



# Opettajien Kirja

## Osa 14

Puhallusmuovaus

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

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

**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 teoretietoa 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: Aiheeseen tutustuminen	8
Kappale 3: Teoriaa	11
Kappale 4: Käytännön harjoituksia	17
Kappale 5: Menetelmä	31
Kappale 6: Muistilista	36
Kappale 7: Käytännön harjoitustehtäviä	39

# Kappale 1: Tavoitteet

Tiedot, tekniset taidot, käyttäytyminen, jotka on laadittu WP2, opetussuunnitelmassa.

TAIDOT	TIEDOT
<b>TEKNINEN TAITO</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Laitteiden toiminnan ja tuotteiden laadun valvonta</li> <li>Tuotteiden ja materiaalien turvallinen käsittely, tarpeellisen turvallisuusmateriaalin lukeminen ja omaan työhön liittyvien turvallisuustekijöiden soveltaminen</li> <li>Laitteiden pysäytys tai sammutus myös epätyypillisissä tilanteissa</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Puhallusmuovausprosessi ja prosessissa käytettävät lisälaitteet</li> <li>Puhallusmuovauskomponenttien muoto</li> <li>Muotin muoto</li> <li>Laitteiden, materiaalien, prosessien ja menettelyjen oikea valinta ja käyttö</li> <li>Menettelyt puhallusmuovauslaitteiden ja komponenttien käytössä</li> <li>Tuotannon työnkulun vaiheet ja materiaalit</li> </ol>
<b>TYÖYHTEISÖOSAAMINEN</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Oman työn suunnittelu ja kehittämissuunnitelmien tekeminen</li> <li>Työhön liittyvien asiakirjojen täyttämisen</li> <li>Tiedon kerääminen ja jakaminen omaan työhön liittyen</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Syyt prosessin ohjauspaneelien tarkistamiseen ja lukemien ilmoittamiseen, jos ne eivät ole työohjeiden mukaisia</li> <li>Hyväksytyt vaarojen torjunta- ja turvallisuusmenettelyt sekä henkilönsuojainten käyttö materiaalien käsittelyssä, laitteiden käytössä ja puhdistuksessa, KTT: n ja teknisten tiedotteiden tulkinassa</li> </ol>
<b>VUOROVAIKUTUSTAIIDOT</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Osallistuminen työpaikan kokouksiin ja palavereihin</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Raaka-aineiden ja laitteiden toiminnan vaihtelujen mahdolliset vaikutukset tuotteen laatuun</li> <li>Jätehuolto ja vaatimusten vastaisten tuotteiden uudelleenkäyttö</li> <li>Tekijät, jotka voivat vaikuttaa tuotteen laatuun tai määrään ja puhallusmuovausvikojen havaitseminen</li> </ol>

# Kappale 2: Aiheeseen tutustuminen

## Menetelmän periaate

Puhallusmuovaus on valmistusprosessi, jolla onttojen muoviosien valmistetaan täyttämällä lämmitettyä muoviputkea, kunnes se täyttää muotin ja muodostaa halutun muodon. Puhallusmuovausprosessissa yksityiskohtien muodostamiseksi käytetään kolmea eri menetelmää: suulakepuristusmuovaus - tämä on yleisin puhallusmuovaus ja sitä käytetään suurten määrien suhteellisen yksinkertaisiin (pullot) tai monimutkaisiin muovituotteisiin (nuket, ilmanvaihtokanavat, polttoainetankit).

## Kysymys 1:

**Mitkä kuvan tuotteista on valmistettu puhallusmuovauksella?**



Muovituotteita

## Ekstruusiopuhallusmuovaus

Suulakepuristuspuhallusmuovaus - prosessi koostuu kolmesta vaiheesta: suulakepuristus, puhallus ja poisto. Suulakepuristus - pystysuora suulakepuristaminen muotin pään läpi sulan muovin ontton putken (aihio) muodostamiseksi puhaltimen ympärille. Puhallusaihio kiinnitetään kahden muottipuoliskon väliin ja laajennetaan haluttuun muotoon täyttämällä se paineilmalla. Työntö - määrityn ajan kuluttua muotin jäähdyttämiseen avautuu ja tuote poistetaan pudotuskourujen tai robotiikan avulla.

## Kysymys 2:

**Mikä on aihio, miten se valmistetaan?**

Muovi sulatetaan suulakepuristimessa ja työnnetään läpi pyörivällä ruuvilla suuttimeen (ekstruusiopää), joka muuttaa muovivirtauksensa suunnan vaakasuorasta pystysuoraan. Sula muovi saavuttaa muotin pään ja virtaa ontton sylinterimäisen putken muotoon. Muotin muodostamaa sylinteriputkea kutsutaan ahioksi. Kun aihio lasketaan alas, kaksi muottiosaa sulkeutuu sen ympärille ja painavaa putkimaisen aihion ylä- ja alapäätä. Yläosassa puristusmekanismi puristaa ilmapuhaltimen reiän siten, että paineilmapuhaltimen putki laskeutuu puristuspaikan alle. Putken läpi puhallettu korkeapaineilma pakottaa aihion turpoamaan ja työntää muovin muotin seinämiin. Muottiseinät jäähdyttävät ja kovettavat muovia ja kun muotti aukeaa, muovattu osa poistetaan.





CAD malli suulakepuristetusta puhallusmuovausaihiosta

## Muovit puhallusmuovaukseen

**Yleisimmät puhallusmuovattavat muovit ovat:**

- High Density Polyeteeni (HDPE) –yksi yleisimmistä puhallusmuovausmuoveista, käytetään esim. shampoo- ja öljypulloissa ja polttoainesäiliöissä.

**Käytetään pulloihin ja moniin tuotteisiin, kuten shampoo ja moottoriöljy, jäädyttimet, lelut, polttoainesäiliöt, teollisuusrummut ja kantolaukut. Se on helposti muovautuva, läpikuultava ja helposti värjättävä ja kemiallisesti inertti (FDA: n hyväksymä ja ehkä turvallisin kaikista muoveista). PE on yleisimmin kierrätetty hartsi.**

- Polypropeeni (PP) –erittäin suosittu polymeeri, erityisesti kemikaalien kesto ja laaja käyttölämpötila-alue

**PP on samanlainen kuin HDPE, mutta hieman jäykempi ja pienempi tiheysinen, mikä tarjoaa joitain etuja. PP: tä käytetään yleisesti korkean lämpötilan sovelluksissa, kuten astianpesukoneen putkissa ja lääketieteellisissä osissa, jotka vaativat autoklaavissa sterilointia. Se on muovautuva, läpikuultava ja helposti värjättävä. Jotkut versiot tarjoavat ”yhteyden selkeyden”.**

- Polyeteenireftalaatti (PET) – polyesteri, jota käytetään tyypillisesti kirkkaisiin puhallusmuovattaviin tuotteisiin. Suurin käyttö on PET virvoitusjuoma- ja vesipulloihin.

**Vaikka PET-muotin suulakepuristaminen ei ole mahdotonta, se on harvinaisempaa, koska hartsi vaatii tehokkaan kuivauksen. Suurimmat PET-puhallusmuovausmarkkinat ovat virvoitusjuomia ja vesipulloja.**

- Polykarbonaatti (PC) –vahva kirkas materiaali luodinkestäviin ja suuriin kymmenien litrojen vesiastioihin

**Tämän kirkas, vahva ja sitkeä materiaali sopii tuotteille aina silmälaseista luodinkestäviin lasiin ja suihkukoppeihin. Sitä käytetään myös yleisesti 50 litran vesipullojen valmistamiseen. PC on kuivattava ennen käsittelyä. Se muovautuu hyvin perusmuotoihin, mutta on haasteellinen ja vaatii arvioinnin monimutkaisiin muotoihin.**



Vesiastioita

### Kysymys 3:

**Mitä muovityyppiä yleisimmin käytetään vesipullojen valmistuksessa?**

#### Ekstruusiopuhallusmuovauskone

Puhallusmuovausprosessi, johon sisältyy toimintosarja. Sykli toistetaan automaattisesti tai puoliautomaattisesti lyhyellä jaksajalla valettujen osien massatuotannossa. Sarja koostuu seuraavista toiminnoista:

- Muovin sulatus ekstruuderilla
- Onton putkiaihiön valmistus
- Kaksi puhallusmuottipuolikasta asetetaan aihion ympärille, aihio leikataan ylhäältä veitsellä / kuumalla langalla
- Komponentin kaulan muodostaminen, jos se kuuluu muotoilla
- Ilman syöttäminen puhallustapilla ontton putken (esilämmitetyn aihion) puhaltamiseksi muotin muotoon yhdessä muotin ja muovin samanaikaisen jäähtymisen kanssa
- Ilman poistaminen muottiosasta ja muovin jäähtyminen
- Muotin avaaminen muottituotteen poistamiseksi
- Muotin sulkeminen seuraavan kappaleen ympärillä

Puhallusmuovauskone koostuu seuraavista olennaisista komponenteista: ekstruuderilla, ahiopää, syöttölaite, puhallusmuotti, puhallusjärjestelmä, puhallus- ja kalibrointilaitteet, tuuletus- ja pintakäsittelyjärjestelmä sekä jäähtymisjärjestelmä.

### Kysymys 4:

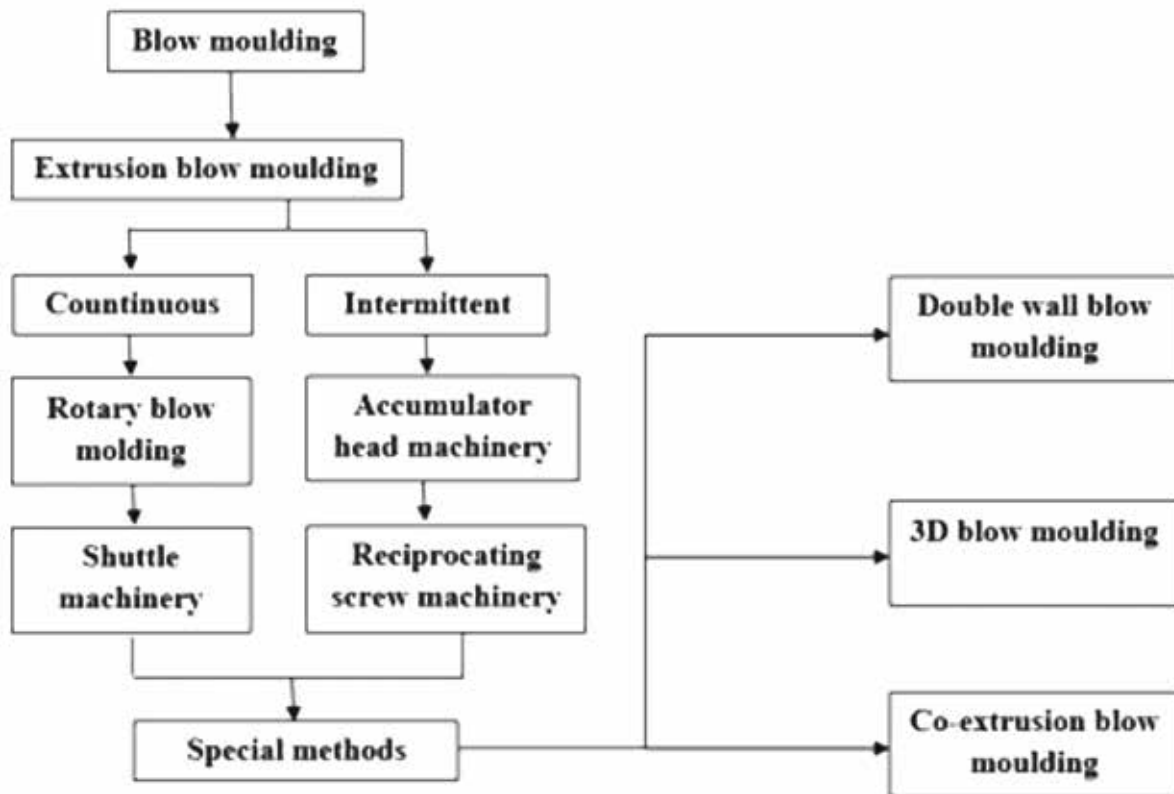
**Mitkä toiminnot ovat ennen kuin puhallussuuttimen kautta aihio täytetään paineilmalla?**

**Kaikki yllä mainitut toimenpiteet on suoritettava ennen kuin aihioon johdetaan paineilma**

# Kappale 3: Teoriaa

Lue artikkeli, hae tietoa (Internet, arvostelut, kirjat jne.) ja vastaa kysymyksiin ja kehittämään osaamista.

## Puhallusmuovauksen kaavioesitys



On olemassa useita tapoja muodostaa osa puhallusmuovausprosessissa. Yllä oleva kaavio osoittaa eri tapoja suulakepuristuksessa. Kone- ja prosessisuunnittelu riippuu osan suunnittelusta, ja on erittäin tärkeää ymmärtää, mikä prosessi on valittava kappaleen muovaukseen.

## Tehtävä 1:

Selvitä, mikä on ero jatkuvan ja keskeytyvän puhallusmuovauksen välillä ja minkä tyyppisiä tuotteita valmistetaan kaksiseinä-, 3D- ja koekstruusiohallusmuovauksella?

Puhallusmuovausprosessien vaiheet on lueteltu alla.

Käytä Internetiä löytääksesi video jokaiselle prosessille.

Puhallusmuovausprosessit:

suulakepuristusmuovia syötetään jatkuvasti ja yksittäiset osat leikataan veitsellä.

jaksottainen suulakepuristusmuovaus tehdään vain yhdellä muotilla. Tämä on yksinkertainen tapa yhdistää aihio tuotteen valmistamiseen ja lopettaa aihion puristaminen tuotteen jäähtyessä muotissa.

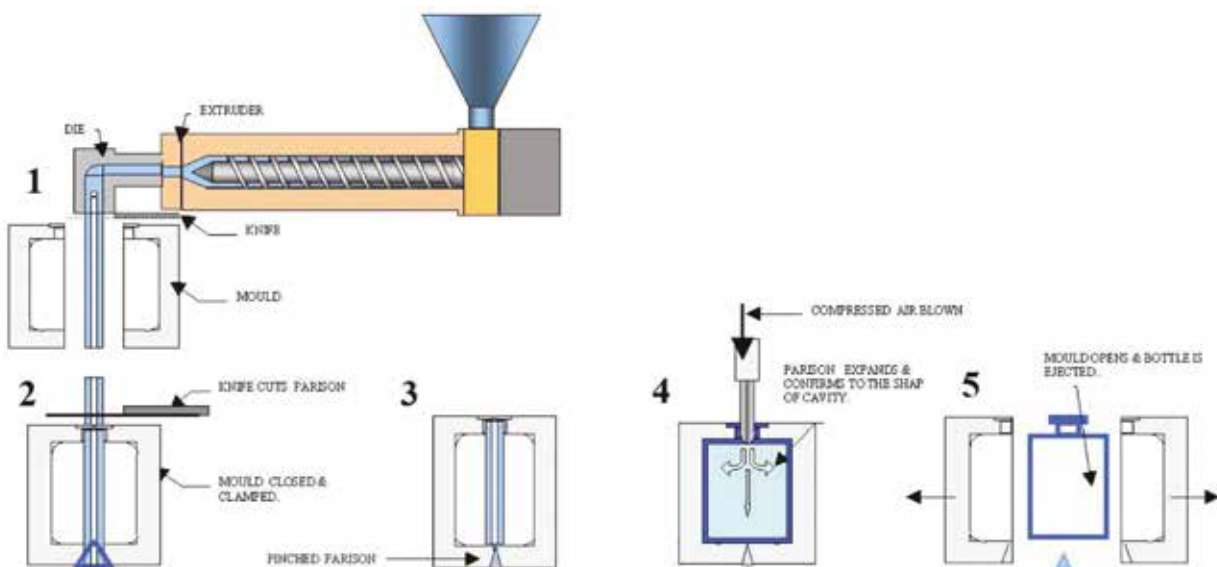
3D-puhallusmuovaus on suunniteltu tuottamaan epäsymmetrisiä osia. Muotipää liikkuu xy-akselilla niin, että se toistaa muodon ennen muotin sulkeutumista. Tämän tyyppisellä puhallusmuovauksella tuotetaan laaja valikoima erilaisia kanavia, polttoainesäiliöitä, onttoja kahvoja ja muita asymmetrisiä tuotteita.

Monikerros -koekstruusiohallusmuovaus Sen perusprosessi on sama kuin yksikerroksisella puhallusmuovausmenetelmällä. Vain muovauslaitteet käyttävät useita suulakepuristimia erilaisten muovijakeiden pehmittämiseen. Tämän tyyppisellä puhallusmuovauksella valmistetaan useita värejä tai sisäkerroksia eri muoveista.

Kaksiseinäinen puhallusmuovaus - se on muovausmenetelmä, jossa yksityiskohdat saadaan jatkuvalla suulakepuristuksella. Ennen muotin sulkeutumista aihio puristetaan ja täytetään tyynyn muodostamiseksi. Kun muotti sulkeutuu kokonaan, sisällä oleva ilma estää seiniä menemästä kasaan. Kun osa on jäähtynyt, se poistetaan muotista. Tämän tyyppisellä puhallusmuovauksella tuotetaan laaja valikoima laatikoita, matkalaukkuja ja tuoleja.

## Puhallusmuovauslaite

Puhallusmuovauslaitteen toimintaperiaate:



Puhallusmuovauskoneella on tiedettävä, missä ja miten koneen toiminnot suoritetaan. Materiaali sulatetaan ekstruuderissa. Aihio muodostetaan muotin pään kautta. Muotti liikkuu, sulkee ja jäähdyttää osaa. Kuuma veitsi leikkaa aihion. Iskutappi täyttää aihion. Muotti aukeaa ja osa työntyy ulos.

On erittäin tärkeää ymmärtää prosessin vianetsintäjärjestys.

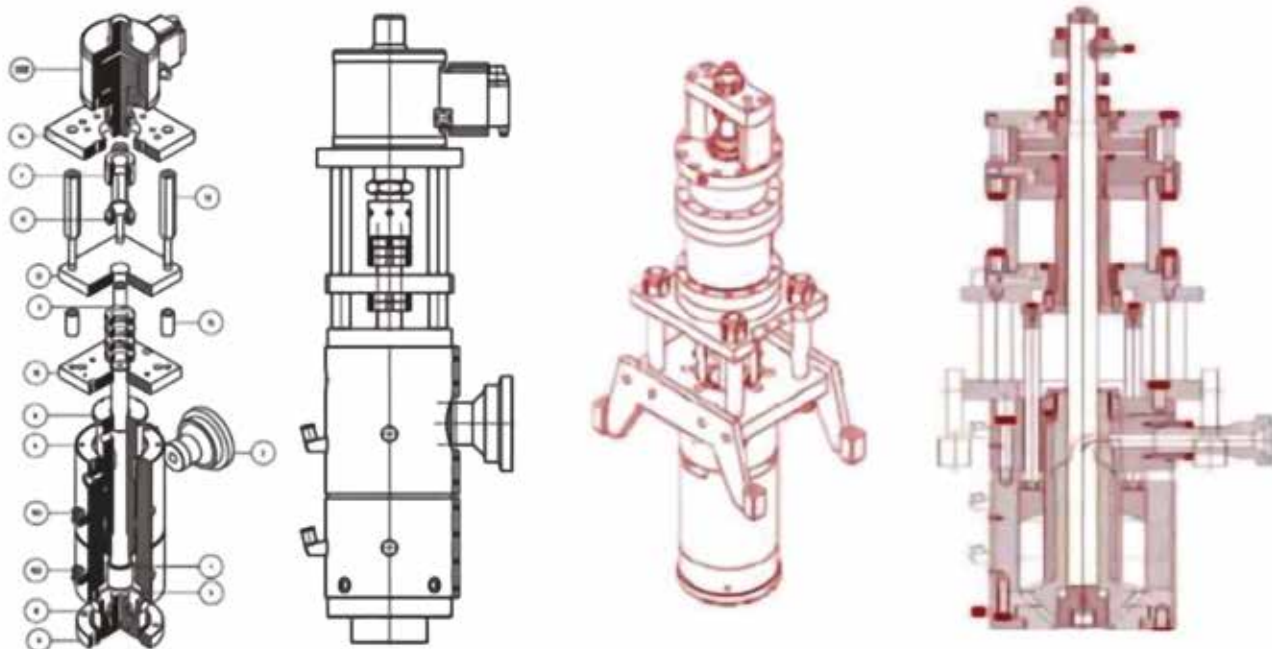
## Tehtävä 2:

### Kuvaile lyhyesti puhallusmuovauksen vaiheet?

Ekstruusiopuhallusmuovauksen vaiheet on kuvattu kappaleessa 2. Tutustuminen aiheeseen:

Varmista, että opiskelijat osaavat selittää vaiheet.

### Periaate suuttimesta



Jatkuvan aihion muottipää on yleisesti käytössä suulakepuristuksessa.

Jo on lisättävä tuotantomääriä, tarvitaan useita muottipäitä. Koska silloin muottisarjoja on kaksi, ekstruuderinkin on oltava suurempi. Yksi ontelomuotti ei toimi tämän tyyppisen pään kanssa ja tarvitaan kaksi ontelomuottia. Joten yleensä uudelle puhallusmuovauskoneelle vaaditaan tämän tyyppinen muottipää. Jos katsomme kuvassa olevaa muotovyöhykettä, voimme nähdä jopa erilaisia muotin muotoja, joten samanaikaisesti voidaan valmistaa eri muotoisia, jolloin prosessin asettaminen on paljon monimutkaisempaa.

Varaavaa muottipäätä käytetään jaksottaisessa prosessissa suurikokoisille ja suurikapasiteettisille tuotteille.

## Tehtävä 3:

Selitä edellä olevan kuvan muottipäiden toimintaperiaatteet.

**Kysy:** mitä eroja muotopäiden välillä on ja miksi niitä tarvitaan? Seuraavassa on selitykset painepään toimintaperiaatteista.

**Jatkuva aihio, suuttimen pää** - Tämän tyyppisessä muottipäässä ekstruuderin sula hartsi tulee jatkuvasti ulos putkimaisen aihion muodossa. Tämä on samanlainen kuin puhallettujen kalvojen suulakepuristus pää. Jatkuvan aihion muottipäät voivat olla joko keski- tai sivusyöttöisiä riippuen sulahartsin pääsystä ekstruuderista muotin päähän.

**Karusellimuottipää** - Tällöin ekstruuderin sula hartsi varastoidaan ensin varaavaan osaan ja työnnetään jokaisen muovausjakson alussa edelleen lämmitysmuottin ja sitten puhallusmuottiin ja edelleen kappaleen poistoon. Uusi määrä on aina valmiina etenemään jaksossa. Varaajia on erityyppisiä.

**Moniaihiosuutin** - Tässä yhdessä jaksossa tehdään useita aihioita, mikä lisää tuottavuutta. Vaikka yhden aihiotyyppin käyttö on yleisintä, useampi aihioinen yhdessä useille pienemmille pulloille ja astioille, mahdollistaa suurempaa tuotantokapasiteettia.

## Puhallusmuovausmuotti

**Puhallusmuotin rakenne:**

**Tukilevy;** –muottilevy muottipesän kiinnittämiseen

**Muottiontelo;** antaa muovituotteen muodon

**Syöttö;** - nauhamainen

**Liukuva muottiontelon osa;** pohjan muoto

**Pneumaattinen sylinteri;**

**Jäähdytyskanavat;** tai muotin rungossa sijaitsevat käytävät, joiden läpi jäähdytysväliaine voidaan kierrättää muotin lämpötilan säätämiseksi. Voidaan käyttää lämmittämiseen muotin kanaviin myös höyrykiertoa, kuumaa öljyä tai muuta lämmitettyä nestettä vastaavasti, kuten kertamuovien ja joidenkin kestumuovisten materiaalien muovauksessa

**Ohjurit;** kohdistustapit varmistavat kohdistuksen niin, että muotti sulkeutuu oikein ja turvallisesti, "ohjaustapit."

Muottien suunnittelu ei ole helppoa. On useita asioita, joista suunnittelijan tai muotinvalmistajan tulisi tietää: materiaalivalinta (muovi), puhallussuhteet, syväys, säteet ja kulmat, kutistuminen, insertin muovaus, rakenne, puristussuunnittelu. Hyvin usein puhallusmuotit valmistetaan alumiinista. Hyvän lämmönsiirron ansiosta se vähentää jaksoaikaa.



## Tehtävä 4:

Miksi kaikkia yllä lueteltuja olevia puhallusmuovausrakenteita tarvitaan?

### Puhallusmuovauksessa syntyviä virheitä

Yleisimmät virheet voidaan jakaa neljään eri ryhmään:

Ryhmät	Puhallusmuovauksen ongelman syy
Aihion muodostumisen häiriö	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aihio vääntynyt (ei pudota suoraan)</li> <li>2. Aihion sitkeys</li> <li>3. Savuaminen</li> </ol>
Kappaleen muodostumisen häiriö	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Liiallinen kiilto</li> <li>2. Muottiin tarttuvat osat</li> <li>3. Osa liian kuuma</li> </ol>
Ulkonäköongelma	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Huono osan pinta (karheus, kuopat)</li> <li>2. Kuplat</li> <li>3. Heikko muottisauma</li> </ol>
Muut viat	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kutistuma</li> <li>2. Kappaleen tilavuusvaihtelu</li> <li>3. Seinämän vahvuuserot</li> </ol>

## Tehtävä 5:

Miten yllä olevan listan vikoja voidaan ratkaista?

Taulukossa aihioon ja kappaleen liittyviä virheitä ja korjaavia toimenpiteitä.



Problem Observed	Possible Causes	Possible Corrective Actions
<b>I. Parison Formation Problems</b>		
<b>Parison Hooking (not dropping straight)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Non-uniform parison walls</li> <li>2. Dirty die/mandrel channel.</li> <li>3. Head temperature not uniform.</li> <li>4. Loose mandrel or die pin.</li> <li>5. Air blowing on parison.</li> <li>6. Static charge on parison.</li> <li>7. Warped die or mandrel.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Center die adjusting ring around mandrel to correct.</li> <li>2. Clean channel.</li> <li>3a. Replace defective head/die heaters.</li> <li>3b. Stagger heat band gaps on head; Check for ambient air blowing on head.</li> <li>4. Tighten die pin.</li> <li>5. Shield parisons from moving air.</li> <li>6. Employ method of neutralizing charge. Install deionizing air or static bar.</li> <li>7. Replace damaged component.</li> </ol>
<b>Parison Stringing</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Melt temperature too high.</li> <li>2. High back or fill pressure.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gradually lower the melt temperature.</li> <li>2. Reduce back or fill pressure until weeping stops.</li> </ol>
<b>Smoking</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Melt temperature too high.</li> <li>2. Contamination in material.</li> <li>3. Heat controller malfunction.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Decrease melt temperature.</li> <li>2. Check for contamination.</li> <li>3. Check heat controllers.</li> </ol>
<b>II. Part Formation Problems</b>		
<b>Excessive Flash</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parison diameter too large.</li> <li>2. Flash pockets too shallow.</li> <li>3. Improper mold closure.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1a. Reduce pre-blow air.</li> <li>1b. Reduce parison extrusion rate.</li> <li>1c. Check material selection, a lower swell material may be needed.</li> <li>1d. Reduce tooling diameter.</li> <li>2. Consult mold maker.</li> <li>3a. Check for obstruction.</li> <li>3b. Increase locking and check for mold mismatch.</li> </ol>
<b>Parts Sticking in Mold</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mold temperature too high.</li> <li>2. Parison hooking.</li> <li>3. Swing arm out of adjustment.</li> <li>4. Molds not opening far enough.</li> <li>5. Tail too short.</li> <li>6. Insufficient exhaust time.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1a. Improve mold cooling and heat transfer and slightly reduce mold temperature.</li> <li>1b. Increase cooling time.</li> <li>2. Adjust parison drop.</li> <li>3. Adjust swing arms.</li> <li>4. Adjust mold open stop position.</li> <li>5a. Increase screw rpm.</li> <li>5b. Increase blow or cycle time.</li> <li>6. Increase exhaust time.</li> </ol>
<b>Part Too Hot</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Melt temperature too high.</li> <li>2. Mold temperature too high.</li> <li>3. Cycle time too short.</li> <li>4. Clogged coolant lines/channels.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1a. Check heater bands.</li> <li>1b. Reduce back pressure.</li> <li>2. Decrease mold temperature.</li> <li>3. Increase blow time to extend cycle time.</li> <li>4. Clean lines/channels.</li> </ol>

**Pyydä havaintoja mahdollisista muista virheistä ja toimintahäiriöistä tai ongelmista sekä niiden korjaamiseen käytetyistä toimenpiteistä.**

**Sekä muotti että muovi!**



# Kappale 4: Käytännön harjoituksia

## Taitojen hankkiminen työskentelemällä tuotantolaitteilla

### Aihe 1: Ekstruusiopuhallus

**Materiaali:** puhallusmuovauslaite, lisälaitteet, valuosat, muotti, muovimateriaali, säätö-/ohjaustiedot

**Tavoitteet:** osaaminen valuosien asentamisessa, koneen ja laitteiden valmistelussa työn aloitukseen, prosessin säätöparametrien asetuksessa, prosessin käynnistyksessä ja valettujen tuotteiden tarkastuksessa

#### Tehtävä:

Kuinka valmistellaan ekstruusiopuhallusmuovauskoneen käynnistys ja miten saavutetaan teknisten vaatimusten mukaiset lopputuotteet?

#### 1. Menetelmän kuvaus

Suulakepuristusmuovaus toimii aihioista jatkuvana prosessina. Aihio on ontto putki, joka on valmistetaan suuttimien avulla.

Suutinsarjan muotoilu riippuu tuotesovelluksesta. Jos tuotteessa on useita kerroksia, on puhallusmuovauskoneeseen asennettu useita ekstruudereita.

Tuotesuunnittelu ei riipu vain koneen koosta. Muotisarja, puhallintappi, muotin liikkeet, poistolaite - kaikki nämä osat tulee valmistaa erikseen tuotetta varten.

Suulakepuristusmuovausprosesseissa voidaan käyttää prosessissa syntyvien muovin osien kierrätystä, uudelleenjauhamista ja paikalla heti käytettäväksi. Siksi tarvitaan jauhin ja sekoitusasema. Muovituotannon työntekijän tulisi aina tuntea työhön liittyvät koneet ja laitteet ja tietää valmiusjärjestys onnistuneesta käynnistämisestä.

#### 2. Harjoituksia

##### a. Työturvallisuusvaatimukset

- Varmista, että kaikkia työhön liittyviä työturvallisuusohjeita noudatetaan
- Tarkista koneen ohjekirjasta tiedot

**Työturvallisuus- ja ensiaputaidot ennen kaikkea tulee hallita.**

##### b. Materiaalin valmistelu

- Valmistele muovimateriaali prosessin vaatimusten mukaan. Tarkista tiedot käyttöturvallisuustiedotteista ja teknisistä tuoteohjeista

**Why do we have MSDS and TDS for materials? What is the difference between them?**

### **MSDS (Material Safety Data Sheet)**

Europe and most of the world have laws stating that all materials must have a Material Safety Data Sheet (MSDS).

There is an agreed format for the production of MSDS. The format must be in a 16-section format with specific information in each:

Before starting experiments on the blow moulding machine, let's check information listed in MSDS.

### **TDS (Technical Data Sheet)**

For the blow moulding process is very important to understand material properties. So, all information can be found in material technical data sheet (TDS).

This table shows typical data sheet for PP material.

<b>PP</b>			
<b>Rheological properties</b>	<b>Value</b>	<b>Unit</b>	<b>Test Standard</b>
<b>ISO Data</b>			
Melt flow index (MFI)	0.8	g/10min	ISO 1133
MFI temperature	230	°C	ISO 1133
MFI load	2.16	kg	ISO 1133
<b>Mechanical properties</b>	<b>Value</b>	<b>Unit</b>	<b>Test Standard</b>
<b>ISO Data</b>			
Yield stress	9	MPa	ISO 527-1/-2
Strain at break	500	%	ISO 527-1/-2
Flexural modulus (23°C)	330	MPa	ISO 178
Izod Impact notched	40	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 180/1A
Temperature	-50	°C	ISO 180/1A
<b>Mechanical properties (TPE)</b>	<b>Value</b>	<b>Unit</b>	<b>Test Standard</b>
<b>ISO Data</b>			
Shore D hardness (15s)	36	-	ISO 868
<b>Thermal properties</b>	<b>Value</b>	<b>Unit</b>	<b>Test Standard</b>
<b>ISO Data</b>			
Vicat softening temperature (A)	75	°C	ISO 306
<b>Other properties</b>	<b>Value</b>	<b>Unit</b>	<b>Test Standard</b>
<b>ISO Data</b>			
Density	890	kg/m <sup>3</sup>	ISO 1183

Lähde: UAB "Intersurgical" training material

**Can we try to find out what material properties will be useful for processing?**

**(Melt Flow Index (MFI); Shore hardness; Flexural Modulus; Density – S.G)**

The general guide for processing temperatures is given by the MFI temperature.

### c. Puhallusmuovauskoneen ja laitteiden valmistelu

Varmista ennen käynnistystä, että kaikki koneen toiminnot, liikeradat ovat ohjeiden mukaiset.

**Blow moulding machine cannot run without auxiliary equipment. Can you name, what auxiliary equipment we have?**

**Do we have water chiller, air compressor, dehumidifier or desiccant dryer, hopper loader, mixer or grinder? What are the functions of all this equipment?**

### d. Suuttimien ja paineilman tarkistus

Tarkista suuttimet. Aihion muodostavat pinnat ovat erittäin tärkeä alue. Tarkista ilmakeinavat ja tiiviste-pinnat. Mahdolliset epäpuhtaudet vaikuttavat aihion laatuun.

**Die set plays important role in blow moulding process. It forms parison and without parison we are not able to form a part at all. Usually, if we are changing mould on the blow moulding machine, the die set and blow pins will be changed as well.**

**Before mounting new die set on the machine, check the sealing faces and die lip. These areas must clean and without any damaged areas. Air support channel must be without any blockage and free. If we will miss something, later plastic leakage between sealing faces can appear, if die lip will be damaged, stripe on parison or on the part will be seen, if air support channel will be blocked – parison will not be formed.**

**So, here we can imagine, if process we already started and later these problems appears, extra time will be required to stop machine and again to start.**

### e. Muottipintojen, valukanavien, ilmakeinavien, jäähdytyksen, ulosoton tarkistus

Muotin päätehtävä on muodostaa osa. Tarkista ennen tuotannon aloittamista, että muotin pinnat ja jakolinjat ovat puhtaat, tuuletuskanavat eivät ole tukossa. Tarkista muotinveden kierto ja lämpötila.

### f. Puhallussuuttimen tarkistus

Tarkista puhallussuuttimen pinnat ja jäähdytys.

**Very often, blow pins forms the neck of the bottle. Depends form part complexity, but these blow pins will have cutting/sealing faces. It is important to check these areas.**

### g. Tarkista turvamekanismit

Tarkista hätävilkkujen tms. toiminta.

**De-flashing mechanism works only with rigid parts. It has interchangeable parts and must be change together with mould, die set and blow pins. Working with soft plastic parts, extra job for operator will be required to tear out leftovers. Some complexity machines can have automatic de-flashing stations.**

### h. Kuumaveitsen toiminta

Kuumaveitsi leikkaa aihion oikeaan mittaan. Tarkista sen pinnan puhtaus. Ennen toimintaa varmista, että sen lämmitys on pois päältä. Käytä suojakäsineitä.

**Hot knife is made from special steel – Nichrome. The shape of knife can vary in length, width and depends from the machine configuration.**

**Hot knife should slice the parison. If parison is not sliced smooth and it flips on the mould, knife should be checked. The knife periodically must be cleaned and sometimes requires to be sharpened.**

### i. Puhallusmuovauskoneen lämmitys

Tarkista materiaalin tekninen tiedote. Löydät lämpötilaohjeita materiaalille ja prosessille.

Kun lämmitys on kytketty päälle, aseta kaikki alueet 100 °C: n lämpötilaan ja seuraa lämmityksen etene- mistä. Kun kaikki vyöhykkeet ovat saavuttaneet asetetut arvot, voit lisätä niitä suositeltuihin arvoihin asti. Jos lämmitys ei etene toivotusti, yritä löytää ongelma ja ilmoita siitä sovitusti yrityksen vastuuhenkilölle.

**Sequence and guidance for process start-up are already mentioned above, but controls and start-up steps can vary. Therefore, teachers detail explanations will be required for the students.**

### j. Käynnistys

Noudata annettuja ohjeita. Lisää tietoa on koneenkäyttäjän ohjekirjassa.

**Sequence and guidance for process start-up are already mentioned above, but controls and start-up steps can vary. Therefore, teachers detail explanations will be required for the students.**

### k. Kappaleen muoto

Kappaleen muodon saavuttaminen ei ole yksinkertaista. Prosessiparametrejä säätämällä havaitsee, mikä vaikuttaa mihinkin.

**There are two main groups of parameters. First group are parameters, where you can change values, for example temperatures, movements, parison programming, blowing. The second group of parameters are only for indication, for example plastic melt temperature. However, the indicated value can be changed with first group's parameters.**

**Can we try to find out critical process parameter? How much we will have them.**

### l. Tuotteen mitat

Käytä ohjeiden mukaisia mittalaitteita. Ennen mittausta varmista mitat ja toleranssit tuotteen piirustuk- sista.

**CQA – critical quality attribute. Before measuring the part, we should know, what are critical part areas and their tolerances.**

**Let's check what measuring instruments we have and which areas should be checked.**

### m. Prosessin optimointi

Prosessien optimointi on vaativaa. On tiedettävä prosessin suorituskyky tuottaa osia. Kaikki tiedot ja kaikki vaiheet on tallennettava ohjelman ajoarvoista. Vain prosessin valvontaohjelman avulla voi tehdä prosessin optimoinnin.

**As we already know, process has critical parameters. These parameters have the biggest impact for the part: screw speed – generates shear heat, temperature profile – helps to melt plastic, blowing pressure – to inflate part into the mould, exhaust – release air from moulded part. Moreover, adding all movements and timers we will get all cycle.**

#### **Optimization steps:**

- **Set recommended temperature profile**
- **Optimize all movements and cycle time**
- **Optimize screw speed**
- **Optimize temperature profile**
- **Optimize blowing pressure**
- **Optimize exhaust time**
- **Optimize mould cooling time and water temperature**

### n. Tulokset asetuseromakkeelle

Toteutuneet prosessimuuttujien arvot kirjataan sovitusti muistiin.

**Process-setting sheet is like a “passport” of moulded part. Therefore, all parameters must be listed in this document. If we can imagine small manufacturing company with one blow moulding machine, running 4 different shape parts per week. Each time, without process-setting sheet, to set up machine will require a lot of time.**

#### **Why we need process-setting sheet?**

### o. Puhallusmuovauskoneen pysäytys ja sammutus

Pysäytä kaikki mekaaniset toiminnot. Sulje materiaalin syöttö. Pienennä lämpötilaprofiilia kaikilla alueille (ole varovainen - kaikki riippuu muovilaadusta ja joskus liian nopea lasku voi aiheuttaa koneen toimintahäiriöitä). Kun muovin virtaus suuttimesta loppuu, sammuta ekstruuderin ja lämmityksen. Jäähdytyksen katkaisu. Kytke pääkytkin pois -asentoon.

### 3. Raportointi

#### a. Havainnointi ja mittaaminen

Tarkista osan toimivuus, mitat ja tekniset toiminnot.

Tarkista osan eri paksuudet riittävällä tavalla teknisistä tiedoista.

Tarkista muut tekniset asiat.

#### b. Kommentoi optimoituja parametrejä ja tee niistä päätelmiä, laadi kirjallinen yhteenveto

Komentoi lyhyesti, miten sait hyväksyttävät prosessiasetukset.

### 4. Vaaditut tavoitteet

#### a. Materiaalihukka aloituksessa ja lopetuksessa

Analysoi jätemääriä. Kuinka paljon materiaalia menee hukkaan? Onko aloituksen ja lopetuksen toimintoja mahdollista muuttaa jätemäärän vähentämiseksi?

#### b. Tulokset asetusarvoista

Kirjaa asetusarvot sovitusti.

#### c. Kirjallinen selostus päivän tapahtumista muutosehdotuksineen

Tee päivän töistä selostus. Mitkä ovat riittiset prosesessimuuttajat? Miten löysit ne? Olivatko valmistamasi tuotteen tuotespesifikaatioiden mukaiset?

## Aihe 2: Ruiskuvalupuhallus

Taitojen hankkiminen työskentelemällä tuotantolaitteilla

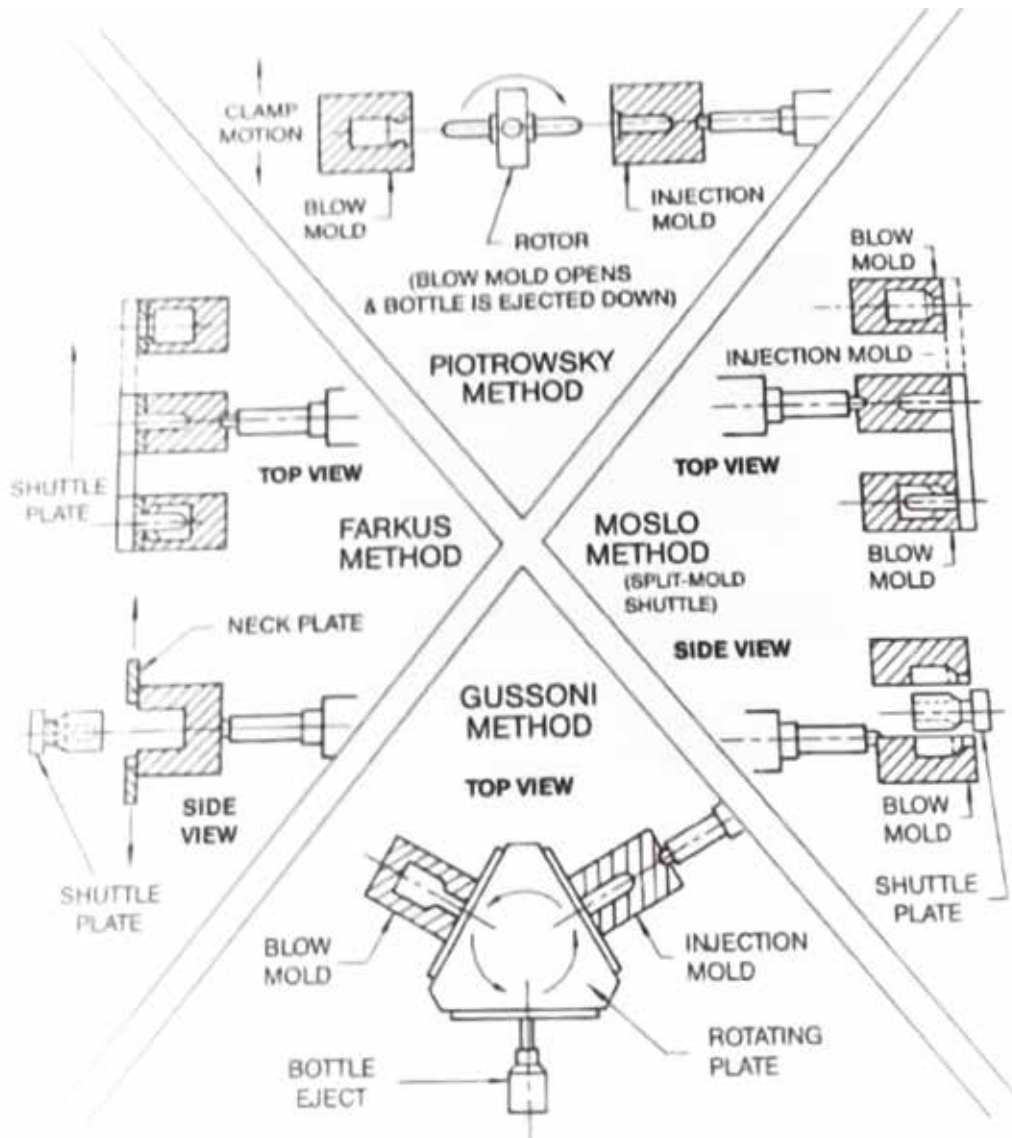
**Materiaali:** ruiskuvalupuhalluslaite, lisälaitteet, ruiskuvalumuotti, puhallusmuotti, muovimateriaali, säätö-/ohjaustiedot

**Tavoitteet:** osaaminen ruiskuvaluosien asentamisessa, ruiskuvalukoneen ja laitteiden valmistelussa työn aloitukseen, prosessin säätöparametrien asetuksessa, ruiskuvaluprosessin käynnistyksessä ja valettujen tuotteiden valmistuksessa

## Tehtävä:

Kuinka valmistellaan ruiskuvalupuhalluskoneen käynnistys ja miten saavutetaan teknisten vaatimusten mukaiset lopputuotteet?

### 1. Menetelmän kuvaus

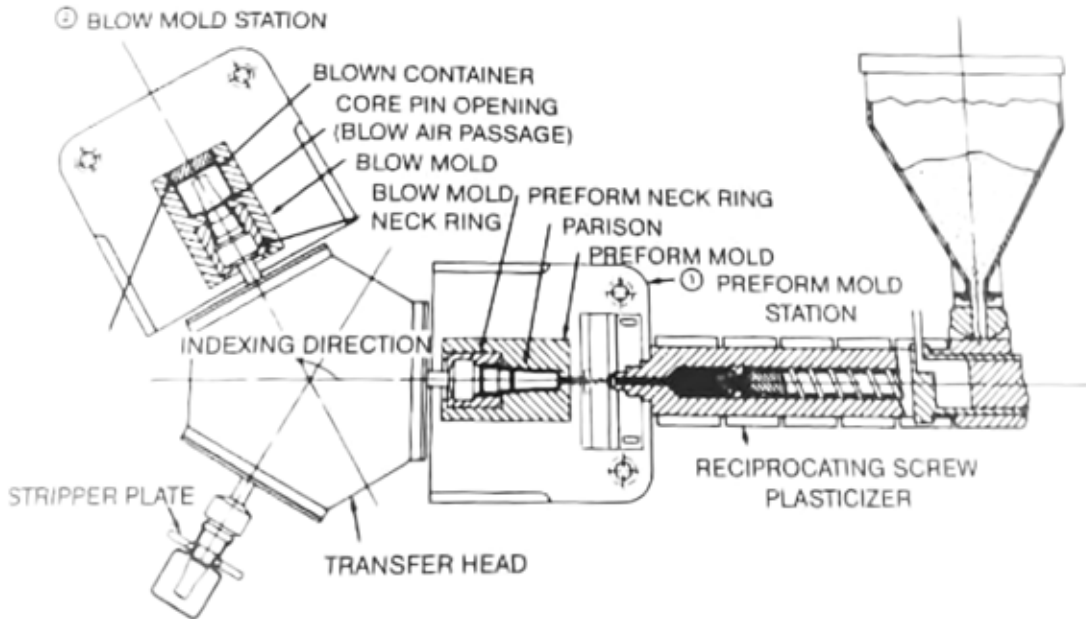


Ruiskuvalupuhallusmenetelmä

Lähde: Design of Extrusion Forming Tools 2012, Smithers Rapra Technology Ltd

Ruiskuvalupuhallusmuovaus on kaksivaiheinen prosessi. Ensimmäinen vaihe koostuu ruiskuvalusta esimuottiin eli muottiin, jossa on ontto muottipesä. Toiseen vaiheeseen kuuluu puhallusmuovaus ja jäähtyminen puhallusmuotissa. Esimuoto ruiskuvaletaan muovimateriaalin muovin sulalämpötila-alueella ja puhallusmuovataan kestumuovalueella.

Kuva 1 esittää neljä ruiskupuhallusmenetelmää. Nykyisin käytettävät järjestelmät on pohjimmiltaan kehitetty Gussonin menetelmällä.



Kolmen pään ruiskuvalupuhalluskone

Lähde: Design of Extrusion Forming Tools 2012, Smithers Rapra Technology Ltd

Tätä tekniikkaa käytetään enimmäkseen pienten tuotteiden valmistamiseen. Tuotesuunnittelusta riippuu esimuottien, puhallusmuottien ja puhallusnastojen suunnittelu - kaikki nämä osat tulisi valmistaa tiettyä tuotetta varten.

Tämän prosessin käyttämiseksi ei riitä tieto ekstruusiopuhallusmuovausprosessista, koska tarvitaan tietoa myös ruiskutusprosessista. Muovituotannon työntekijän tulisi aina tietää linjan valmiusjärjestys onnistuneesta käynnistämisestä.

## 2. Harjoituksia

**Ruiskupuhallusmuovauskone eroaa suulakepuristusmuovauskoneesta. Ruiskuvaluprosessista tarvitaan tietoa. Ennen tämän prosessin oppimisen aloittamista meidän on suoritettava ruiskuvalumenetelmän opinnot, Upskill – kirjan osa 13.**

### a. Työturvallisuusvaatimukset

Varmista, että kaikkia työhön liittyviä työturvallisuusohjeita noudatetaan

Tarkista koneen ohjekirjasta tiedot.

**Työturvallisuus- ja ensiaputaidot ennen kaikkea tulee hallita.**

### b. Ruiskuvalupuhallusmuovauskoneen ja laitteiden valmistelu

Varmista ennen käynnistystä, että kaikki koneen toiminnot, liikeradat ovat ohjeiden mukaiset.

**Injection blow moulding machine cannot run without auxiliary equipment. Can you name, what auxiliary equipment we have?**

**Do we have water chiller, air compressor, dehumidifier or desiccant dryer, hopper loader, mixer? What are the functions of all this equipment?**



### c. Paineilman tarkistus

Tarkista kanavat. Mahdolliset epäpuhtaudet ja epäsäännöllinen ilman virtaus vaikuttavat kappaleen laatuun.

### d. Muottipintojen, valukanavien, ilmakeinavien, jäähdytyksen, ulosoton tarkistus

Muotin päätehtävä on muodostaa osa. Tarkista ennen tuotannon aloittamista, että muotin pinnat ja jakolinjat ovat puhtaat, tuuletuskanavat eivät ole tukossa. Tarkista muotin veden kierto ja lämpötila.

### e. Puhallussuuttimen tarkistus

Tarkista puhallussuuttimen pinnat ja jäähdytys.

### f. Puhallusmuovauskoneen lämmitys

Tarkista materiaalin tekninen tiedote. Löydät lämpötilaohjeita materiaalille ja prosessille.

Kun lämmitys on kytketty päälle, aseta kaikki alueet 100 ° C: n lämpötilaan ja seuraa lämmityksen etenemistä. Kun kaikki vyöhykkeet ovat saavuttaneet asetetut arvot, voit lisätä niitä suositeltuihin arvoihin asti. Jos lämmitys ei etene toivotusti, yritä löytää ongelma ja ilmoita siitä sovitusti yrityksen vastuuhenkilölle.

**Remember: Information given in the material TDS is a guidance. Each machine will have different performance that means material melting will have different results too. So, suitable temperature profile will be found during process optimization:**

**Barrel feed zone – lowest temperature;**

**Barrel metering zone - highest temperature;**

**Nozzle and adaptor – temperature to support already melted material**

### g. Käynnistys

Noudata annettuja ohjeita. Lisää tietoa on koneenkäyttäjän ohjekirjassa.

**Sequence and guidance for process start-up on injection blow moulding machine is different from extrusion blow moulding machine. Extra knowledge will be required from injection moulding process. Therefore, teachers detail explanations will be required for the students.**

### h. Kappaleen muoto

Kappaleen muodon saavuttaminen ei ole yksinkertaista. Prosessiparametrejä säätämällä havaitsee, mikä vaikuttaa mihinkin.

**There are two main groups of parameters. First group are parameters, where you can change values, for example temperatures, clamping force, holding pressure, injection time, cooling time, cycle and blowing. The second group of parameters are only for indication, for example plastic melt temperature. However, the indicated value can be changed with first group's parameters.**

**Can we try to find out critical process parameter? How much we will have them.**

### i. Tuotteen mitat

Käytä ohjeiden mukaisia mittalaitteita. Ennen mittausta varmista mitat ja toleranssit tuotteen piirustuksista.

**CQA – critical quality attribute. Before measuring the part, we should know, what are critical part areas and their tolerances.**

**Let's check what measuring instruments we have and which areas should be checked.**

### j. Prosessin optimointi

Prosessien optimointi on vaativaa. On tiedettävä prosessin suorituskyky tuottaa osia. Kaikki tiedot ja kaikki vaiheet on tallennettava ohjelman ajoarvoista. Vain prosessin valvontaohjelman avulla voi tehdä prosessin optimoinnin.

**As we already know, process has critical parameters. These parameters has the biggest impact for the part.**

**Optimization steps:**

- **Set recommended temperature profile**
- **Optimize pressure drop, melt temperature**
- **Optimize injection speed**
- **Optimize holding time and pressure**
- **Optimize blowing pressure**
- **Optimize exhaust time**
- **Optimize mould cooling time and water temperature**

### k. Tulokset asetuslomakkeelle

Toteutuneet prosessimuuttujien arvot kirjataan sovitusti muistiin.

**Process-setting sheet is like a “passport” of moulded part. Therefore, all parameters must be listed in this document.**

**Why we need process-setting sheet?**

### l. Ruiskuvalupuhallusmuovauskoneen pysäytys ja sammutus

Pysäytä kaikki mekaaniset toiminnot. Sulje materiaalin syöttö. Pienennä lämpötilaprofilia kaikilla alueille (ole varovainen - kaikki riippuu muovilaadusta ja joskus liian nopea lasku voi aiheuttaa koneen toimintahäiriöitä). Tyhjennä muovin syöttösäiliö, pysäytä ruuvi ja lämmitys. Jäähdytyksen katkaisu. Kytke pääkytkin pois -asentoon.

### 3. Raportointi

#### a. Havainnointi ja mittaaminen

Tarkista osan toimivuus, mitat ja tekniset toiminnot.

Tarkista osan eri paksuudet riittävällä tavalla teknisistä tiedoista.

Tarkista muut tekniset asiat.

#### b. Kommentoi optimoituja parametrejä ja tee niistä päätelmiä, laadi kirjallinen yhteenveto

Komentoi lyhyesti, miten sait hyväksyttävät prosessiasetukset.

### 4. Vaaditut tavoitteet

#### a. Materiaalihukka aloituksessa ja lopetuksessa

Analysoi jätemääriä. Kuinka paljon materiaalia menee hukkaan? Onko aloituksen ja lopetuksen toimintoja mahdollista muuttaa jätemäärän vähentämiseksi?

#### b. Tulokset asetusarvoista

Kirjaa asetusarvot sovitusti.

#### c. Kirjallinen selostus päivän tapahtumista muutosehdotuksineen

Tee päivän töistä selostus. Mitkä ovat riittiset prosessimuuttujat? Miten löysit ne? Olivatko valmistamasi tuotteen tuotespesifikaatioiden mukaiset?

## Aihe 3: ekstruusiovenytyspuhallus

Taitojen hankkiminen työskentelemällä tuotantolaitteilla

**Materiaali:** ekstruusiovenytyspuhalluslaite, lisälaitteet, aihio, ruiskuvalumuotti, puhallusmuotti, muovimateriaali, säätö-/ohjaustiedot

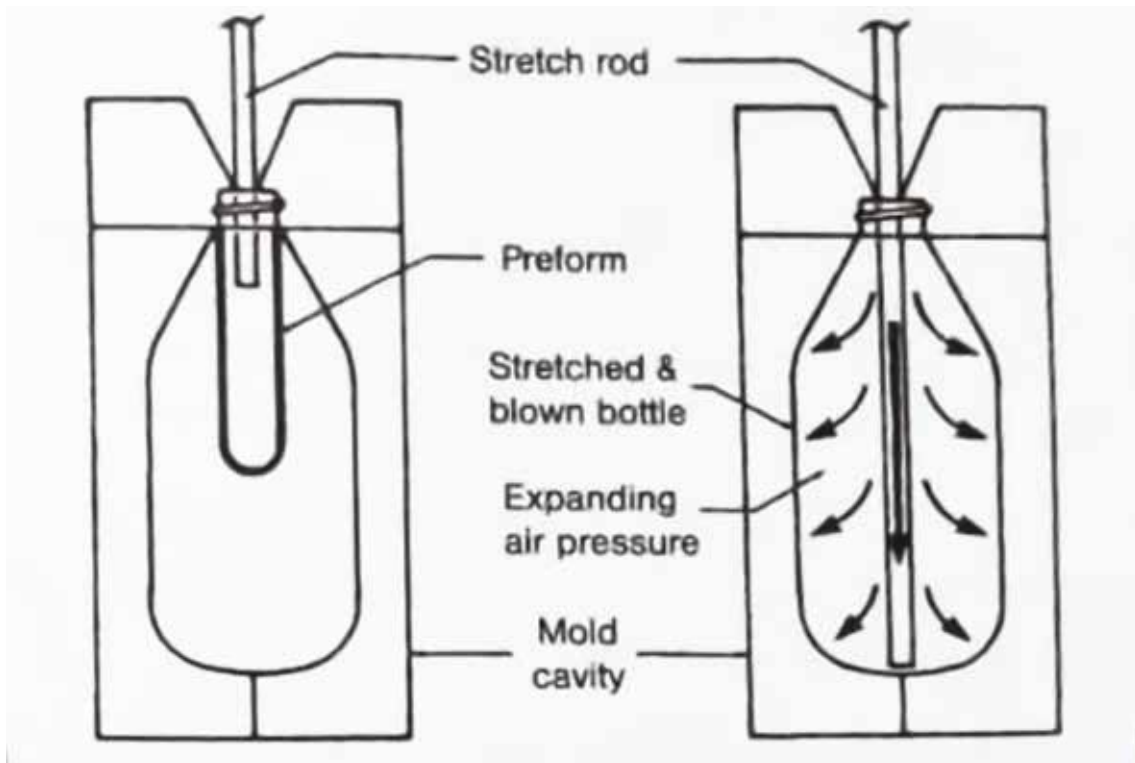
**Tavoitteet:** osaaminen ekstruusiovenytyspuhalluksen valuosien asentamisessa, ekstruusiovenytyspuhalluskoneen ja laitteiden valmistelussa työn aloitukseen, prosessin säätöparametrien asetuksessa, prosessin käynnistyksessä ja valettujen tuotteiden valmistuksessa

### Tehtävä:

**Kuinka valmistellaan ekstruusiovenytyspuhalluskoneen käynnistys ja miten saavutetaan teknisten vaatimusten mukaiset lopputuotteet?**

#### 1. Menetelmän kuvaus

Venytyspuhallusmuovaus on pohjimmiltaan sekä puhallusmuovaus- että suulakepuristuspuhallusmuovaus. Vakiolämpötilassa aihio asetetaan puhallusonteloon ja venytetään. Usein puhalluskarassa oleva venytystappi venyttää aihion pituussuunnassa, kun taas ilmanpainetta käytetään aihion venyttämiseen leveysuunnassa.



Venytyspuhallusmuovaus

Lähde: Design of Extrusion Forming Tools 2012, Smithers Rapra Technology Ltd

Tämä prosessi on yksinkertainen verrattuna ruiskutus- tai suulakepuhallusmuovauksiin. Muovituotannon työntekijän tulisi aina tietää linjan valmiusjärjestys käynnistämässä.

## 2. Harjoituksia

### a. Työturvallisuusvaatimukset

Varmista, että kaikkia työhön liittyviä työturvallisuusohjeita noudatetaan

Tarkista koneen ohjekirjasta tiedot.

**Työturvallisuus- ja ensiaputaidot ennen kaikkea tulee hallita.**

### b. Venytyspuhallusmuovauskoneen ja laitteiden valmistelu

Varmista ennen käynnistystä, että kaikki koneen toiminnot, liikeradat ovat ohjeiden mukaiset.

**Stretch blow moulding machine cannot run without auxiliary equipment. Can you name, what auxiliary equipment we have?**

**Do we have water chiller, air compressor? What are the functions of all these equipment?**

### c. Muottipintojen, ilmakeinien, jäähdytyksen, ulosoton tarkistus

Muotin päätehtävä on muodostaa osa. Tarkista ennen tuotannon aloittamista, että muotin pinnat ja jakolinjat ovat puhtaat, tuuletuskanavat eivät ole tukossa. Tarkista muotiveden kierto ja lämpötila.

#### d. Venytystapin tarkistus

Tarkista puhallussuuttimen pinnat ja jäähdytys.

**Check the stretch rod surfaces and the cooling. Also, check if channels for blowing are free.**

#### e. Venytyspuhallusmuovauskoneen lämmitys

**Ohjeet. Preform manufacturer should give the guidance for process. All information must be checked before starting to heat-up machine.**

#### f. Käynnistys

Noudata annettuja ohjeita. Lisää tietoa on koneenkäyttäjän ohjekirjassa.

**Set the required process temperatures and air pressure. Depending on the type and design of the equipment, a detailed explanation by the teacher will be required.**

#### g. Kappaleen muoto

Kappaleen muodon saavuttaminen ei ole yksinkertaista. Prosessiparametrejä säätämällä havaitsee, mikä vaikuttaa mihinkin.

**There are two forming stages.**

**First, preform must be heated till recommended temperature. Here we will have couple critical parameters – temperature and heating time.**

**When preform inserted in blow mould, critical will be stretch rod speed, blowing pressure and cooling time.**

**Can we try to find out critical process parameter? How much we will have them.**

#### h. Tuotteen mitat

Käytä ohjeiden mukaisia mittalaitteita. Ennen mittausta varmista mitat ja toleranssit tuotteen piirustuksista.

**CQA – critical quality attribute. Before measuring the part, we should know, what are critical part areas and their tolerances.**

**Let's check what measuring instruments we have and which areas should be checked.**

#### i. Prosessin optimointi

Prosessien optimointi on vaativaa. On tiedettävä prosessin suorituskyky tuottaa osia. Kaikki tiedot ja kaikki vaiheet on tallennettava ohjelman ajoarvoista. Vain prosessin valvontaohjelman avulla voi tehdä prosessin optimoinnin.

#### j. Tulokset asetuslomakkeelle

Toteutuneet prosessimuuttujien arvot kirjataan sovitusti muistiin.

**Process-setting sheet is like a “passport” of moulded part. Therefore, all parameters must be listed in this document.**

**Why we need process-setting sheet?**

**k. Puhallusmuovauskoneen pysäytys ja sammutus**

Pysäytä kaikki mekaaniset toiminnot. Kytke lämmitys, jäähdytys ja paineilma pois . Kytke pääkytkin pois -asentoon.

**3. Raportointi****a. Havainnointi ja mittaaminen**

Tarkista osan toimivuus, mitat ja tekniset toiminnot.

Tarkista osan eri paksuudet riittävällä tavalla teknisistä tiedoista.

Tarkista muut tekniset asiat.

**b. Kommentoi optimoituja parametrejä ja tee niistä päätelmiä, laadi kirjallinen yhteenveto**

Komentoi lyhyesti, miten sait hyväksyttävät prosessiasetukset.

**4. Vaaditut tavoitteet****a. Materiaalihukka aloituksessa ja lopetuksessa**

Analysoi jätemääriä. Kuinka paljon materiaalia menee hukkaan? Onko aloituksen ja lopetuksen toimintoja mahdollista muuttaa jätemäärän vähentämiseksi?

**b. Tulokset asetusarvoista**

Kirjaa asetusarvot sovitusti.

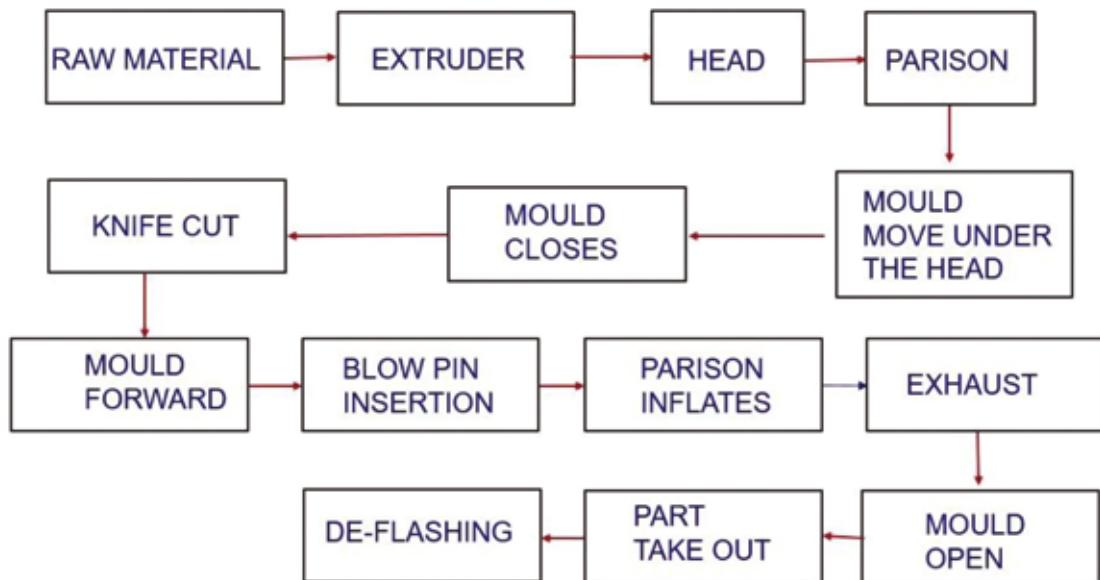
**c. Kirjallinen selostus päivän tapahtumista muutosehdotuksineen**

Tee päivän töistä selostus. Mitkä ovat riittiset prosesessimuuttajat? Miten löysit ne? Olivatko valmistamasi tuotteen tuotespesifikaatioiden mukaiset?

# Kappale 5: Menetelmä

## Menetelmään liittyvää tietoa

### 1. Puhallusmuovauksen työkierto



Puhallusmuovauksen työkierto

Lähde: UAB "Intersurgical" training material

Suulakepuhallusmuovaus, ruiskupuhallusmuovaus ja venytyspuhallusmuovaus - kaikilla näillä prosesseilla on syklit. Sykli - aikaskaala, jota tarvitaan osan valmistamiseen ja se riippuu tuotteen ja koneen kokoonpanosta.

On erittäin tärkeää ymmärtää, mitkä parametrit vaikuttavat jaksoaikaan. Kuvassa 1 on puhallusmuovausjakso. Ruuvien nopeus, muotin ja puhallintapin liikkeet, veitsen nopeus, aihion täytyminen / jäädytys, poistoilma - ne kaikki vaikuttavat jaksoaikaan.

## 2. Yleisesti prosessin asetusrvoista

Kaikissa muovivaluprosesseissa tulisi olla prosessin asettamistiedot. Tämän tyyppiset asiakirjat auttavat toimijoita aloittamaan prosessin tuotespesifikaatioiden mukaisesti.

### BARREL ZONES TEMPERATURE

Name	Feeding Zone	Extruder Barrel	Extruder Barrel	Extruder Barrel	Extruder Barrel	Extruder Flange	Extruder Connector	Screen Pack	Changer	Head Connector	Manifold Top	Manifold Bottom	Elbow	Elbow	Housing Top	Housing Top	Housing	Housing	Slide Bushing/ Die	Slide Bushing/ Die	Melt, T	
Number	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19			
Temperature																						

### PROPORTIONAL BLOWING

NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Actual air press	Exhaust time
Seconds, (s)												
Value, (%)												

### WALL THICKNESS CONTROL

NO	Basic gap, (mm)								Profile range, (mm)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Point																					
Value, (%)																					

### SUPPORT AIR

NO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Continuous, (%)	Profile range, (°)
Point													
Value, (%)													

### MOULD (AXIS 2)

	Speed, mm/s	To Pos. mm	Deccel, mm/s	Press Shutout, %	Stroke, °
0	--				
1	--				
2	--				

### NODDING (AXIS 6)

		CARRIAGE (AXIS 0)							
	Speed, mm/s	To Pos. mm	0	Speed, mm/s	To Pos. mm	Deccel, mm/s	Press Shutout, %	Stroke, °	
0	--		--						
1	--		--						

Carrriage is under calibration

### BLOW PIN (AXIS 4)

	Speed, mm/s	To Pos. mm	Deccel, mm/s	Press Shutout, %	Stroke, °	Blowing Air Start
0	--					
1	--					
2	--					
3	--					
4	--					

### TIMERS (s)

### BASIC PARAMETERS

Set	Actual	Timer	Mould T	Set (act. )
			Mould water flow	
			Hot knife	
			Screw speed	
			PLC	
			Melt pressure	
			Motor load	

COMMENTS:

## Sähköinen puhallusmuovauskoneen prosessin asetussivu

Lähde: UAB "Intersurgical" training material

Tässä taulukossa esitetään puhallusmuovauskoneen prosessiparametrit. Kaikki tarpeellinen tieto riippuu siitä, kuinka monimutkainen prosessi meillä on.

Parametreja on kaksi pääryhmää. Ensimmäinen ryhmä ovat parametreja, joissa voit muuttaa arvoja, esimerkiksi lämpötiloja, liikkeitä, aihion ohjelmointia, puhallusta. Toinen parametriryhmä on tarkoitettu vain viitteeksi, esimerkiksi muovin sulamislämpötila. Ilmoitettua arvoa voidaan kuitenkin muuttaa ensimmäisen ryhmän parametreilla.

Kaikilla prosesseilla on kriittiset parametrit. Hyvin usein näillä parametreilla on toleranssit ja niihin voidaan lisätä +/- merkityksiä. Toleransseja löytyy prosessin kehittämisen kokeissa, mutta aina ennen tutkimusta tulisi tutkia tuotteen / komponentin CQA (kriittiset laatuominaisuudet). Nämä CQA: t auttavat tunnistamaan kriittiset prosessiparametrit.



**Jokaisella muovausprosessilla on oltava oma prosessin asetustiedosto. Vaikka muovauskoneilla samaa tuotetta, mutta kone on toiselta valmistajalta, säädöt ja parametrit voivat olla erilaiset. Siksi jopa samassa prosessissa muovauskoneilla on erilaiset levyt.**

**Voidaanko laatia prosessin asetustaulukko puhallusmuovauskoneelle ja tunnistaa kriittiset prosessiparametrit? Ryhmittele oppilaat pieniin ryhmiin ja anna heidän keskustella. Vertaa prosessiasetuksia.**

### 3. Ekstruusiopuhallusmuovauksen valmistelu

#### Ekstruusiopuhallusmuovauskoneen esityöt

1. Tarkista lämmitysvyöhykkeet ja lämpövastukset (joskus, jos muotisarjassa on useita vyöhykkeitä, lämpövastukset voidaan sekoittaa ja se voi aiheuttaa vakavia prosessivaihteluita, ylikuumenemisia, muovin hajoamista);
2. Aseta lämpötilaksi 100–130 °C ja anna koneen lämmetä
3. Tarkista materiaalin syöttöjärjestelmä
4. Tarkista syöttöpään jäähdytys
5. Tarkista muottisarjan pinta (jos koneeseen on asennettu uusi muotti, pultit on kiristettävä lämmityksen jälkeen)
6. Tarkista kaikki liikkeet
7. Tarkista muotin pinnat (jakolinjat, tuuletus)
8. Tarkista iskutapit
9. Tarkista muotin ja puhallintappien jäähdytys
10. Tarkista veitsi
11. Tarkista ilma puhallusnastoille
12. Tarkista suuttimen ilma

#### Kun esityöt on suoritettu, kone voidaan käynnistää

1. Aseta prosessilämpötilat materiaalinkäsittelyohjeen / prosessin asetussivun mukaan (jos sitä ei ole, tarkista materiaalitiedot)
2. Kun lämpötilat ovat valmiita, odota 30 minuuttia (ulkoinen lämmitys lämpenee vain sylinterin ja suulakepakkauksen ulkopuolella, lisäaikaa tarvitaan isommille koneille ja suuttimille)
3. Käynnistä ekstruuderit
4. Aseta ruuvien nopeus (ennen muovausjakson aloittamista kiinnitä huomiota aihion laadun tasalaatuisuuteen)
5. Kytke veitsen lämmitys päälle
6. Kytke muotin ja tappin jäähdytys päälle
7. Käynnistä koneohjelma
8. Aktivoi paineen purku
9. Aktivoi poistoyksikkö

## 4. Ruiskuvalupuhallusmuovauksen valmistelu

### Ruiskuvalupuhallusmuovauksen esityöt

1. Tarkista lämpövyöhykkeet ja lämpövastukset
2. Aseta lämpö 100–130 °C ja odota, että kone lämpenee
3. Tarkista materiaalin syöttö
4. Tarkista syöttöpään jäähdytys
5. Tarkista suutin
6. Tarkista kaikki muotin ja laitteiden liikkeet
7. Tarkista muotin pinnat ja ontelot
8. Tarkista puhallustapit
9. Tarkista muotin ja puhallustappien jäähdytys
10. Tarkista puhallustappien ilma
11. Tarkista prosessin asetusarvot

### Kun esityöt on suoritettu, kone voidaan käynnistää

1. Aseta prosessilämpötilat materiaalinkäsittelyohjeen / prosessin asetussivun mukaan (jos sitä ei ole, tarkista materiaalitiedot)
2. Kun lämpötilat ovat valmiita, odota 30 minuuttia
3. Käynnistä ruuvi
4. Aseta ruuvin pyörimisnopeus
5. Aseta vastapaine
6. Aseta ruiskutusaine
7. Aseta ruiskutusnopeus
8. Aseta paineen pitoaika
9. Aseta jäähdytysaika
10. Aseta muotti auki aika
11. Kytke muotin ja tapin jäähdytys päälle
12. Käynnistä koneohjelma
13. Aktivoi pöydän kierto
14. Aktivoi puhallustapit
15. Aktivoi poisto

## 5. Ekstruusiovenytyspuhallusmuovaus valmistelu

Venytyspuhallusmuovauskoneen valmistelu (HUOMIOI: venytyspuhallusmuovauskone voidaan yhdistää ruiskuvalukoneeseen. Valmistelu on samanlainen kuin puhallusmuovauskoneen paitsi lisäksi venytyspuhallus.

1. Tarkista aihion lämmitys
2. Aseta lämpötila 100°-130° ja odota koneen lämpenemistä
3. Tarkista aihion syöttö
4. Tarkista kaikki muotin ja laitteiden liikkeet
5. Tarkista muottipinnat ja muottiontelot
6. Tarkista venytystappi
7. Tarkista muotin ja tappien jäähdytys
8. Tarkista venytystapin ilma
9. Tarkista prosessin asetusarvot

### **Kun esityöt on suoritettu, kone voidaan käynnistää**

1. Aseta lämpötila
2. Kytke muotin ja venytystapin jäähdytys
3. Kun lämpötila on saavutettu, aloita prosessisykli
4. Aseta jäähdytysaika
5. Aseta venytystapin nopeus
6. Aseta venytystapin puhalluksen ja profiilin arvot
7. Aseta muotin liikkeet
8. Aktivoi poistolaitte

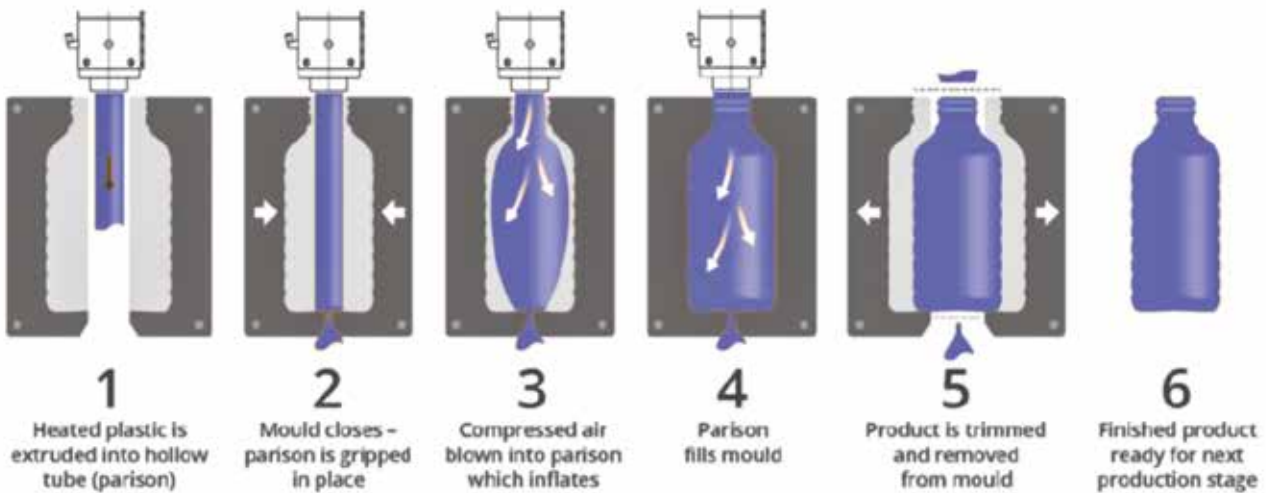
# Kappale 6: Muistilista

## Edellisten kappaleiden tietojen kertaus

### 1. Yleisesti ekstruusiopuhallusprosessista

1. **Suulakepuristus** - pystysuora suulakepuristus suulakepään läpi onton putken (aihion) muodostamiseksi sulasta muovista puhaltimen ympärille.
2. **Puhallus** - aihio kiinnitetään sitten kahden muottipuoliskon väliin ja laajennetaan haluttuun muotoon täyttämällä se paineilmalla.
3. **Työntö** - asetetun jäähdytysajan jälkeen muotti aukeaa ja tuote poistetaan pudotuskourujen tai robotiikan avulla

### 2. Ekstruusiopuhalluksen vaiheet



Ekstruusiopuhalluksen vaiheet

### 3. Ekstruusiopuhallusmenetelmiä

Suulakepuhallusmuovausta on kaksi muunnosta: jatkuva ja keskeytyvässä.

Jatkuvassa suulakepuhallusmuovaus toimii jatkuvasti ja yksittäiset osat leikataan sopivalla veitsellä.

Keskeytyvässä puhallusmuovauksessa on kaksi prosessia: suora jaksottainen on samanlainen kuin ruiskuvalu, jossa ruuvi kääntyy, pysähtyy ja työntää sulan ulos. Varaavalla menetelmällä varaaja kerää sulan muovin ja kun edellinen muotti on jäähtynyt ja riittävästi muovia on kertynyt, sauva työntää sulatettua muovia ja muodostaa aihion. Tällöin ruuvi voi kääntyä jatkuvasti tai ajoittain. Jatkuvalla suulakepuhalluksella aihion paino vetää aihiota, jolloin seinämän paksuuden kalibrointi vaikeutuu. Varaajapää tai edestakaiset ruuvimenetelmät käyttävät hydraulijärjestelmiä työntämään aihiota ulos nopeasti vähentäen painon vaikutusta ja mahdollistamalla seinän paksuuden tarkan säätämisen säätämällä muotin aukkoa aihion ohjelmointilaitteella.

## 4. Aihion suutin tyypit

Suulakepuhallusmuovauskoneen alaosaa, josta sulan hartsin putkimainen aihio tulee ulos, kutsutaan suulakkeeksi (Die Head). On olemassa muutamia erilaisia muunnelmia yleisesti käytetyistä suulakkeista. Käsittelymenetelmään perustuen suulake voi olla joko jatkuvan aihion tai varaavan suulake. Aihoiden lukumäärän perusteella se voi olla joko yhtä tai useampia aihiota käsittävä. Myös kerrosten lukumäärän perusteella - yksikerroksinen, monikerroksinen, näkymäliuska, useita nauhoja jne.

## 5. Tyypilliset puhallusmuovauksen muuttujat

### Koneen ohjaimet

Sylinterin lämpötila (materiaalin KTT:n mukaan)

Suulakepuhalluspään lämpötila (materiaalin KTT:n mukaan)

Muottiaika (riippuu jakson ajasta)

Aihion paksuuden säätö (aukon avautumis-%)

Jäähdytysaika (noin 60–80 % jaksoaika)

Muottilämpötila (suositeltava 10–50 °C)

Ilmanpaine (noin 1–10 bar)

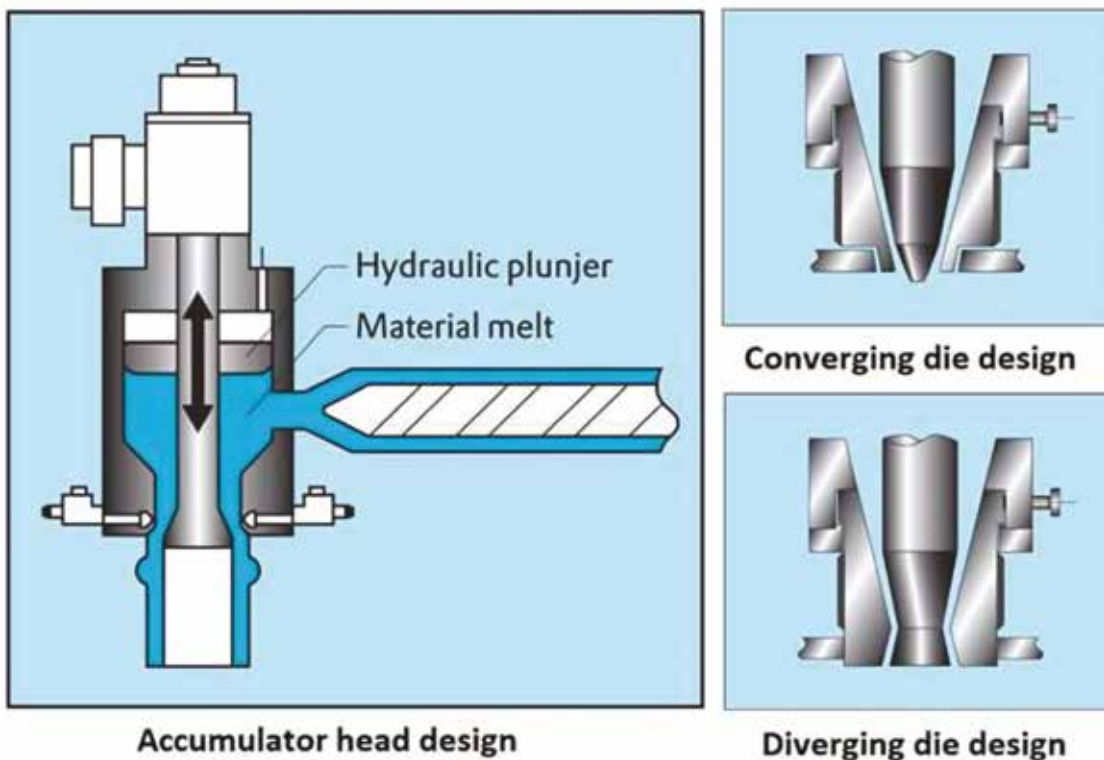
Ilmavirta (riippuu tuotteen koosta)

- **Sulamislämpötila:** Jos on liian matalaa, karkea pinta tulee esiin, aihion vakaus paranee, mutta puhallussuhde pienenee. Korkea sulamislämpötila johtaa aihion huonompaan vakauteen alhaisemman sulalajuuden vuoksi, mikä vaikeuttaa puhallusmuovatuksen osan seinämän paksuuden hallintaa.
- **Muotin lämpötila:** Puhallusmuotit jäähdytetään tyypillisesti vedellä. Korkeammat muottilämpötilat parantavat pinnan laatua, mutta pidentävät jäähdytysaikaa.
- **Sisäosan jäähdytys** suurille osille, joilla on pitkä jäähdytysjakso, osa voidaan jäähdyttää kiertämällä ilmaa osan läpi. Tämä saavutetaan kahdella puhallintapilla, joista toinen ilmansyöttöä varten ja toinen tuuletusta varten.
- **Esipuhallus** voi olla tarpeen estämään aihion romahtaminen muotin sulkeutuessa tai painovoiman aiheuttamana.
- **Puhalluspaine/-aika:** Nopea puhallus muottiin on edullinen. Todellinen puhallusnopeus tulisi määrittellä kokeellisesti. Optimaaliseen puhallusnopeuteen vaikuttavat aihio, osan muotoilu, seinämän paksuus, lämpötila-asetukset ja puhallussuhde. Ilman tilavuus ja paine tulisi ylläpitää koko jäähdytysjakson ajan ennen muotin avaamista.
- **Puhallussuhde:** Ontto aihio muotoutuu tuotteeksi ilman paisuttamana. Aihion puhallussuhde (valmiin ulkohalkaisijan suurin osa jaettuna muotin ulkohalkaisijalla) riippuu aihion lämpötilasta ja paksuudesta.

Huomioi: Puhallusmuovauskoneissa käytetään voimakkaita ja mahdollisesti vaarallisia sähköisiä, hydraulisia, pneumaattisia, termisiä ja mekaanisia järjestelmiä. Vältäaksesi tapaturmat tai loukkaantumiset, noudata teollisuuden turvallisuuskäytäntöjä ja noudata koneesi ja materiaalivalmistajien antamia erityisiä turvallisuusohjeita.

## 6. Peruslaitteisto puhallusmuovaukseen

1. **Suulakepuhalluspää** - yleisin on varaajapää, jossa tarvitaan suuria aihioita. Tämän pään suunnittelun periaate on, että sula materiaali varastoidaan päähän ennen aihion muodostamista. Varaajan vähimmäiskapasiteetin tulisi olla suurempi kuin osan paino ja vara. Varaajan enimmäiskapasiteetti ei saa olla suurempi kuin 3 kertaa osan paino plus varat.
2. **Muotti** - Muotti voi olla lähentyvä tai hajaantuva riippuen pään mallista ja vaaditusta halkaisijasta. Pienemmät osat ajetaan tyypillisesti erilaisilla päätyökaluilla.
3. **Puhallusmuovaus** - tyypillinen pullomuottirakenne koostuu tukilevystä, muottionteloista, kierteestä, pohjan muodostavasta ontelosta pneumaattisella sylinterillä, jäähdytyskanavista ja ohjaimista.



Ekstruusiopuhallusmuovauksen prosessivaiheet

Lähde: [https://www.distrupol.com/sarlink\\_blow\\_molding.pdf/2020.01.08](https://www.distrupol.com/sarlink_blow_molding.pdf/2020.01.08)

# Kappale 7: Käytännön harjoitustehtäviä

## Taitojen lisäämiseen harjoitusta

### 1. Terveys ja turvallisuus



#### Harjoitus 1:

Näytä hätäpysäytysten sijainti	Pass/Fail
Tee puhallusmuovauskoneelle täydellinen turvatarkistus	Pass/Fail

### 2. Puhallusmuovauskoneen valmistelu

#### Harjoitus 2:

Tarkista lämmitysjärjestelmä	Pass/Fail
Tarkista moottorikäytöt	Pass/Fail
Tarkista materiaali	Pass/Fail
Tarkista oheislaitteet	Pass/Fail
Asenna muotti, suuttimet ja tapit	Pass/Fail
Yhdistä jäähdytysvesi ja paineilma	Pass/Fail
Tarkista kaikki liikkeet	Pass/Fail
Tarkista kuumaveitsi (vain ekstruusiopuhalluksessa)	Pass/Fail
Tarkista hälytys ja irrotuslaite (vain ekstruusiopuhalluksessa)	Pass/Fail

### 3. Tuotannon aloitus

#### Harjoitus 3:

Laita lämmitys päälle, aseta lämpötila	Pass/Fail
Kytke ruuvi toimintaan turvallisesti	Pass/Fail
Aseta säätöarvot optimaaliselle työnkierrolle	Pass/Fail
Selitä työnkierron eri vaiheita	Pass/Fail

## 4. Laatu

# QUALITY CONTROL



### Harjoitus 4:

Tunnista komponentteihin liittyviä vikoja	Pass/Fail
Selitä mahdollisia vaurioitumisen syitä ja korjausehdotuksia	Pass/Fail
.....	
Tuotteen laatu	Pass/Fail

## 5. Tuotannon pysäytys

### Harjoitus 5:

Ennen puhallusmuovauksen pysäytystoimia selitä, miten aiot toimia.

Before stopping production and turning of blow moulding machine shortly explain how you will stop it:

---



---



---



---

**Kun harjoitustehtävät on puhallusmuovauslinjalla suoritettu, opiskelija voi jatkaa osaamisen näyttämistä jätteen hallinnan ja kehittämisasioiden kanssa.**



## 6. Jätteiden hallinta

### Harjoitus 6:

Kuinka paljon hävikkiä ja jätettä kerätään tehtävän aikana? Millaisia mahdollisia vähentämiskohteita voisi löytyä?

Voidaanko puhallusmuovauksen kaikki prosessissa syntynyt jäte palauttaa takaisin prosessiin?

Kuinka voidaan kierrättää ja mitä vaatimuksia uudelleen prosessointiin on?

---

---

---

---

## 7. Tuotantolinjan työntekijän taidot

Tuotantolinjan työntekijä on merkittävä tiimin jäsen. Hänen on ymmärrettävä koko prosessi ja osallistuttava keskusteluihin prosessin parantamiseksi. Lisäksi on vastattava kysymyksiin tai selitettävä, mitä prosessissa tapahtuu.

Mitkä ovat optimaaliset prosessilämpötilat?

Mikä on optimaalinen sykli aika?

Oliko kaikki osan mitat ja toleranssit saavutettu?

Mitä käsittelyongelmia kohdattiin?



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

