



Opiskelijan Kirja

Osa 16

Muovin lämpömuovaus

2021



Tekijät

Laimonas Bačkys

Povilas Čepulkovskis

Gintautas Dervinis

Laurent Daguet

Olivier Fortin

Olivier Fortier

Federica Gallicchio

Mika Heikkilä

Bastien Hervé du Penhoat

Sirkka-Helena Ilveskoski

Genė Jakubauskienė

Ritva Klaavu

Marc Manguin

Bilel Miled

Ari Mäkinen

Dmitrij Novikov

Mindaugas Petravičius

Raimundas Petravičius

Pirjo Pietikäinen

Marjan Ranogajec

Ari Rannisto

Christian Raelison

Jolanta Sakalauskiene

Živilė Šatienė

Edita Šidlauskaitė

Jarmo Tikka

Kęstutis Viselga

Gražina Žardalevičienė

Johdanto

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Sisältö

Kappale 1: Tavoitteet	5
Kappale 2: Lämpömuovaukseen tutustuminen	6
Kappale 3: Dokumentteihin tutustuminen	8
Kappale 4: Käytännön tehtäviä	10
Kappale 5: Työstömenetelmiä	29
Kappale 6: Muistilista	33
Kappale 7: Harjoituksia	37

Kappale 1: Tavoitteet

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

TAIDOT	TIEDOT
TEKNINEN TAITO	
<ol style="list-style-type: none"> Laitteiden toiminnan ja tuotteen laadun seuraaminen Tuotteiden ja materiaalien turvallinen käsittely, asiaankuuluvien turvallisuusohjeiden mukainen toiminta ja työtehtävään liittyvien varotoimenpiteiden noudattaminen Laitteen pysäyttäminen ja sammuttaminen epätavallisissa olosuhteissa 	<ol style="list-style-type: none"> Lämpömuovauksen ja siinä käytettävien komponenttien toiminta Tuotannon työkulkujaksot ja materiaalien tarve Prosessin ohjauspaneelien lukemien tarkistaminen, niin ne ovat työohjeiden mukaisia Raaka-aineiden ja laitteiden toiminnan muutoksien mahdolliset vaikutukset tuotteen laatuun
TYÖYHTEISÖOSAAMINEN	
<ol style="list-style-type: none"> Oman työn suunnittelu ennakoiden ja tekemällä parannusehdotuksia Työhön liittyvien asiakirjojen täyttäminen Tiedon kerääminen ja jakaminen työpaikan vaatimuksien mukaan 	<ol style="list-style-type: none"> Jätehuolto ja viallisten tuotteiden uudelleenkäytön tärkeys aina kun mahdollista Laitteiden, materiaalien, prosessien ja menettelyjen oikea valinta ja käyttö Tuotteen laatuun tai tuotannon läpimenoon vaikuttavat toimet Yleisimpien lämpömuovausvirheiden mahdolliset syyt
VUOROVAIKUTUSTAIIDOT	
<ol style="list-style-type: none"> Työpaikan vuorovaikutustilanteisiin osallistuminen 	<ol style="list-style-type: none"> Vaarojen hallinta- ja turvallisuusmenettelyt sekä henkilönsuojainten käyttö materiaalien käsittelyssä, laitteiden käytössä ja puhdistuksessa

Kappale 2: Lämpömuovaukseen tutustuminen

Tutkinnon osan teemaan liittyen tutustu ja vastaa kysymyksiin.

Tehtävien tekemiseen tarvitaan lähdemateriaalia. Käytetty lähde on mainittava.

MENETELMÄ

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

TYYPILLISIÄ TUOTTEITA



1. Muovilevy, jonka mitat valitaan kohteen mukaan (pituus, leveys, paksuus).



2. Muotti, jolla saadaan tuotteen muoto.

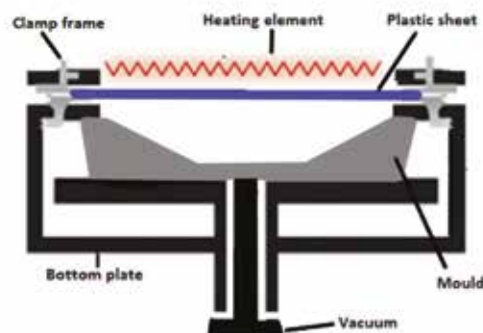


Menetelmän tuloksena on muotin muodon mukainen tuote.

Kysymys 1:

Miten muovilevy saadaan muotin muotoon?

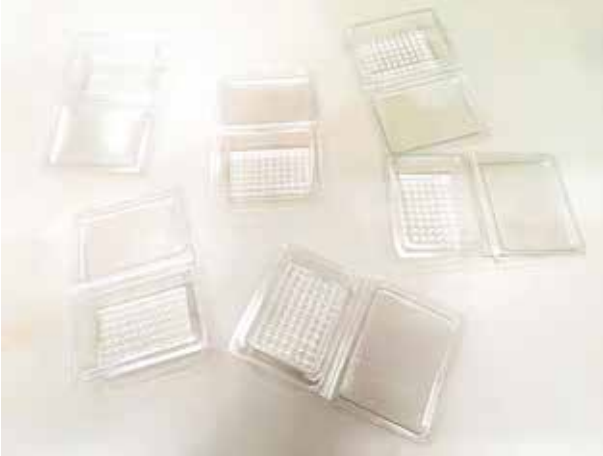
Materiaali



Kysymys 2:

Mitä ominaisuuksia lämpömuovaukseen sopivalla materiaalilla tulisi olla?

VALMIS TUOTE



Jokaisessa lämpömuovauskerrassa valmistuu 9 laatikkoa. Laatikot irrotetaan yksittäisiksi muovauksen jälkeen.

Kysymys 3:

Miten laatikoiden irrottaminen muovauksen jälkeen voidaan tehdä?

YHTEENVETO

Kysymys 4:

Millainen on vaihe vaiheelta lämpömuovattavien laatikoiden prosessi?

Kappale 3: Dokumentteihin tutustuminen

Lämpömuovauksen materiaaliin tutustumisen jälkeen hae lisää tietoa (Internet, artikkelit, kirjat jne.)

Vastaa kysymyksiin ja syvennä muoveihin liittyvää tietoa.

Käyttökohteita

Markkinat ja käyttökohteet

Lämpömuovattujen tuotteiden kulutuksen arvioitiin olevan 7 miljardia euroa vuonna 2012, ja sen ennustettiin kasvavan 8,5 miljardiin euroon vuoteen 2017 mennessä. Pakkaukset hallitsevat 80% lämpömuovausmarkkinoista ja teollisuuden liikevoitto oli noin 5 miljardia euroa vuonna 2012. Sen ennustettiin kasvavan melkein 6 miljardiin euroon vuoteen 2017 mennessä. Lämpömuovattuja tuotteita on käytetty useilla teollisuudenaloilla, myös pakkaukset ja monet muut alat, ...

Lämpömuovaaamalla on tavoitteena tuottaa hyödyllisiä tuotteita, lämpömuovauslaitteiden valmistajat ovat tärkeitä jatkuvassa kehityksessä.

Kysymys 1:

Hae ja lue useita artikkeleja.

Laadi lyhyt referaatti kolmesta lämpömuovaaamalla valmistetusta tuotteesta?

Miksi menetelmän käyttö oli perusteltua?



MATERIAALI

Lämpömuovattavat kappaleet valmistetaan kestopuoveista:

- Polyeteenit (PEHD 300, PEHD 500, PEHD 1000)
- Polypropeeni (PP)
- erikoismuovit (PA6, PA6G, POM)
- Polyvinyylikloridi (PVC)
- Polykarbonaatti (PC, standardilaatu, UV suojattu, hyvä tulen/kaasujen kesto)
- Akryyli (PMMA valettu, PMMA ekstruuderilta), Polyesteri (PET, PETG)
- Polystyreenit (PS, ABS, SAN)

Kertamuovit eivät sovellu lämpömuovaukseen. Tutustu lämpömuovaukseen seuraavien kysymysten ohjaamana.

Kysymys 2:

Miksi vain kestumuovit soveltuvat lämpömuovauttaviksi?

Selitä käyttäen esimerkkiä?



LAITTEET

- Lämpömuovauksen peruseriaate
- Lämpömuovauksessa voidaan erottaa kaksi päätyyppiä
- lämpöelementti sijaitsee muotin yläpuolella muoto tyhjiötekniikalla
- jatkuvatoimisessa tuotannossa lämpöelementti sijaitsee muovausosan yläpuolella
- puolivalmis tuote painetaan muotoon

Kysymys 3:

Kun olet tutustunut yllä olevaan, etsi 3 muuta ominaisuutta, mitä laitteisiin voi liittyä?

Kysymys 4:

Käytä oikeaa laitetta tai etsi internetistä tietoa täydentääksesi seuraavilla sivuilla oleva taulukko.

Machine Model: _____

Machine Type (e.g. inline, shuttle type, etc.): _____

Number (e.g. 6 of 10)

Machine/Equipment Capabilities	COMMENTS
Roll fed or cut sheet:	
Purchase sheet or extrude internally?	
Process control (windows based, manual, etc.)	
Oven length:	
Heater type (calrod, ceramic, etc.):	
Heater arrangement (machine direction-MD, transverse direction-TD, both-T&MD):	
Heater Control	
How many adjustable zones?	
Top and bottom heater control?	
Controller type? (% on/off, PID control, etc.)	
Pressure or vacuum former, or both?	
Is temperature mapping available?	
Is an IR thermometer available?	
Is edge heating (for pin chains) available?	
Tooling	
What polymer(s) was it designed for?	
# Cavities/mold (drawing available?):	
Index Length	
Tool material (Al, steel, etc.):	
Plug material/shape (drawing available?):	
Cooling/heating temperature range available?	
Cool/heat source (central chiller, ind. unit, etc.)	
Trim tool type:	
Tool heating available?	
Trim tool material:	
In-house tool making ability?	
What other products (molds) run on this line?	

Skeleton Handling	
Is regrinding an option?	
Cleanliness controls:	
Sheet	
Do they slit to size?	
Incumbent material:	
Min/Max sheet thickness:	
Min/Max sheet width:	
Part dimensions:	
Material Handling	
Is there power assisted nip unwind?	
Does company have dryers?	
Type / manufacturer / how many?	
Total capacity:	
Maximum roll size/wt. co. can handle:	
Maximum core size (recommend using 6 inch cores):	
Please attach a small sketch of line to help understand travel of sheet/skeleton thru process	

Kappale 4: Käytännön tehtäviä

(käytössä olevan laitteiston mukaan)

Aihe 1: Lämpömuovaus

Materiaali

- muovauslaite
- muotti
- muovimateriaali
- levyn/kalvon mitoitus

Tavoitteet

Osaaminen

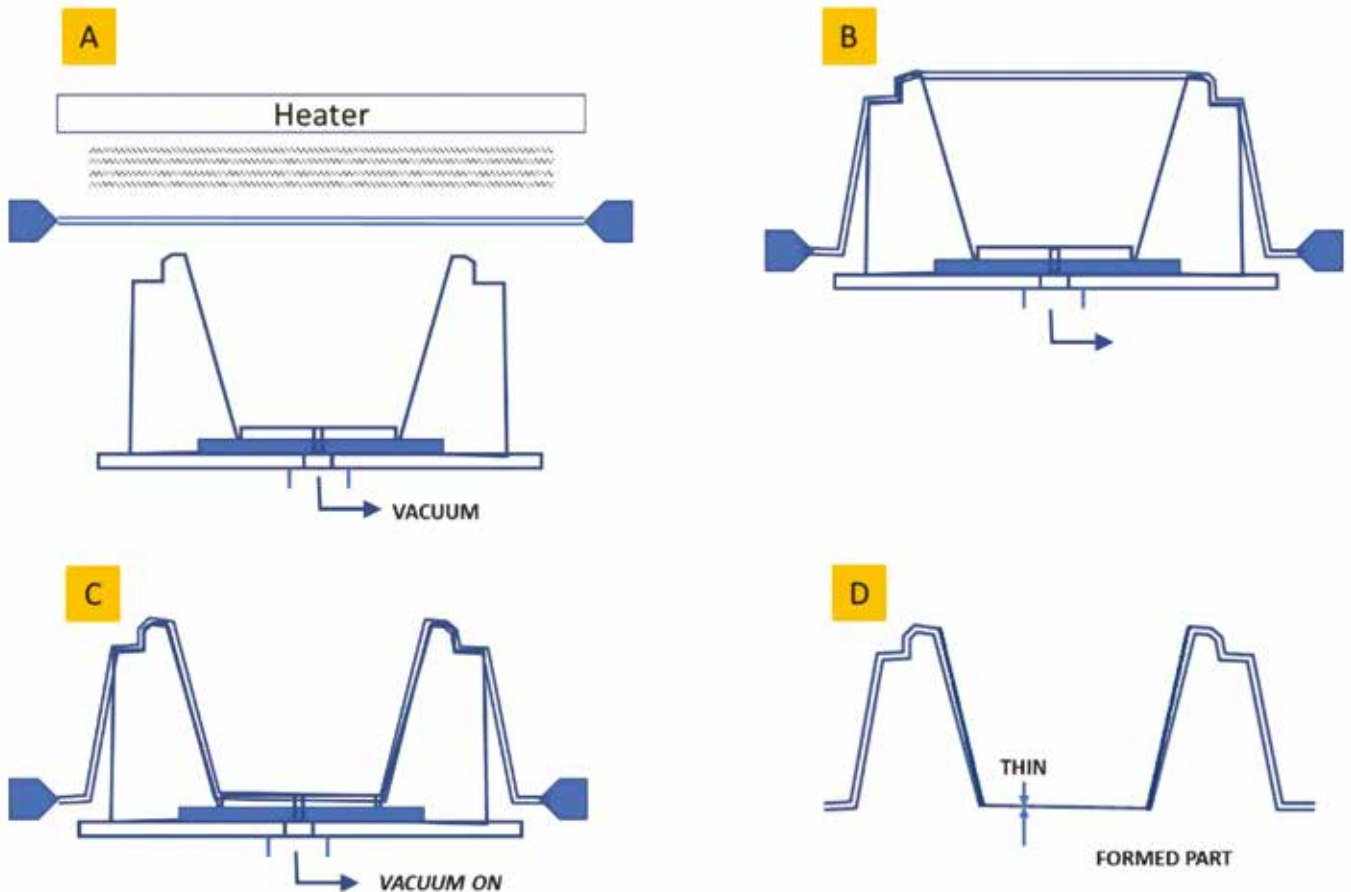
- työkalujen asettaminen
- koneen säädöt
- lämpömuovauksen aloittaminen ja kappaleiden valmistus

Harjoitus 1:

Työkalujen asettaminen, säädöt ja muovauksen aloitus

Työn kuvaus

Muovilevy kiinnitetään kehykseen ja lämmitetään, sitten se asetetaan muotin päälle joko vetämällä muovilevy muotin yli tai pakottamalla muotti arkkiin. Sitten tyhjiöllä vedetään muovi tiukasti muotin pintaan. Tässä menetelmässä kappaleen yläosa (muotin alue, joka koskettaa muovia ensin) jää usein paksummaksi, ja sivut ja alempi osa, joihin kohdistuu enemmän venytystä jäävät ohuemmiksi.



1. Työvaiheet

a. Työaseman valmistelu

Varmista, että kaikkia työterveyttä ja -turvallisuutta koskevia sääntöjä ja menettelyjä noudatetaan (henkilösuojaimet, liikkeet ja asenne, standardit jne.)

Mitä konetta käytät? (muotin tyyppi, merkki, tärkeimmät tekniset ominaisuudet)

Mikä on muotoiltava materiaali?

Mitä työkaluja käytät?

Onko työskentelyalueella tarpeeksi tilaa raaka-aineille ja tarvikkeille lämpömuovauksen jälkeen?

b. Lämpömuovauslaitteen lämmitys

Onko sinulla ohjeita laitteen asetuksista?

Mikä on muovauslämpötila?

Mitkä ovat jäähtymisajat?

c. Aloitus

Aseta ensimmäinen raaka-ainearkki.

Tarkista oikea lämmityslämpötila.

Käynnistä kone ensimmäistä osaa varten

d. Kappaleen lämpömuovaus

Tarkista ensimmäisen osan laatu ja muuta asetuksia tarvittaessa.

Valmista 5 hyvää kappaletta samoilla asetuksilla ja sykleillä.

Viisi kappaletta on myös leikattava siisteiksi ja jätteet on poistettava.

2. Raportointi

a. Havainnot – mittaukset

Tarkista kappaleen toimivuus, mittasuhteet ja tekniset ominaisuudet.

Tarkista kappaleen paksuudet ohjeiden mukaisesti.

Tarkista spesifikaatioiden mukaan muut mahdolliset kohdat

b. Kirjallinen yhteenveto

Komentoi työskentelyäsi

Komentoi työvaiheissa edistymistäsi oikeiden asetusten saamisessa ja esitä optimaaliset parametrit

3. Lopuksi

a. Koneen ympäristön siisteys

Koneen on oltava puhdas, kaikki ylimääräinen pois.

Raaka-aine on varastoitu oikein.

Lämmityslaite on sammutettu.

b. Optimaaliset arvot

Kirjaa kaikkien asetusten arvot paikalliseen dokumenttiin.

Aihe 2: Jälkipainetyhjiömuovaus - uros

Taitojen kehittäminen käytännön harjoituksissa

Materiaali

- jälkipainetyhjiömuovauslaite
- muotti
- muovimateriaali
- levyn/kalvon mitoitus

Tavoitteet

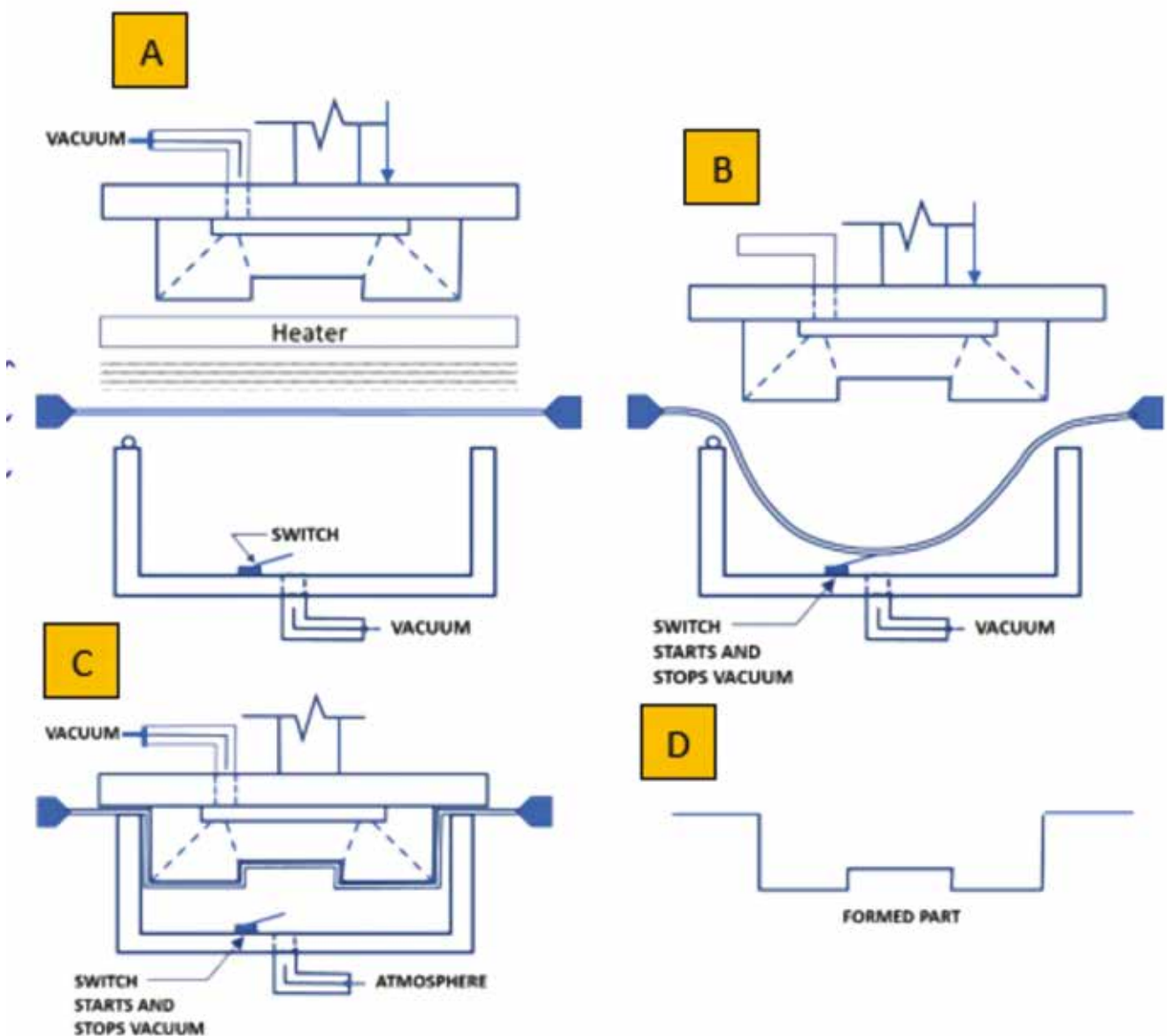
- Osaaminen
 - työkalujen asettaminen
 - koneen säädöt
 - lämpömuovauksen aloittaminen ja kappaleiden valmistelu

Harjoitus 2:

Kuinka koota työkalut, asentaa ja käynnistää tuotantoon jälkipainetyhjiömuovaus?

Työn kuvaus

Kun muovilevy on lämmitetty, tyhjiökammio tiivistetään kiinnityskehukseen. Tyhjiö venyttää materiaalia vetämällä sitä kuplaksi. Kuplan (säkin) korkeutta ohjataan usein sähköisellä silmällä. Kun muovi on tyhjiön voimalla esijännitetty halutulle korkeudelle, muotti ohjataan levyyn tiivisti kiinni. Tyhjiö kiinnittää muovilevyn muottiin, tyhjiökammion annetaan ilmata ilmakehään (tai ylipainetta käytetään alipaineen sijasta). Näin voidaan saada hyvin syviä vetoja, ja ei-toivottu materiaalin oheneminen voidaan minimoida huomattavasti.



1. Työvaiheet

a. Työaseman valmistelu

Varmista, että kaikkia työterveyttä ja -turvallisuutta koskevia sääntöjä ja menettelyjä noudatetaan (henkilösuojaimet, liikkeet ja asenne, standardit jne.)

Mitä konetta käytät? (muotin tyyppi, merkki, tärkeimmät tekniset ominaisuudet)

Mikä on muotoiltava materiaali?

Mitä työkaluja käytät?

Onko työskentelyalueella tarpeeksi tilaa raaka-aineille ja tarvikkeille lämpömuovauksen jälkeen?

b. Lämpömuovauslaitteen lämmitys

Onko sinulla ohjeita laitteen asetuksista?

Mikä on muovauslämpötila?

Mitkä ovat jäähtymisajat?

c. Aloitus

Aseta ensimmäinen raaka-ainearkki.

Tarkista oikea lämmityslämpötila.

Käynnistä kone ensimmäistä osaa varten

d. Kappaleen lämpömuovaus

Tarkista ensimmäisen osan laatu ja muuta asetuksia tarvittaessa.

Valmista 5 hyvää kappaletta samoilla asetuksilla ja sykleillä.

Viisi kappaletta on myös leikattava siisteiksi ja jätteet on poistettava.

2. Raportointi

a. Havainnot – mittaukset

Tarkista kappaleen toimivuus, mittasuhteet ja tekniset ominaisuudet.

Tarkista kappaleen paksuudet ohjeiden mukaisesti.

Tarkista spesifikaatioiden mukaan muut mahdolliset kohdat

b. Kirjallinen yhteenveto

Kommentoi työskentelyäsi

Kommentoi työvaiheissa edistymistäsi oikeiden asetusten saamisessa ja esitä optimaaliset parametrit

3. Lopuksi

a. Koneen ympäristön siisteys

Koneen on oltava puhdas, kaikki ylimääräinen pois.

Raaka-aine on varastoitu oikein.

Lämmityslaite on sammutettu.

b. Optimaaliset arvot

Kirjaa kaikkien asetusten arvot paikalliseen dokumenttiin.

Aihe 3: Tyyny-mäntä (painin) tyhjiömuovaus - uros

Taitojen kehittäminen käytännön harjoituksissa

Materiaali

- muovauslaite
- muotti
- muovimateriaali
- levyn/kalvon mitoitus

Tavoitteet

Osaaminen

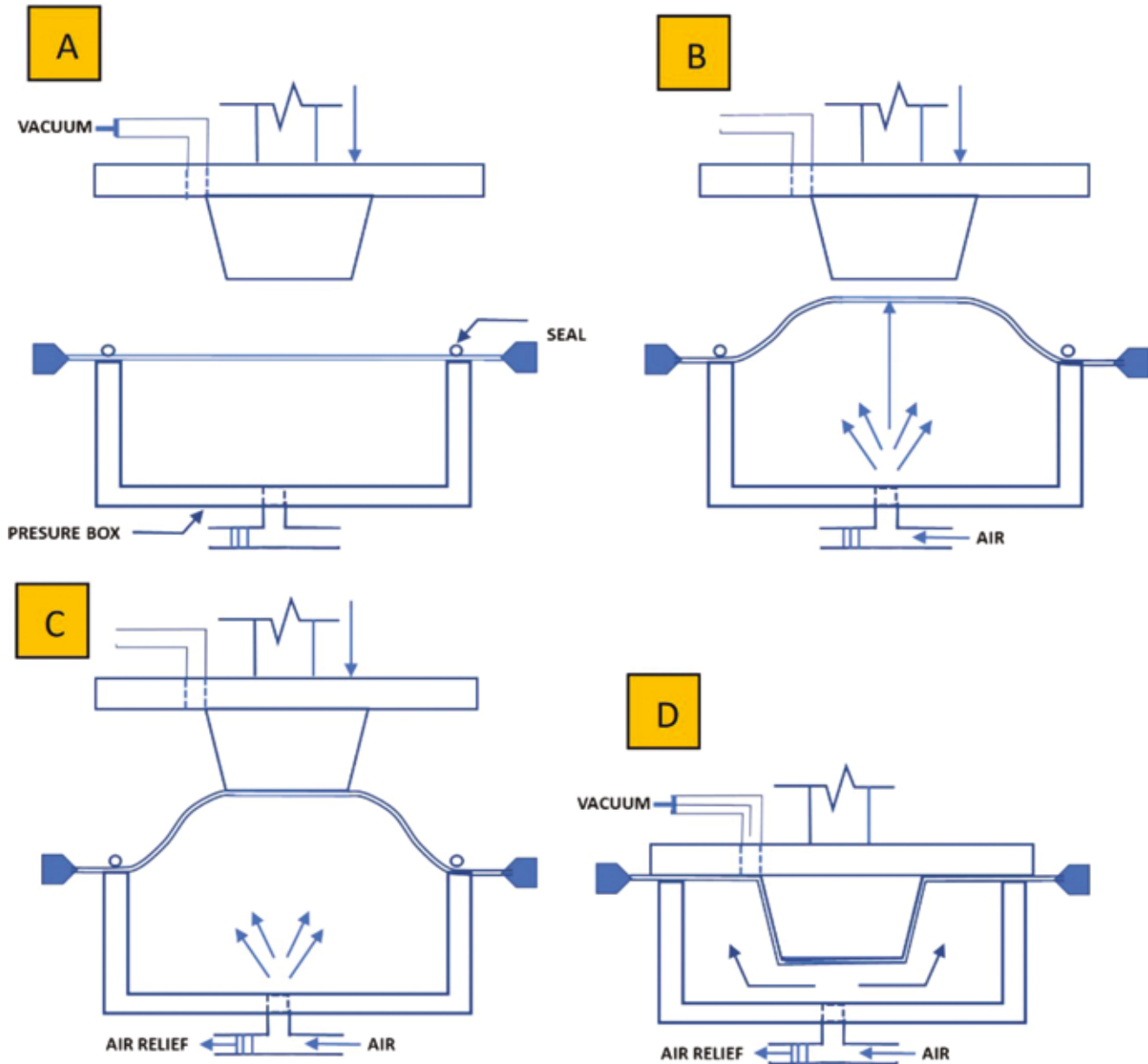
- työkalujen asettaminen
- koneen säädöt
- lämpömuovauksen aloittaminen ja kappaleiden valmistelu

Harjoitus 3:

Kuinka koota työkalut, asentaa ja käynnistää tuotantoon tyyny-mäntä tyhjiömuovauskoneelle?

Työn kuvaus

Lämmitetty muovi kiinnitetään painelaatikon päälle, sitten puhalletaan kupla työkalua kohti. Kun arkki on esijännitetty noin 35 - 40%, muotti pakotetaan siihen samalla kun arkin takana oleva paine pysyy vakiona. Kun muotti tiivistyy kehykseen, tyhjiö vedetään muotin läpi. Joissakin tapauksissa voi olla myös tarpeen lisätä painetta painekotelossa tässä vaiheessa.



1. Työvaiheet

a. Työaseman valmistelu

Varmista, että kaikkia työterveyttä ja -turvallisuutta koskevia sääntöjä ja menettelyjä noudatetaan (henkilösuojaimet, liikkeet ja asenne, standardit jne.)

Mitä konetta käytät? (muotin tyyppi, merkki, tärkeimmät tekniset ominaisuudet)

Mikä on muotoiltava materiaali?

Mitä työkaluja käytät?

Onko työskentelyalueella tarpeeksi tilaa raaka-aineille ja tarvikkeille lämpömuovauksen jälkeen?

b. Lämpömuovauslaitteen lämmitys

Onko sinulla ohjeita laitteen asetuksista?

Mikä on muovauslämpötila?

Mitkä ovat jäähtymisajat?

c. Aloitus

Aseta ensimmäinen raaka-ainearkki.

Tarkista oikea lämmityslämpötila.

Käynnistä kone ensimmäistä osaa varten

d. Kappaleen lämpömuovaus

Tarkista ensimmäisen osan laatu ja muuta asetuksia tarvittaessa.

Valmista 5 hyvää kappaletta samoilla asetuksilla ja sykleillä.

Viisi kappaletta on myös leikattava siisteiksi ja jätteet on poistettava.

2. Raportointi

a. Havainnot – mittaukset

Tarkista kappaleen toimivuus, mittasuhteet ja tekniset ominaisuudet.

Tarkista kappaleen paksuudet ohjeiden mukaisesti.

Tarkista spesifikaatioiden mukaan muut mahdolliset kohdat

b. Kirjallinen yhteenveto

Kommentoi työskentelyäsi

Kommentoi työvaiheissa edistymistäsi oikeiden asetusten saamisessa ja esitä optimaaliset parametrit

3. Lopuksi

a. Koneen ympäristön siisteys

Koneen on oltava puhdas, kaikki ylimääräinen pois.

Raaka-aine on varastoitu oikein.

Lämmityslaite on sammutettu.

b. Optimaaliset arvot

Kirjaa kaikkien asetusten arvot paikalliseen dokumenttiin.

Aihe 4: Suora tyhjiömuovaus - naaras

Taitojen kehittäminen käytännön harjoituksissa

Materiaali

- muovauslaite
- muotti
- muovimateriaali
- levyn/kalvon mitoitus

Tavoitteet

- Osaaminen
- työkalujen asettaminen
- koneen säädöt
- lämpömuovauksen aloittaminen ja kappaleiden valmistelu

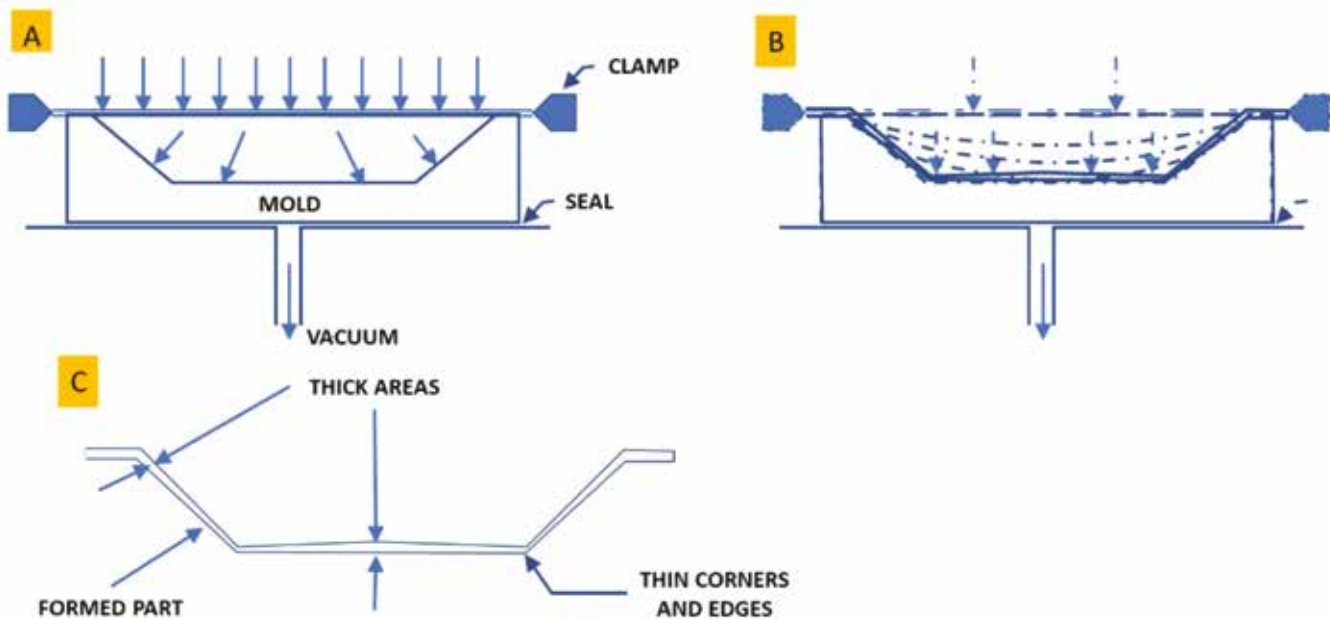
Harjoitus 4:

Kuinka koota työkalut, asentaa ja käynnistää tuotantoon suorassa tyhjiömuovauksessa?

Työn kuvaus

Lämmitetty muovi kiinnitetään muotin reunoihin.

Tyhjiö vedetään sitten muotin läpi, jolloin ilmakehän paine työntää levyä alas muottiin. Muovin kosketuksessa muotin kanssa se jäähtyy. Muotin viimeiseksi ulottuvat levyn alueet ovat yleensä ohuimpia.



1. Työvaiheet

a. Työaseman valmistelu

Varmista, että kaikkia työterveyttä ja -turvallisuuksiä koskevia sääntöjä ja menettelyjä noudatetaan (henkilösuojaimet, liikkeet ja asenne, standardit jne.)

Mitä konetta käytät? (muotin tyyppi, merkki, tärkeimmät tekniset ominaisuudet)

Mikä on muotoiltava materiaali?

Mitä työkaluja käytät?

Onko työskentelyalueella tarpeeksi tilaa raaka-aineille ja tarvikkeille lämpömuovauksen jälkeen?

b. Lämpömuovauslaitteen lämmitys

Onko sinulla ohjeita laitteen asetuksista?

Mikä on muovauslämpötila?

Mitkä ovat jäähtymisajat?

c. Aloitus

Aseta ensimmäinen raaka-ainearkki.

Tarkista oikea lämmityslämpötila.

Käynnistä kone ensimmäistä osaa varten

d. Kappaleen lämpömuovaus

Tarkista ensimmäisen osan laatu ja muuta asetuksia tarvittaessa.

Valmista 5 hyvää kappaletta samoilla asetuksilla ja sykleillä.

Viisi kappaletta on myös leikattava siisteiksi ja jätteet on poistettava.

2. Raportointi

a. Havainnot – mittaukset

Tarkista kappaleen toimivuus, mittasuhteet ja tekniset ominaisuudet.

Tarkista kappaleen paksuudet ohjeiden mukaisesti.

Tarkista spesifikaatioiden mukaan muut mahdolliset kohdat

b. Kirjallinen yhteenveto

Kommentoi työskentelyäsi

Kommentoi työvaiheissa edistymistäsi oikeiden asetusten saamisessa ja esitä optimaaliset parametrit

3. Lopuksi

a. Koneen ympäristön siisteys

Koneen on oltava puhdas, kaikki ylimääräinen pois.

Raaka-aine on varastoitu oikein.

Lämmityslaite on sammutettu.

b. Optimaaliset arvot

Kirjaa kaikkien asetusten arvot paikalliseen dokumenttiin.

Aihe 5: Mäntäavusteinen tyhjiömuovaus - naaras

Taitojen kehittäminen käytännön harjoituksissa

Materiaali

- muovauslaite
- muotti
- muovimateriaali
- levyn/kalvon mitoitus

Tavoitteet

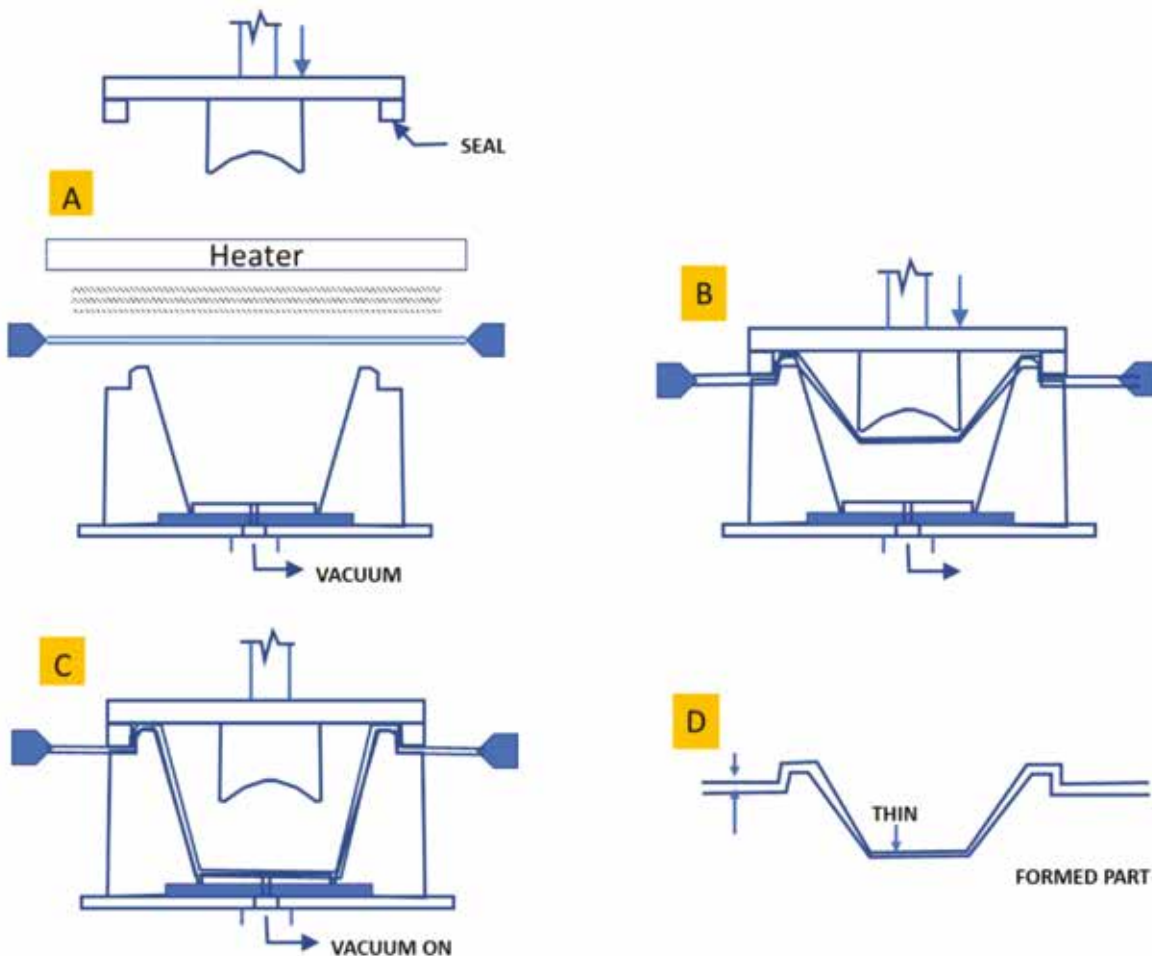
- Osaaminen
 - työkalujen asettaminen
 - koneen säädöt
 - lämpömuovauksen aloittaminen ja kappaleiden valmistelu

Harjoitus 5:

Kuinka koota työkalut, asentaa ja käynnistää tuotantoon mäntävusteinen tyhjiömuovauskone?

Työn kuvaus

Sen jälkeen kun muovilevy on lämmitetty ja suljettu muottiontelon päälle, suunnilleen muottiontelon muotoinen mutta pienempi mäntä työnnetään muovilevyyn esivenyttämään materiaalia. Sitten muotin läpi vedetään tyhjiö muodon loppuunsaattamiseksi. Seinämän paksuutta voidaan muuttaa muuttamalla männän muotoa. Muovilevyä koskettavat männän alueet ovat ensin paksumpia jäähdytysvaikutuksen vuoksi. Siksi männän suunnittelu on kriittinen määräävä tekijä valmistettavan valmiin osan geometriassa.



1. Työvaiheet

a. Työaseman valmistelu

Varmista, että kaikkia työterveyttä ja -turvallisuuksiin koskevia sääntöjä ja menettelyjä noudatetaan (henkilösuojaimet, liikkeet ja asenne, standardit jne.)

Mitä konetta käytät? (muotin tyyppi, merkki, tärkeimmät tekniset ominaisuudet)

Mikä on muotoiltava materiaali?

Mitä työkaluja käytät?

Onko työskentelyalueella tarpeeksi tilaa raaka-aineille ja tarvikkeille lämpömuovauksen jälkeen?

b. Lämpömuovauslaitteen lämmitys

Onko sinulla ohjeita laitteen asetuksista?

Mikä on muovauslämpötila?

Mitkä ovat jäähtymisajat?

c. Aloitus

Aseta ensimmäinen raaka-ainearkki.

Tarkista oikea lämmityslämpötila.

Käynnistä kone ensimmäistä osaa varten

d. Kappaleen lämpömuovaus

Tarkista ensimmäisen osan laatu ja muuta asetuksia tarvittaessa.

Valmista 5 hyvää kappaletta samoilla asetuksilla ja sykleillä.

Viisi kappaletta on myös leikattava siisteiksi ja jätteet on poistettava.

2. Raportointi**a. Havainnot – mittaukset**

Tarkista kappaleen toimivuus, mittasuhteet ja tekniset ominaisuudet.

Tarkista kappaleen paksuudet ohjeiden mukaisesti.

Tarkista spesifikaatioiden mukaan muut mahdolliset kohdat

b. Kirjallinen yhteenveto

Kommentoi työskentelyäsi

Kommentoi työvaiheissa edistymistäsi oikeiden asetusten saamisessa ja esitä optimaaliset parametrit

3. Lopuksi**a. Koneen ympäristön siisteys**

Koneen on oltava puhdas, kaikki ylimääräinen pois.

Raaka-aine on varastoitu oikein.

Lämmityslaitte on sammutettu.

b. Optimaaliset arvot

Kirjaa kaikkien asetusten arvot paikalliseen dokumenttiin.

Aihe 6: Mäntävusteinen painemuovaus - naaras

Taitojen kehittäminen käytännön harjoituksissa

Materiaali

- muovauslaite
- muotti
- muovimateriaali
- levyn/kalvon mitoitus

Tavoitteet

Osaaminen

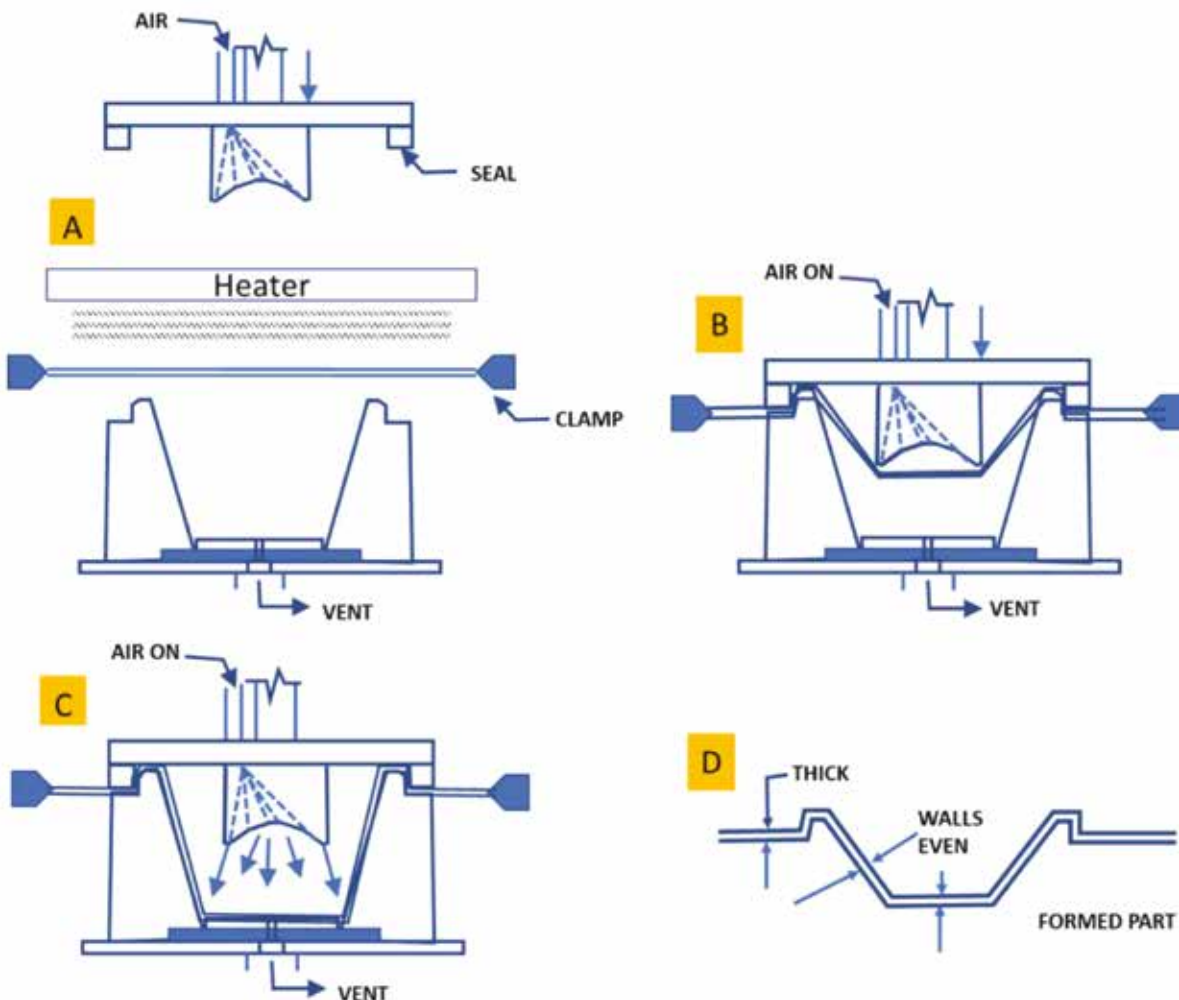
- työkalujen asettaminen
- koneen säädöt
- lämpömuovauksen aloittaminen ja kappaleiden valmistelu

Harjoitus 6:

Kuinka koota työkalut, asentaa ja käynnistää tuotantoon mäntävusteinen painemuovaus

Työn kuvaus

Mäntävusteinen painemuovaus on samanlainen kuin mäntävusteinen tyhjiömuovaus, paitsi kun mäntä koskee muovilevyä normaali ilmanpaine johdetqgn levyn alle. Kun mäntä on saanut iskunsa päätökseen ja tiivistää muotin, ilmapaine kohdistetaan männän puolelta. Pintojen lämpötilat ovat myös tärkeitä. Käyttämällä oikeaa yhdistelmää männän muotoilussa, lämpötilassa ja muovauspaineessa, valmiin osan seinämän paksuuteen voidaan vaikuttaa merkittävästi.



1. Työvaiheet

a. Työaseman valmistelu

Varmista, että kaikkia työterveyttä ja -turvallisuutta koskevia sääntöjä ja menettelyjä noudatetaan (henkilösuojaimet, liikkeet ja asenne, standardit jne.)

Mitä konetta käytät? (muotin tyyppi, merkki, tärkeimmät tekniset ominaisuudet)

Mikä on muotoiltava materiaali?

Mitä työkaluja käytät?

Onko työskentelyalueella tarpeeksi tilaa raaka-aineille ja tarvikkeille lämpömuovauksen jälkeen?

b. Lämpömuovauslaitteen lämmitys

Onko sinulla ohjeita laitteen asetuksista?

Mikä on muovauslämpötila?

Mitkä ovat jäähtymisajat?

c. Aloitus

Aseta ensimmäinen raaka-ainearkki.

Tarkista oikea lämmityslämpötila.

Käynnistä kone ensimmäistä osaa varten

d. Kappaleen lämpömuovaus

Tarkista ensimmäisen osan laatu ja muuta asetuksia tarvittaessa.

Valmista 5 hyvää kappaletta samoilla asetuksilla ja sykleillä.

Viisi kappaletta on myös leikattava siisteiksi ja jätteet on poistettava.

2. Raportointi

a. Havainnot – mittaukset

Tarkista kappaleen toimivuus, mittasuhteet ja tekniset ominaisuudet.

Tarkista kappaleen paksuudet ohjeiden mukaisesti.

Tarkista spesifikaatioiden mukaan muut mahdolliset kohdat

b. Kirjallinen yhteenveto

Kommentoi työskentelyäsi

Kommentoi työvaiheissa edistymistäsi oikeiden asetusten saamisessa ja esitä optimaaliset parametrit

3. Lopuksi

a. Koneen ympäristön siisteys

Koneen on oltava puhdas, kaikki ylimääräinen pois.

Raaka-aine on varastoitu oikein.

Lämmityslaite on sammutettu.

b. Optimaaliset arvot

Kirjaa kaikkien asetusten arvot paikalliseen dokumenttiin.

Aihe 7:

Tyyny-mäntä avusteinen tyhjiö-/ylipainemuovaus - naaras

Taitojen kehittäminen käytännön harjoituksissa

Materiaali

- muovauslaite
- muotti
- muovimateriaali
- levyn/kalvon mitoitus

Tavoitteet

Osaaminen

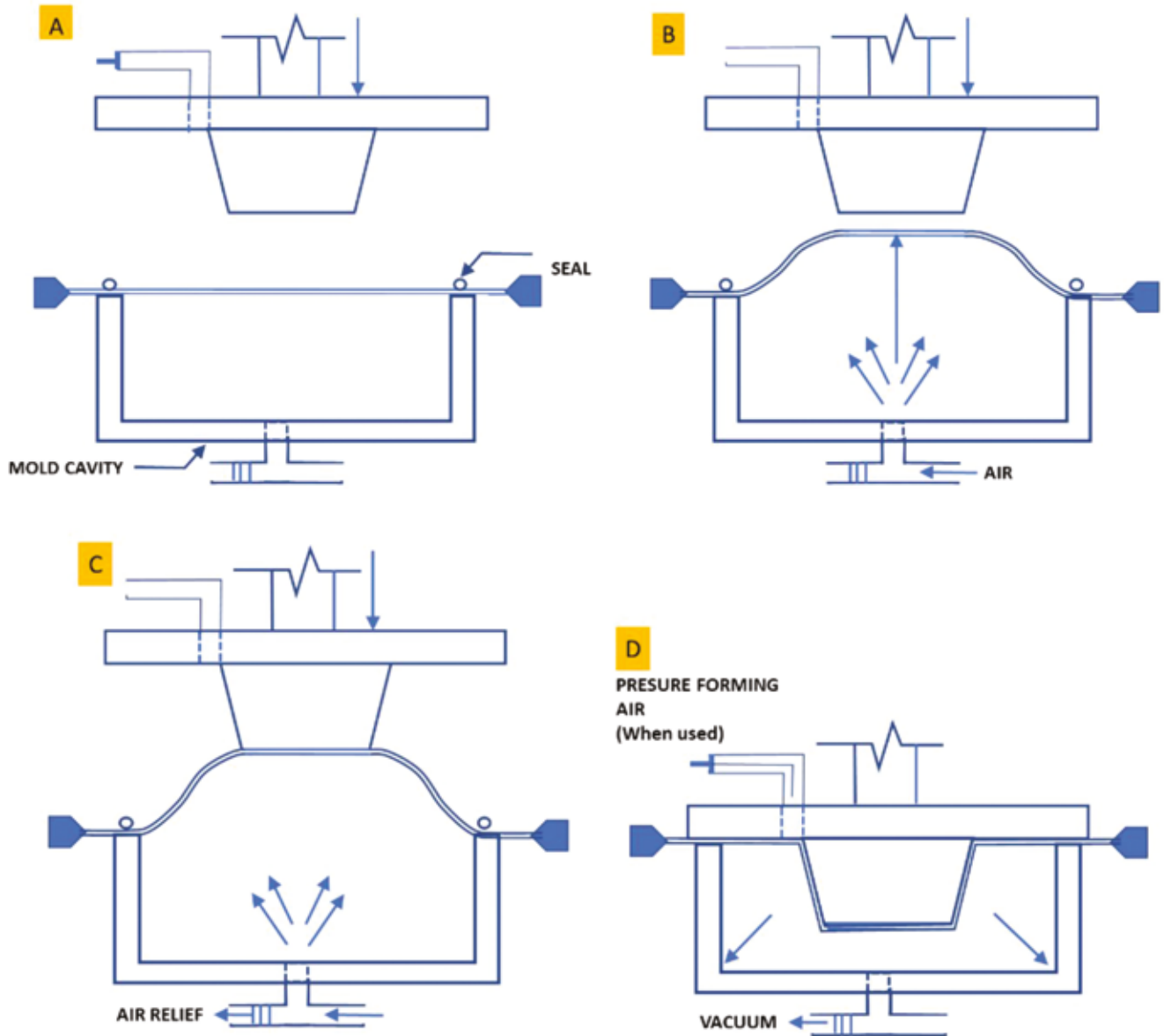
- työkalujen asettaminen
- koneen säädöt
- lämpömuovauksen aloittaminen ja kappaleiden valmistelu

Harjoitus 7:

Kuinka koota työkalut, asentaa ja käynnistää tuotantoon tyyny-mäntä asusteinen tyhjiö- / ylipainemuovauskone?

Työn kuvaus

Sen jälkeen kun muovilevy on lämmitetty ja kiinnitetty muottiin (naarasontelo) , ilma syötetään muotin onteloon puhaltamaan kuplan, joka venyttää materiaalin tasaisesti. Tämän kuplan korkeutta ohjataan usein sähköisellä silmällä. Sitten karkeasti muotin ontelon muotoinen mäntä painetaan kuplaan. Kun mäntä on saavuttanut alimman asentonsa, muotin puolelle vedetään tyhjiö muodon loppuunsaattamiseksi. Joissakin tapauksissa käytetään myös tässä prosessissa paineilmaa, joka syötetään tulpan kautta painamaan muovia muottia vasten.



1. Työvaiheet

a. Työaseman valmistelu

Varmista, että kaikkia työterveyttä ja -turvallisuutta koskevia sääntöjä ja menettelyjä noudatetaan (henkilösuojaimet, liikkeet ja asenne, standardit jne.)

Mitä konetta käytät? (muotin tyyppi, merkki, tärkeimmät tekniset ominaisuudet)

Mikä on muotoiltava materiaali?

Mitä työkaluja käytät?

Onko työskentelyalueella tarpeeksi tilaa raaka-aineille ja tarvikkeille lämpömuovauksen jälkeen?

b. Lämpömuovauslaitteen lämmitys

Onko sinulla ohjeita laitteen asetuksista?

Mikä on muovauslämpötila?

Mitkä ovat jäähtymisajat?

c. Aloitus

Aseta ensimmäinen raaka-ainearkki.

Tarkista oikea lämmityslämpötila.

Käynnistä kone ensimmäistä osaa varten

d. Kappaleen lämpömuovaus

Tarkista ensimmäisen osan laatu ja muuta asetuksia tarvittaessa.

Valmista 5 hyvää kappaletta samoilla asetuksilla ja sykleillä.

Viisi kappaletta on myös leikattava siisteiksi ja jätteet on poistettava.

2. Raportointi**a. Havainnot – mittaukset**

Tarkista kappaleen toimivuus, mittasuhteet ja tekniset ominaisuudet.

Tarkista kappaleen paksuudet ohjeiden mukaisesti.

Tarkista spesifikaatioiden mukaan muut mahdolliset kohdat

b. Kirjallinen yhteenveto

Kommentoi työskentelyäsi

Kommentoi työvaiheissa edistymistäsi oikeiden asetusten saamisessa ja esitä optimaaliset parametrit

3. Lopuksi**a. Koneen ympäristön siisteys**

Koneen on oltava puhdas, kaikki ylimääräinen pois.

Raaka-aine on varastoitu oikein.

Lämmityslaite on sammutettu.

b. Optimaaliset arvot

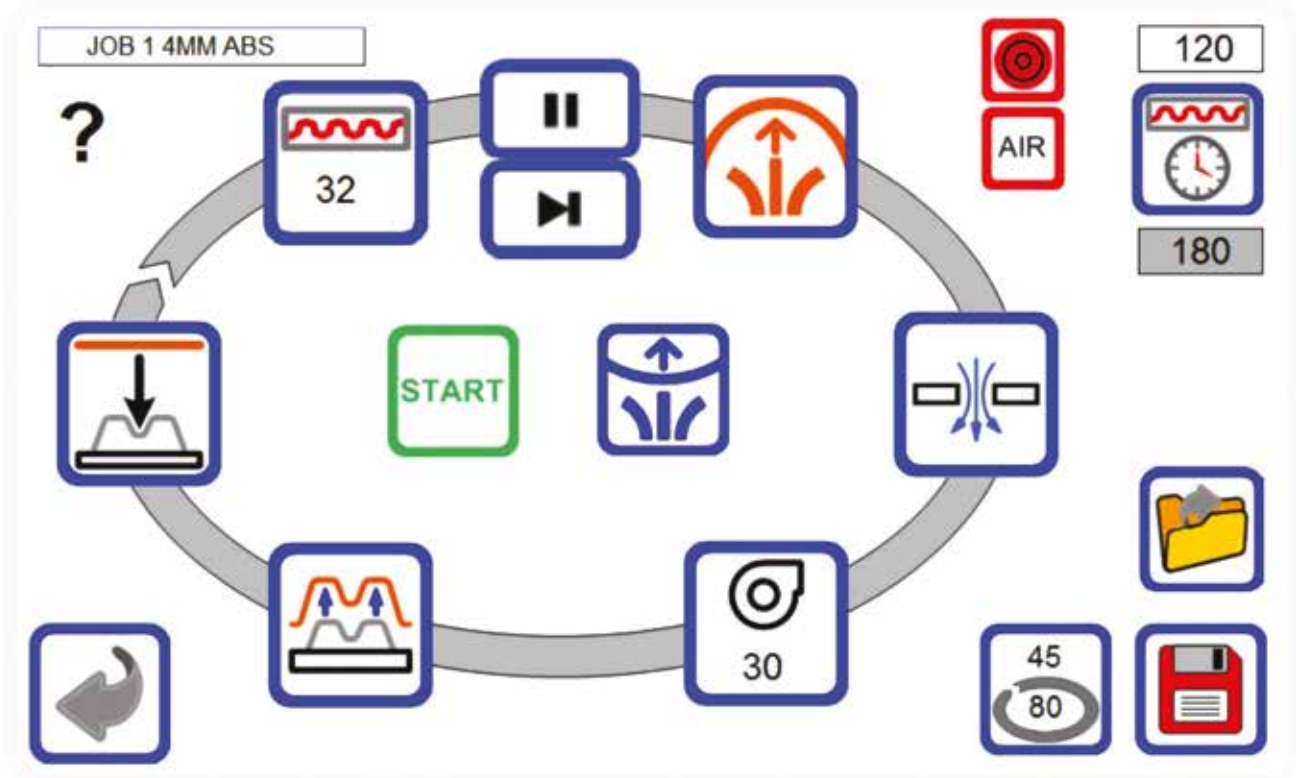
Kirjaa kaikkien asetusten arvot paikalliseen dokumenttiin.

Kappale 5: Työstömenetelmiä

Yhdistä valmistusmenetelmiin liittyvät hyvät käytänteet

Lämpömuovauskoneen näytössä puoliautomaattinen jakso:

Miten puoliautomaattinen sykli toteutetaan?










Manuaalinen

Kun muotti on sijoitettu oikein muottipöydälle, voidaan yrittää manuaalista jaksoa.

Manuaalinen levyn kiinnitys

Aseta muovilevy muokkausalueen päälle ja varmista, että materiaali peittää ylärungon tiivisteiden kokonaan. Kun kiinnityskehys on muovin päällä oikein, purista molempia kiinnittämiä samanaikaisesti kuvattulla tavalla. Seuraavassa kuvataan kuvakkeiden toiminnot muovin kiinnityksen jälkeen.

Lämmitys	
	<p>Paina lämmitinkuvaketta, jolloin lämmitin ajaa eteenpäin muovin yli ja pysähtyy automaattisesti, kun eturajakytin laukeaa. Muovilevyn lämmitys voidaan tarkistaa painamalla lämmitinkuvaketta lähettääksesi lämmittimet hetkeksi taakse.</p>
Automaattivaihe	
	<p>Jos muovi on notkahtaa eikä kuumene tasaisesti, etsi alueelle lämmitysvaihtoehtoja. Jos muovilevy putoaa, voi kammioon puhaltaa lyhyitä ilmapurkauksia lämmitetyn muovin alla, jotta muovi pysyy tasaisena.</p>
Automaattinen tyhjiö	
	<p>Jos käytössä, kokeile toimintoa ennen varsinaisen työtä testi levyllä.</p>
Esivenytys	
	<p>Korkeaa kappaletta saatetaan joutua esivenyttämään ennen sen asettamista muotin päälle. To do this press the pre-stretch button when the heater is in the back position.</p>
Muovaus	
	<p>Lämmitys poistetaan. Tyhjiö muodostetaan aluksi pumppaamalla tyhjiötä pois päälle. Lopuksi tyhjiö pidetään, kunnes kappale on ottanut muodon.</p>
Jäähdytys ja vapautus	
	<p>Asetetun ajan kulutta jäähdytys käynnistyy. Kun muovi on jäähtynyt riittävästi se poistetaan muotista.</p>
	<p>Muovaus päättyy, muottipöytä lasketaan alas ja kehys vapautetaan.</p>

Suosittelut vähimmäistarkastukset, jotka käyttäjän tulisi tehdä

Käyttäjän suorittamat säännölliset tarkastukset ovat hyvä tapa tunnistaa ongelmat ja varmistaa, että koneet ovat turvallisia käyttää. On suositeltavaa, että käyttäjän tarkastukset suoritetaan säännöllisin väliajoin, ehdotuksena päivittäin tai aina muotin vaihdon jälkeen.

Vastauksena täytyy olla kyllä tai muussa tapauksessa tulee ryhtyä toimenpiteisiin	Kyllä	Ei
Ovatko kaikki kiinteät ja lukolliset suojukset paikoillaan, hyvässä kunnossa ja turvallisia?		
Onko kaikki lukituslaitteet kohdistettu oikein ja kiinnitetty kunnolla suojuksiin?		
Pysäyttääkö lukitun suojuksen avaaminen välittömästi suojaamansa osat?		
Kun lukittu suoja on auki, pysyvätkö kaikki vaaraa aiheuttavat osat paikallaan, jos käynnistysohjainta painetaan?		
Aikaviiveellä varustetut lukitukset, estävätkö ne pääsyn, kunnes vaaraa aiheuttavien osien pyöriminen on pysähtynyt?		
Pidetäänkö kiinteitä suojuksia paikoillaan kiinnikkeillä, jotka vaativat työkalun niiden irrottamiseksi?		
Jos paineen tunnistus matot on asennettu, toimiiko maton osoitin, kun matolle astutaan?		
Toimivatko kaikki laukaisulaitteet oikein?		
Onko kaikki ohjausyksikön kotelot suljettu, lukittu ja avaimet poistettu?		
Jos koneessa on kaksikäsittoisuus, onko molempia painikkeita painettava yhtä aikaa, jotta kone toimisi?		
Missä pito-ohjaimet ovat käytettävissä, jos vapautat painikkeen, pysähtyykö kone?		
Onko säädettävät suojukset asennettu oikein, jos ne on asennettu?		
Ovatko turvalaitteet, lukot ja suojukset alkuperäisiä, onko dokumenttia, jos niitä on muutettu?		
Palaako lämmitin lepo- tai taka-asentoonsa, kun suojuksen lukitus avataan?		
Jos käytössä on sähköherkkä verho, aiheuttaako testikappaleen rikkoma verho koneen ollessa levossa indikaattorin tilanvaihtoa?		
Jos sitä vaaditaan, onko jokaiselle koneelle helposti saatavilla käytön esto?		

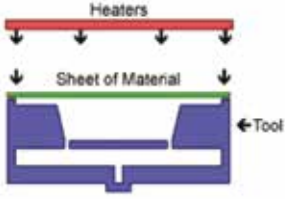
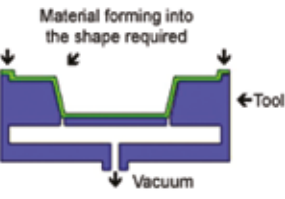
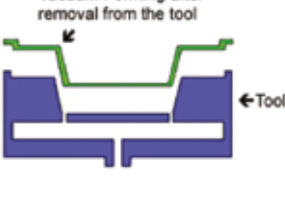
Lämpömuovauskoneen huolto ja kunnossapito:

Tarkastus / Varmistus	päivittäin	viikoittain	per kk	vuosittain
Ilmanpaine asetettu arvoon 7 bar	X			
Tarkkaile ilmavuotoja	X			
Tarkista muottipöydän ja kiinnitysrungon tiivisteiden eheys	X			
Testaa hätäpysäytys	X			
Pihti-, pöytä- ja lämmitinantureiden / kytkinten näkyvä tila	X			
Laitteiden ympärillä olevan yleisen työympäristön yleinen turvallisuus ja siivous	X			
Kiinnityskehysten säätö materiaalista riippuen	vaaditusti			
Monitori pyrometrin koostumusta (vaihtoehto)		vaaditusti		
Tarkista kiinnitys ja pöydän silikonitiivisteet		X		
Tarkista lämmityselementit vaurioiden varalta			X	
Tarkista lämmittimen käyttölaitteiden kunto			X	X
Vaihda / puhdista tyhjiöpumpun suodatus			X	X
Tyhjennä tyhjiösäiliö				X
Voitele tärkeimmät mekaaniset kokoonpanot			X	X
Tarkasta pneumaattinen järjestelmä				X
Puhdista automaattisen tason anturin optiikka				X
Tarkista puhallinyksiköiden turvallisuus		X	X	X
Täysi Formech-palvelurutiini - riippuu käytöstä				X

Kappale 6: Muistilista

Ankkuroi edellisissä kohdissa hankittu tieto

Tyhjiömuovauksen päätyövaiheet

 <p>The diagram shows a cross-section of a vacuum forming setup. At the top, a red bar labeled 'Heaters' has three downward-pointing arrows. Below it is a green horizontal line labeled 'Sheet of Material'. Underneath the sheet is a blue mold labeled 'Tool' with a central cavity. Arrows point down from the heaters to the sheet, and from the sheet to the tool.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Työkalu/muotti asetetaan koneeseen ja lämmitetään. 2. Muovimateriaali, rullana tai arkina, ladataan materiaalilinieseen. Materiaalin pituus ja leveys ovat suuremmat kuin valmiin osan 3. Lämmittimet, jotka sijaitsevat levyn yläpuolella, lämmittävät alipaineen muodostavaa materiaalilevyaihiota, kunnes se pehmenee. Pehmennetty aihio suljetaan sitten työkalun kannelle. Joissakin tapauksissa alipaineilma venyttää materiaalia parantaakseen seinämien paksuuden tasaisuuden takia.
 <p>The diagram shows the material being pulled into the mold. The green sheet is now curved downwards into the blue mold's cavity. A label 'Material forming into the shape required' is above the sheet. A label 'Vacuum' is at the bottom with a downward arrow. The 'Tool' label is on the right.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 4. Automaattinen vaatuslaite tukee pehmennettyä materiaalilevyä ilmalla. Aihion ja työkalun/muotin väliin vedetään tyhjiö materiaalin saattamiseksi työkalun pintaa vasten. Alipainemuodostuksessa ilmataskun estämiseksi, kun tyhjiö vedetään, voidaan saattaa ylipaine materiaalin muulle kuin työkalupuolelle materiaalin pakottamiseksi työkalun pintaa vasten. 5. Muotti nostetaan muovilevyn pintaan ja muodostetaan tyhjiö vetämään muovilevy muotin pintaan saamaan muodon.
 <p>The diagram shows the finished part being removed. The green sheet is now fully formed into the shape of the blue mold. A label 'Vacuum Forming after removal from the tool' is above the sheet. The 'Tool' label is on the right.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 6. Muovi jäädytetään ja se kovettuu. <ul style="list-style-type: none"> • Näin muovattu kappale, joka on vielä kiinni kehyksessä, poistetaan laitteesta. • Kiinnityskehys vapautuu (avautuu) osan poistamista varten.

Tarkista tuotteen piirustuksesta:

1. Mitat
2. Tekniset vaatimukset
3. Varmista, että kappaleen suunnitelmassa on huomioitu seuraavia lämpömuovaussääntöjä

Pyöritykset ja päästökulmat

Tyhjiömuovausprosessin suunnittelussa on lisättävä osien kaikkiin sivuihin syväyskulmat helpottamaan muoviosien poistamista työkalusta, kun ne on muodostettu.

 <p>female mould draft angle = 5°</p> <p>male mould draft angle > 3°</p>	<p>Urosmuotin yli lisätään vähintään 3 asteen vetokulmat, mutta naarasmuotin yli lisätään vähintään 5 asteen vetokulmat. Taskulokeroihin on myös lisättävä samat vetokulmat jokaisen taskun molemmille puolille.</p>
 <p>75%</p> <p>too deep</p>	<p>Vetosyvyys</p> <p>Tyhjiömuovattujen lokeroiden tai taskuosien kohdalla varmistaa, että taskusyvyys on enintään 75% taskun yläosan pienimmästä leveydestä. Muuten materiaali venyy liian pitkälle tyhjiömuodostustyökalun yli aiheuttaen liiallista ohenemista ja heikkoja taskuja.</p>
 <p>Direction of removal</p> <p>non-removable undercut</p> <p>Direction of removal</p> <p>removable undercut</p>	<p>Vastapäästö</p> <p>Yritä välttää alaleikkauksia aina kun mahdollista, koska alaleikkauksia sisältäviä osia on vaikea tai mahdotonta poistaa muotista muovauksen jälkeen.</p> <p>Kuitenkin on mahdollista tyhjiöllä hallita muodonmuutokset, jos osassa on toisessa päässä alaleikkaus, mutta toisessa päässä sama kulma, niin että osan poisto muotista on yhtä suuri tai suurempi kuin alaleikkaus (katso kuvaa).</p>

Yleisimmät muovit ja arvioitu lämmitys aika eri paksuuksille

Muovi	Paksuus mm	Aika s	Muovi	Paksuus mm	Aika s
ABS	1	40	PA	1	40
	1,5	60		1,5	60
	2	80		2	80
	3	120		3	120
	4	140		4	160
HIPS	1	30	PP	1	50
	1,5	45		1,5	75
	2	60		2	100
	3	90		3	150
	4	120		4	200
PC	1	60	PS	1	30
	1,5	90		1,5	45
	2	120		2	60
	3	180		3	90
	4	240		4	120
PE	1	50	PVC	1	30
	1.5	75		1,5	45
	2	100		2	60
	3	150		3	90
	4	200		4	120
PETG	1	30			
	1.5	45			
	2	60			
	3	90			
	4	120			

Kuusi yleistä lämpömuovauslaadun ongelmaa, jotka johtuvat väärästä ja huonosta työkalusta:

	Laatupuute	Aiheuttaja	Vaikutus
1	Vääntö	Virheellinen lämpötilasäädely työkalun suunnittelu ja valmistus	Muovimateriaalin pinta-alan epätasainen lämmitys ja jäähditys
2	Mittojen epäjohtonmukaisuudet	Lämpötilaohjattu työkalujen virheellinen suunnittelu ja valmistus	Kun muotti on jatkuvassa tuotannossa, lämpötila ei ole tasainen osien erissä, mikä johtaa epäjohtonmukaiseen kutistumiseen
3	Kappaleen paksuuden epäjohtonmukaisuudet	Riittämätön ja / tai virheellinen tyhjiönpoisto työkalun suunnittelussa ja valmistuksessa	Koska osa muodostuu muotin päälle, epäjohtonmukainen tai riittämätön tuuletus johtaa paksuuden epäjohtonmukaisuuksiin
4	Yksityiskohtien puuttuminen osageometriassa ja estetiikassa	Riittämätön ja / tai virheellinen tyhjiönpoisto työkalun suunnittelussa ja valmistuksessa	Koska osa on muodostettu muotin päälle, epäjohtonmukainen tai riittämätön tuuletus geometrian tai esteettisen muotoilun alueilla ei tuota toivottua tulosta
5	Pintakäsittelyn laatu (tekstuurin ja kiillon vaihtelu)	Työkalumateriaalin virheellinen valinta ja / tai riittämätön työkalun pintakäsittely	Työkalun pinnan huokoisuus ja / tai pintakäsittely voi johtaa ei-toivottuun pintarakenteen, kuopan tai kiillon pienenemiseen
6	Jäähtymisjäljet	Riittämätön ja / tai virheellinen tyhjiön tuuletus ja lämpötilan säätö työkalun suunnittelussa ja valmistuksessa	Muovipinnan aaltoilevia aaltoilemia esiintyy loukkuun jääneen ilman ja epäyhtenäisen materiaali-jäähdytyksen vuoksi

	ABS	HIPS	Poly-karbonaatti	LDPE, HDPE	PMMA	PP	PVC
Muovautuvuus	hyvä	erinomainen	hyvä	huono	huono	huono	hyvä
Lujuus	suuri	keskin-kertainen	hyvä	hyvä	keskin-kertainen	erinomainen	hyvä
Kutistuma-%	0,3-0,8	0,3-0,5	0,6-0,8	1,6-3,5	0,3-0,8	1,5-2,2	0,3-0,7
Kirkkaus	ei	kyllä	kyllä	läpikuultava	kyllä	läpikuultava	kyllä
Värit	kaikki	kaikki	läpikuultava ja yksivärinen	useita	yksivärinen	muutamia	muutamia
Hinta	keskin-kertainen	keskin-kertainen	korkea	alhainen	korkea	alhainen	alhainen

Kappale 7: Harjoituksia

(voidaan myös käyttää arvioinnissa)

Tavoitteena on kehittää taitoja ja ammatillista osaamista

Aihe 1

Harjoitus 1:

Kysymyksiä:

1. Kumpaa menetelmää mielestäsi on käytetty, positiivista vai negatiivista?
2. Kumpi tuotteen pinnoista on kiiltävämpi?



Source: www.thermoformage-gerber.com

Aihe 2

Harjoitus 2:

Kirjoita kronologisessa järjestyksessä lämpömuovauksen työvaiheet, myös säkin muodostus, yksi vaihe kullekin riville:

Aihe 3

Harjoitus 3:

paksusta ABS-levystä valmistettu 250 korkea kappale negatiivisella muotilla

Vastaa taulukon avulla.

Kysymykset:

Millaisia lämpötiloja on käytössä	
Mikä olisi oletuksena tarvittavasta lämmitysajasta?	
Mikä toiminto on suoritettava prosessisyklissä, jotta kappaleeseen saadaan vakiopaksuus?	

Lämpömuovauksen ohjearvojen taulukko

		HIPS	ABS
Lämpötila levyn pinnalta mitattuna *	Tavoite	135	165
	Maksimi	180	220
	Minimi	95	110
Suurin lämmitysnopeus (sekuntia/mm)		20	30
	2-puolinen	30	30
Ero koneen ja levyn yläpuolen välillä (mm)	1-puolinen	150-300	150-300
Ero koneen ja levyn alapuolen välillä (mm)		300-450	300-450

Polymer	Acronym	Density	Tensile strength	Young's modulus	Transparency	Linear thermal expansion	Specific heat	Operating temperature at steady state		Softening temperature	Field of crystalline fusion	Pre-drying of the sheets 1,5 – 2,0 mm	Forming temperature measured at the surface of the sheet	
								Min	Max				Compressed air	Vacuum
		g/cm ³	N/mm ²	N/mm ²	+/-	10 ⁻⁴ /°C	kJ/kgK	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Polystyrene	PS	1,05	55	3350	+	75	0,01	-10	+70	80	-	-	120-150	165-190
High Impact Polystyrene	HIPS	1,05	32	2150	-(+)	70	0,01	-40	+70	80	-	-	120-160	150-200
Styrene-Butadiene	SBS	1,03	31	1800	+	90	0,01	-20	+70	90	-	-	115-125	140-170
Oriented Polystyrene	OPS	1,05	57	3200	++	70	0,01	-60	+79	99	-	-	115	115
Acrylonitrile-Butadiene-Styrene	ABS	1,05	50	2500	+	90	0,01	-45	+85	100	-	75	130-160	160-220
Acrylonitrile-Styrene-Acrylester	ASA	1,07	36	2050	-	95	0,01	-40	+75	90	-	85	120-160	160-190
Styrene acrylonitrile	SAN	1,08	73	3700	+	80	0,01	-20	+80	95	-	-	135-170	165-190
Rigid polychloride vinyl	PVC-U	1,39	58	2900	+	75	0,01		+65	90	-		120-140	155-200
High Density Polyethylene	HDPE	0,95	28	1100	-	200	2,1 / 2,7	-50	+95	105	125+15		140-170	170-200
Polypropylene	PP	0,92	30	1200	-(+)	150	0,02	0(-30)	+110	140	158+10		150-165	160-200
Extruded Methyl Methacrylate	PMMA	1,18	72	3300	+	70	0,01	-40	+70	95	-	70	140-160	160-190
Cross-linked Polymethyl Methacrylate	PMMA (g)	1,18	80	3300	+	70	0,02	-40	+80	100	-		140-170	170-200
Polyacetal	POM	1,41	66	3000	-	100	0,02	-40	+100	120	-		145-170	170-180
Polycarbonate	PC	1,2	61	2300	+	65	0,01	-100	+130	150	-	100	150-180	180-220
Polyester Carbonate (PAR)	(PAR)	1,2	66	2300	+	72	0,01	-40	+145	170	-	110	180-210	210-235
Polyphenylester (Noryl)	PPE	1,08	55	2450	-	70	0,01	-30	+80	120	-		180-230	200-250
Polyamide 12	PA12	1,02	60	1600	-	150	0,02	-70	+80	150	175+10	80	160-180	170-180
Amorphous Polyethylene Terephthalate	PETG	1,27	49	1720	+	51	0,01		+63	82	-		100-120	110-190
Amorphous Polyethylene Terephthalate	APET	1,34	30	2200	+	80	0,01	-40	+70	86	-	65	100-120	110-120
Crystalline Polyethylene Terephthalate	CPET	1,37	47	2600	-	70	0,01	-20	+220	86	255+3		130-145	
Polysulfone	PSU	1,24	80	2650	+	56	0,01	-70	+150	178	-	120	210-230	220-250
Polyethersulfone	PES	1,37	80	3000	+	55	0,01		+180	220	-	180	230-270	265-290
Polyphenyl sulfide	PPS	1,62	125	12000	-	29	0,01		+240	260	280+8		260-270	250-275
Polyacrylonitrile (ex Barelx)	A / MA	1,15	56	2450	+	66	0,02	-200	+70	88	-		135-150	160-220
Cellulosis Acetate	CA	1,28	37	1800	+	110	0,02	-40	+80	98	-	65	145-170	165-180
Cellulosis Di-Acetate	CdA	1,27	40	1000	+			-20	+60	70	-	60	115-130	120-140
Cellulosis Acetobutyrate	CAB	1,18	26	1600	+	120	0,02	-40	+60	10	-	90	140-170	170-200
Polyvinylidene fluoride	PVDF	1,78	43	1500	-	120	0,01	-40	+120	150	170+8		170-200	170-240
Polyetherimide (ex Ultem)	PEI	1,27	105	2800	-	56			+170	215	-	150 (4H/mm)	230-290	240-330

Aihe 4

ABS-materiaalista kappale, yleisimpänä virheenä havaitaan: halkeamien muodostuminen lämpömuovauksen jälkeen.

Kysymys:

Liitetaulukoita apuna käyttämällä selvitä useita virheisiin vaikuttavia tekijöitä, mitä asetuksia voit muuttaa ja miksi.



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

