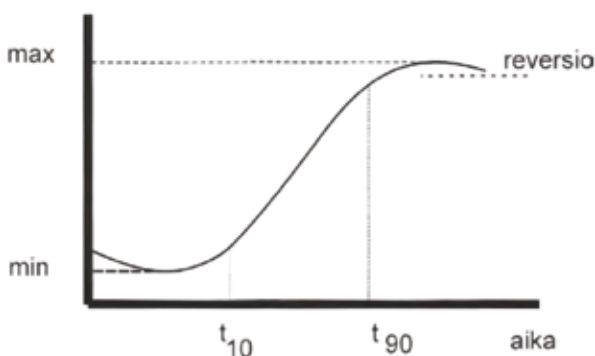
## 1. Kumisekoitus

Kumisekoitus teollisessa mittakaavassa tehdään usein valssi- tai kammiosekoittimissa.

Kumin sekoittaminen vaatii paljon energiaa. Vakiolämmön ylläpito on olennaista sekoituksen aikana.

Sekoituksen aikana ja sen jälkeen testataan reologisia ominaisuuksia. Kumituotevalmistuksessa työntekijän tehtäviin voi kuulua testin tekeminen, esimerkiksi varmistaessaan käytettävä materiaali tai ongelmien ilmetessä hakea vulkanointiparametrit.

Esimerkiksi aika-momentti vastaavuus kumin vulkanoituessa kuvaa kumin liikettä vastustavaa voimaa tietyssä lämpötilassa. Voimaa tarkastellaan kahdessa ajan hetkessä  $t_{10}$  ja  $t_{90}$ . Näin sekoituksen aineiden toimivuus tunnetaan ja prosessia voidaan ohjata.



Kuva: Reometrikuvaaja, torsiovoima ajan funktiona  
Lähde: Laurila T. Kumitekniikan perusteet 2007, page 85



## 2. Valssaus ja kalanterointi

Kumiseoksen on levättävä ennen käyttöä. Varastointipaikan on oltava viileä ja puhtas. Kuvassa on kalanteroitu vulkanoimaton kumiseos kuormalavalla varastotilassa. Kumin pinta on suojattu tarttumiselta esim. ajamalla se kalanterilla saippuoliuoksen läpi.



### Kalanterointi

Kalanterointia ja valssausta voidaan käyttää vulkanoimattoman kumin muokkaamiseen jatkokäsittelyä varten, esim. matoksi tiettyyn paksuuteen ja leveyteen taientamaan ylimääräinen sekoitusvaihe tai liittää eri sekoitteitaisensa kanssa päällekkäin. Lopputuotteen vulkanointiprosessi voidaan tehdä kuumalla kalanterilla laittamalla ”muotiksi” kireä kangas kulkemaankumin päällä.

Kumilevyä voidaan muokata erilaisten telojen avulla. Kalanterilla voidaan antaa kemiallisen viimeistely, peittää pinta kankailla tai kalvoilla jne. Telat voivat olla sileitä, pehmeitä tai esim. uritettuja. Teloilla voi olla sama kehänopeus tai nopeudet voivat erota toisistaan esimerkiksi antamaan visuaalisuutta.

### Tärkeitä huomioita

- telan mitan, halkaisija, leveys
- telojen lukumäärä ja kontaktipinnan pituus ja kontaktiaika jokaisella telalla
- telan geometria, esim. bonbeeraus tai kuviointi
- lämmitys/jäähdytyskapasiteetti
- tuotantokapasiteetti, määrä/aika
- mahdollisuus esivalmistella sekoitus eri tuotantovaiheisiin, esim. paksuus
- vulkanointiin käytettäessä vakiolämmönsäätö ja jäähdytys



## 3. Vulkanointi

Kaksi käsitettä käytettäessä sanaa kumi on erotettava, onko kyseessä vulkanoimaton vai vulkanoitu kumi. Vulkanoitavia kumisekoituksia on monenlaisia. Kumisekoitus voi soveltua tiettyyn vulkanointimenetelmään. Muotissa vulkanointi on usein käytetty menetelmä, jossa paine ja lämpö ovat muottiajan lisäksi muuttujia. Höyryvulkanointi on myös yleinen menetelmä. Muina menetelminä käytetään kaasuja, kylpyjä, eri aallonpituuksia kuten IR- tai UV-säteilyä.

On tärkeää tunnistaa menetelmän hallintaan liittyvät muuttujat.

### Muottipuristus

Muotti-, ahto- ahiopuristus nimiä käytetään yleisimmästä kumin vulkanoinnista, tyypillisiä tuotteita:

- auton renkaat
- tiivistet



## Muottipuristus, kaksipaikkainen hydraulisesti paineen tuottava kone

Etupaneelissa harmaalla alueella on hallintalaitteet, virtakytkimet, muotin ja tyhjiön kannen liikkeet, lämmitys ja ohjelmointi. Lämmitysvastuksien ohjaus harmaan alueen ylimmät digitaaliset näytöt, kaksi molempien muottipaikkojen ylä- ja alalevyille. Ohjelmointiyksikkö on keskellä etupaneelia oleva tumma ruutu.



Kuva Tredun oppimistehtaan Tung-Yu

Molemmille muottipaikoille on erillinen hydraulipaineen ohjaus sekä painikkeet muotin liikkeitä varten. Liikkeet on erotettu toimintaa varten niin, että voidaan valita nopea tai hidas siirtymä, muotin vaihdossa tarvitaan hidasta liikettä muotin osien kohdistamiseen oikein vaurioiden välttämiseksi.

Erittäin tärkeää on tietää pysäytyspainikkeet. Turvallisuuden takia valoverhon häiriö pysäyttää muotin liikkeet. Molemmissa yksiköissä on koneen yläpinnalla punakeltavihreät tornit, jotka ilmoittavat koneen käyttäjälle häiriöistä.

Siniset letkut ovat paineilmapistooleille, joita tarvitaan tuotteen irrottamiseen muotista ja muottipintojen puhdistamiseen.

### Yhteenveto muottipuristukseen

#### Laitteet

- metallinen muotti, johon kumimateriaalin siirto:
- aihiona
- ruiskuttamalla
- hydraulipaine
- lämmitys
- tyhjiö

#### Laatu

- erinomainen mittatarkkuus
- reunojen viimeistely mahdollisesti tarpeen

#### Kunnossapito

- vähintään päivittäin muotin ja ympäristön siivous
- paikallisten ohjeiden mukaan laitteen voitelu

#### Prosessin muuttujat

- tuotteen vulkanoitumiseen:
- lämpötila usein noin 200 °C
- paine usein noin 200 bar
- käsittelyaika, joka riippuu tuotteen koosta/paksuudesta/kumisekoituksesta

#### Muotin vaihdossa huomioitava

- jäähtynyt/kylmä muotti
- painavat metallikappaleet, asetetaan mahdollisesti ylä- ja alamuotteja ja muita osia koneelle

## Ekstruusio, suulakepuristus

Ekstruusio menetelmä on tyypillinen eripituisten letkujen ja profiilien valmistuksessa. Rakenteissa käytetään tukimateriaaleja, joilla saadaan esimerkiksi lisää paineenpitoa.

Käytössä on erilaisia vulkanointimenetelmiä.

## Autoklaavi

Autoklaavia, paineastiaa käytetään tyypillisesti yksittäiskappaleiden vulkanoinnissa, esimerkiksi erilaisten usein metallisten kappaleiden kumipinnoituksessa.

Muun muassa paperiteollisuudessa käytettävät arvokkaat metallitelat, joiden halkaisija voi olla metrin luokkaa ja pituus yli kymmenen metriä pinnoitetaan tarvittaessa tai säännöllisesti uudella kumilla, kun vanha pinnoite on poistettu.

Vulkanointi tapahtuu joko käyttämällä kuivaa lämpöä tai höyryä.

## Uretaanin ja silikonin valaminen

Uretaania käytetään monissa tuotteissa erityisominaisuuksiensa vuoksi. Usein käyttöolosuhteisiin räätälöidään uretaani. Uretaania voidaan käyttää kumin tai metallin sijasta, jolloin vältetään esim. korrosio ja saadaan riittävät fysikaaliset ja kemialliset kestot. Pidon (grip) varmistamiseksi tuote voidaan peittää, samoin tiivistys tai melunvaimennus voi olla tavoitteena. Uretaani mahdollistaa laajemman väri- ja sävyvalikoiman kuin kumi.

Sovellusmahdollisuuksiin kannattaa etsiä tietoa toimittajien teknisistä esitteistä.

## Kastomenetelmä

Sisämuotti kastetaan kumilateksiin niin monta kertaa kuin tarvittava paksuus vaatii. Siten saatu muottituote vulkanoidaan sopivalla menetelmällä. Lopuksi kumituote irrotetaan muotista.

Tyypillisiä tuotteita ovat ilmapallot, kondomit ja käsineet.

## Kumi-metallisidos

Renkaat pitävät muotonsa ja kestävät monien komponenttiensa ansiosta, joissa kumi ja metalli on liitetty toisiinsa. Hihnakuljettimiin tai kuljetinputkiin saadaan sekä lujuutta että energian sitomista, kun pinnalla on kumipäällyste. Kierretappeihin voidaan liittää kumiosat.

Pääsääntö on, että sama kumiseosta kuin päällyskumi liuotetaan liuottimeen ja saatu polymeerineste käytetään liimana.

Yhdistäminen tehdään puhtaalle metallipinnalle usein sivelemällä tai ruiskuttamalla. Ensimmäisenä kerroksena on pohjamaali hyvän kosketuksen varmistamiseksi ja sitten nestemäinen kumiliima ja kumiosa, jonka jälkeen koottu tuote vulkanoidaan.

### Tärkeää:

- puhdistaa pinnat, poistaa rasvat ja kiinteät hiukkaset ja kosteus
- rakenteiden yhteensopivuus metalli-primer ja primer-kumisekoite
- hyvä tarttuvuus

## Testaus

Testaus vaatii huolellisuutta, tunnistaa menetelmä tai standardit, paikalliset vai EU: n tai jotkut muut on otettava huomioon tarkasteltaessa testituloksista

### Vulkanoimaton kumi

Kumin viskositeetin avulla tutkitaan reologisten ominaisuuksia. Laitteita ovat esimerkiksi roottoriton reometri, Mooney-viskositeetti, Wallace-plastisiteetti jne.

### Vulkanoidun kumin ominaisuuksia

Kumin kovuus on helppo mitata. Shore-kovuusmittaus tapahtuu niin, että mittalaitteen piikki asetetaan kumipinnalle. Kumille melko pehmeänä materiaalina käytetään Shore asteikkoa, asteikko on 0-100, mitä suurempi luku sitä kovempaa materiaali. Jos mittaustulokseksi saadaan ShA 90, valitaan laite, jossa on ShD-asteikko.

Murtolujuus ja repäisylujuus ovat yleisiä kumitestejä.

Kumin soveltuvuutta puristusta vaativiin olosuhteisiin voidaan testata jäännöspuristuman määrittämisellä.

Taivutuskesto, lämmön-/kylmän-, kaasujen kesto, kemiallinen kestävyys, erilaiset aallonpituudet materiaalin vanhenemiseen vaikuttavina tekijöinä ovat tyypillisiä testejä.

Vulkanoimattoman kumin vastaanottotarkastuksessa on tarpeellista vulkanoida kumia testejä varten ja varmistaa kumin ominaisuudet vulkanoinnin jälkeen. Kumiseoksen toimittajat liittävät testitulokset tarvittaessa toimitukseen.



# Kappale 6: Muistilista

## Ankkuroi edellisissä kohdissa hankittu tieto

### 1. Terveys, turvallisuus ja ympäristö, HSE- ohjeet

Kumiteollisuudessa työturvallisuus kohdistuu moneen tekijään kuten kuumat pinnat, lämpö, höyryt, melu, kemikaalit

On ammattitaitoa tunnistaa vaarat ja olla huolellinen.

### 2. Kumin ominaisuudet

Tieto käsitteistä ja paikallisista ohjeista on tärkeää.

- elastomeerien nimet
- reologiset ominaisuudet
- tärkeimmät testit ja niiden yksiköt

### 3. Laitteiden ja työkalujen hallinta

#### Muottipuristus

- puhtaus ja muotin kunto
- muotin vaihto huolellisesti huomioiden lämpö ja puristuspaine
- ohjelmointiyksiköstä oikeat tiedot, huomioiden muuttujien tarkistus, lämpö-paine
- ensimmäisten kappaleiden tarkastaminen ohjeiden mukaan ja mahdollisten korjaavien toimenpiteiden suorittaminen
- huolellisuus paineilman käytössä

### 4. Prosessin hallinta

Ennen työn aloittamista havainnoida työympäristön tila

- puhtaus, ylimääräiset kappaleet, mahdolliset uudet tiedotteet
- hälytysten toiminta
- perusteet prosessimuuttujista, sähkö, hydraulikka, pneumatiikka
- päivittäishuolto

# Kappale 7: Harjoituksia

(voidaan myös käyttää arvioinnissa)

**Tavoitteena on kehittää taitoja ja ammatillista osaamista**

**Tavoittele teoriatiedon riittävyttä työtehtävästä ja menetelmästä, kuten:**

- sekoitus
- liitokset
- työstömenetelmä
- vulkanoidun ja vulkanoimattoman kumin testaus
- materiaalin kierrätys – prosessissa tai siirtämisessä pois
- jätteen käsittely

**Opetussuunnitelma tavoitteineen ja käytännön ohjeet tuotantotyössä:**

- opiskelijan omat huomiot tärkeitä keskustelun mahdollistajia ja osana oppimisprosessissa
- opiskelijan kyky osoittaa itsenäistä työntekemistä voi olla osaksi päiväkirjamuodossa (ohjelmointi, muuttajat ja materiaalitietoisuus)

**Teorian ja käytännön taitojen oppiminen vie kuukausia. Harjaantuminen voi olla rinnakkaista yleisten teknisten taitojen opiskelun kanssa.**

**Tarkkaile, että harjoittelija etenee turvallisesti ja loogisesti tehtävissään.**

Tavoitteena on osoittaa osaaminen vähintään yhdellä menetelmällä teollisuuden tai oppiympäristön valmistustyössä riittävällä ammatillisella riipeydellä ja huolellisuudella hosumatta. Lopuksi osaamiseen kuuluu raportointi, kuten paikallisesti on sovittu.

## 1. Valmistelut

**Pyydä nähdä paikalliset materiaali. Osaaminen laitteiden osien nimissä ja sijaintipaikkojen näyttämisessä voi olla tärkeää, kuten mittasensorien paikat ja tyypit.**

### Harjoitus 1:

**Työskentelyalueen turvallisuuden varmistaminen**

### Harjoitus 2:

**Työmääräimen ja tarpeellisen materiaalin tarkistus ennen työn aloittamista**

**Työmääräimen lukemisen ja ymmärtämisen tarkistus.**

## 2. Aloittaminen

### Harjoitus 3:

Millaista laadunvalvontaa tarvitaan ja kuka siitä vastaa?

Paikalliset käytänteet tulisi hallita.

### Harjoitus 4:

Tunnista tarvittava aika siihen, että koneet ovat tuotantovalmiit sekä arvioi työn suorittamisen kesto ja huomioi mahdolliset muihin kohdentuvat vaikutukset

Edeltävät ja jatkotyövaiheet tulisi osata. Työn aikataulut on hallittava.

## 3. Työstön päättäminen tai kappaleen siirtäminen eteenpäin

Paikallisten ohjeiden noudattaminen.

### Harjoitus 5:

Toimintatapa pitää tuotanto ajantasaisena: kaikki tarpeellinen sekä suullinen että kirjallinen tieto

### Harjoitus 6:

Terveys, turvallisuus, ympäristö - paikalliset ohjeet, osoita tietosi

## 4. Pakkaus ja varastointi

Havainnot, että harjoittelijalla on riittävät ohjeet ja miten hän varmistaa niiden saamisen ja oikeellisuuden. Paikallisten toimitukseen liittyvien toimintojen hallinta ja niihin liittyen omat oikeudet.

### Harjoitus 7:

Laadun seuranta

### Harjoitus 8:

Pakkaus ja varastointi/toimitus

## Harjoitus 9:

**Kirjaus- ja raportointitehtävät**

### 5. Itsearviointi

**Varmista, että opiskelija ymmärtää omat kykynsä. Missä asioissa on eniten kehitettävää ja missä on jo harjaantumista ja voi luottaa omaan kykyihinsä. LLL = lifelong learning!**

**Prosessiosaamisen taso ja oma osaaminen ovat aina tärkeitä tunnistaa.**



# Lähdemateriaali

Timo Laurila: Kumitekniikka, Lyhyt johdatus Kumitekniikan perusteisiin 2007

Hanhi, Poikelispää, Tirilä: Elastomeric Materials, Tampere University of Technology 2015

[https://laroverket.com/wp-content/uploads/2015/03/Elastomeric\\_materials.pdf](https://laroverket.com/wp-content/uploads/2015/03/Elastomeric_materials.pdf)



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

