



Karelia-ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)

Muutoksenhallintaprosessin tarkastelu ja kehittäminen

Joose Koskimies

Opinnäytetyö, huhtikuu 2025

www.karelia.fi



OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2025
Konetekniikan koulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä(t)
Joose Koskimies

Nimeke
Muutoksenhallintaprosessin tarkastelu ja kehittäminen

Toimeksiantaja
Muottituote Group Oy Joensuu

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella Muottituote Group Oy:n, muotinvalmistus osaston muutoksenhallintaprosessia ja kehittää sitä. Opinnäytetyössä muutoksenhallinnan tarkastelu ja kehittäminen rajataan muotin suunnitteluun, suurnopeustyöstöön, kipinätyöstöön, lankasahaukseen ja kiillotukseen. Nykyisessä muutoksenhallinta prosessissa on ongelmia, jotka voivat johtaa muutoksien viivästymiseen ja virheellisiin tuotteisiin. Tällä hetkellä yrityksen yksi ongelmista on ruiskuvalumuottien valmistuksessa käytettävien tiedostojen käsittely, sekä muutoksista tiedottaminen oikeille henkilöille.

Opinnäytetyön kirjallisuuskatsauksessa perehdytään ruiskuvalumuotin valmistukseen, ruiskuvaluun ja muotin rakenteeseen, sekä osiin. Tutkimuksessa pyrittiin kehittämään muutoksenhallintaprosessia hyödyntämällä lähtötilanteessa havaittuja kehitystarpeita, aihealueeseen liittyviä aiempia tutkimuksia ja kirjallisia lähteitä.

Opinnäytetyön tuloksena laadittiin taustakartoitus sekä esitettiin konkreettisia kehitysehdotuksia muutoksenhallintaprosessin parantamiseksi. Lisäksi työssä otettiin kantaa mahdollisiin tulevaisuuden muutostarpeisiin ja esitettiin suosituksia prosessin jatkuvan kehittämisen tueksi.

Kieli
suomi

Sivuja 50
Liitteet 2
Liitesivumäärä 2

Asiasanat
muutoksenhallinta, ruiskuvalu, muotinvalmistus



THESIS
April 2025
Degree programme in Mechanical Engineering

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600 (switchboard)

Author
Joose Koskimies

Title
Review and Development of the Change Management Process

Commissioned by
Muottituote Group Oy Joensuu

Abstract

The purpose of the thesis was to review and develop the change management process in the mould manufacturing department of Muottituote Group Oy. In the thesis, the review and development of change management is limited to mould design, high-speed machining, spark machining, wire sawing and polishing. There are problems in the current change management process that can lead to delayed changes and defective products. Currently, one of the company's problems is handling the files used in injection mould manufacturing and communicating changes to the right people.

The literature review of this thesis examines injection mould manufacturing, injection moulding and mould design and parts. The study aimed to develop the change management process by utilising the development needs identified in the initial situation, previous studies related to the subject area and written sources.

The thesis resulted in a background mapping and concrete development proposals to improve the change management process. It also discussed on possible future change needs and made recommendations to support the continuous improvement of the process.

Language
Finnish

Pages 50
Appendices 2
Pages of Appendices 2

Keywords
change management, injection moulding, mould making

Sisältö

1	Johdanto	1
1.1	Tausta ja tavoitteet	1
1.2	Muottituote Group Oy	1
2	Ruiskuvalumuotin rakenne ja osat	3
2.1	Kappale muotoa tekevät osat, pesät ja keernat	4
2.2	Valujärjestelmät	5
2.3	Liikkuvat keernat muottien avautumisessa	7
2.4	Kappaleen ulostyöntö ja poisto	8
2.5	Muotin lämpötilanhallinta	10
3	Ruiskuvalu	11
3.1	Ruiskuvalun yhteys tuotemuutoksiin	11
3.2	Ruiskuvaluprosessin vaiheet	12
3.2.1	Ruiskutusvaihe	12
3.2.2	Jäähdytysvaihe	12
3.2.3	Irrotusvaihe	13
3.2.4	Ruiskuvalukone	13
4	Ruiskuvalumuotin valmistus	14
4.1	Ruiskuvalumuottien valmistuksen historia	15
4.2	Ruiskuvalumuotin valmistuksen prosessikuvaus	16
4.2.1	Ruiskuvalumuotin suunnittelu ja mallintaminen	17
4.2.2	Pehmyt koneistus	17
4.2.3	Lämpökäsittely	17
4.2.4	Tarkkuuskoneistus (suurnopeuskoneistus) ja elektrodien valmistus ..	17
4.2.5	Lankasahaus (W-EDM)	18
4.2.6	Uppokipinätyöstö (EDM)	18
4.2.7	Kiillotus	19
5	Tuotemuutokset muotinvalmistuksessa	19
5.1	Tuotemuutosten taustasyyt	20
5.2	Tuotemuutosten tyypit	21
5.2.1	Upstream-muutokset	21
5.2.2	Concurrent-muutokset	22
5.2.3	Downstream-muutokset	22
5.2.4	Hätäisen aloituksen muutokset	23
5.3	Tuotemuutosten vaikutukset muotinvalmistukseen	23
5.4	Tuotemuutosten hallinnan kehittäminen	23
5.4.1	Yhteisen prosessin tarve	24
5.4.2	Informaatiovirtojen ymmärtäminen	24
5.4.3	Tietojärjestelmien hyödyntäminen	25
6	Tuotetiedon hallinta	26
6.1	Tuotetieto muotinvalmistuksessa	27
6.2	Tuotetiedon hallinnan määritelmä ja merkitys	27
6.3	Tuotetiedonhallintajärjestelmät	28
7	Muutosten hallinta	29
7.1	Muutosten hallinnan rooli ja merkitys	30
8	ERP-järjestelmä	29
9	Muutostenhallinnan nykytila	30
9.1	Muutosten käynnistyminen	31

9.2 Kohdeyrityksen tiedonhallinta	31
9.3 Muutostenhallinnan käytännöt suunnittelussa	31
10 Muutostenhallintaprosessin kehitys	32
10.1 Dokumentoitu muutosesitys ja muutokansion käyttöönotto	32
10.1.1 Muutokansio verkkolevyllä	33
10.1.2 Muutosesitys PowerPoint – muodossa	33
10.2 Dokumentoinnin vastuut ja tallennus	34
10.3 Muutoksenhallinta ryhmä	34
10.4 PDM/PLM-järjestelmien käyttöönotto	34
11 Pohdinta	35
Lähteet	38
Liitteet	1

Liite 1 Kohdeyrityksen kansiorakenne

Liite 2 Kohdeyrityksen prosessikuvaus muutoksenhallinnasta

1 Johdanto

1.1 Tausta ja tavoitteet

Kohdeyrityksen muutoksenhallinnassa on kehitettävää. Yksi ongelmista on muutosten tiedottaminen oikeille henkilöille valmistuksessa, sekä riittävän tiedon antaminen muutosta koskevista osista valmistukseen. Erityisesti yrityksellä on ongelmia 3D-tiedostojen käsittelystä eri työvaiheissa ja vanhojen, sekä muutosta koskevien uusien 3D-tiedostojen navigoinnin välillä.

Tämän opinnäytetyön tärkeimpänä tavoitteena on tarkastella ja optimoida nykyistä muutostenhallintaprosessia muotINVALMISTUKSESSA. Työssä analysoidaan nykyisen prosessin haasteita ja kehityskohteita, sekä etsitään tehokkaita ratkaisuja muutosten sujuvampaan hallintaan. Opinnäytetyössä muutoksenhallinta prosessin kehittäminen ja optimointi rajataan asiakaslähtöisiin muutoksiin ruiskuvalumuotteihin ja niiden vaikutukseen valmistusprosesseissa.

Opinnäytetyössä pyritään tarjoamaan konkreettisia kehitysehdotuksia, jotka parantaisivat muutosten hallinnan tehokkuutta ja vähentävät muutoksen läpimenoaikaa muotINVALMISTUKSEN eri työvaiheissa. Lopullisena tavoitteena olisi luoda optimoitu ja systemaattinen muutoksenhallintamalli, joka tukisi ja tehostaisi muutosten läpimenoa muotINVALMISTUKSESSA.

1.2 Muottituote Group Oy

Muottituote Group Oy on vuonna 1973 perustettu Raumlaislähtöinen perheyritys. Yritys laajeni Joensuuhun vuonna 2010, Perlos Toolsin tiloihin, jonka toiminnan se osti. (Östman 2023.)

Vuonna 2023 yhtiössä tapahtui sukupolven vaihdos, jolloin Jouko Nurmi jatkoi yrityksen hallituksessa puheenjohtajan roolissa ja toimitusjohtajaksi siirtyi hänen poikansa Jukka Nurmi. Vuonna 2017 Joensuun tehtaanjohtajana aloittanut ja yhtiön osakkaana toiminut Tero Vanninen nimitettiin yrityksen uudeksi toimitusjohtajaksi vuonna 2023 toukokuussa. Jukka Nurmi jatkoi hallituksen puheenjohtajana sekä Rauman tehtaanjohtajan tehtävässä. Vuonna 2023 yritys

laajeni ostaessaan Rapala VMC -konsernin ja sen ruiskuvaluliiketoiminnan kokonaisuudessaan. (Östman 2023.)

2024 vuoden lopussa Joulukuussa Muottituote laajeni entisestään ostaessaan porilaisen Karhumuovin ruiskuvaluliikennetoiminnan kokonaisuudessaan. (Muottituote Group Oy, 2024.)

Muottituote Group Oy on yksi Pohjoismaiden merkittävimmistä muotinvalmistajista ja ruiskuvalutuotannon toimijoista. Yrityksellä on erittäin vankka kokemus ruiskuvalu, sekä muotinvalmistus alalta, ja se tarjoaa asiakkailleen ruiskuvalun, muottien valmistuksen sekä muottihuollon. Näiden toimintojen keskittämällä yhteen yksikköön on mahdollistanut joustavan ja tehokkaan tuotantoprosessin.

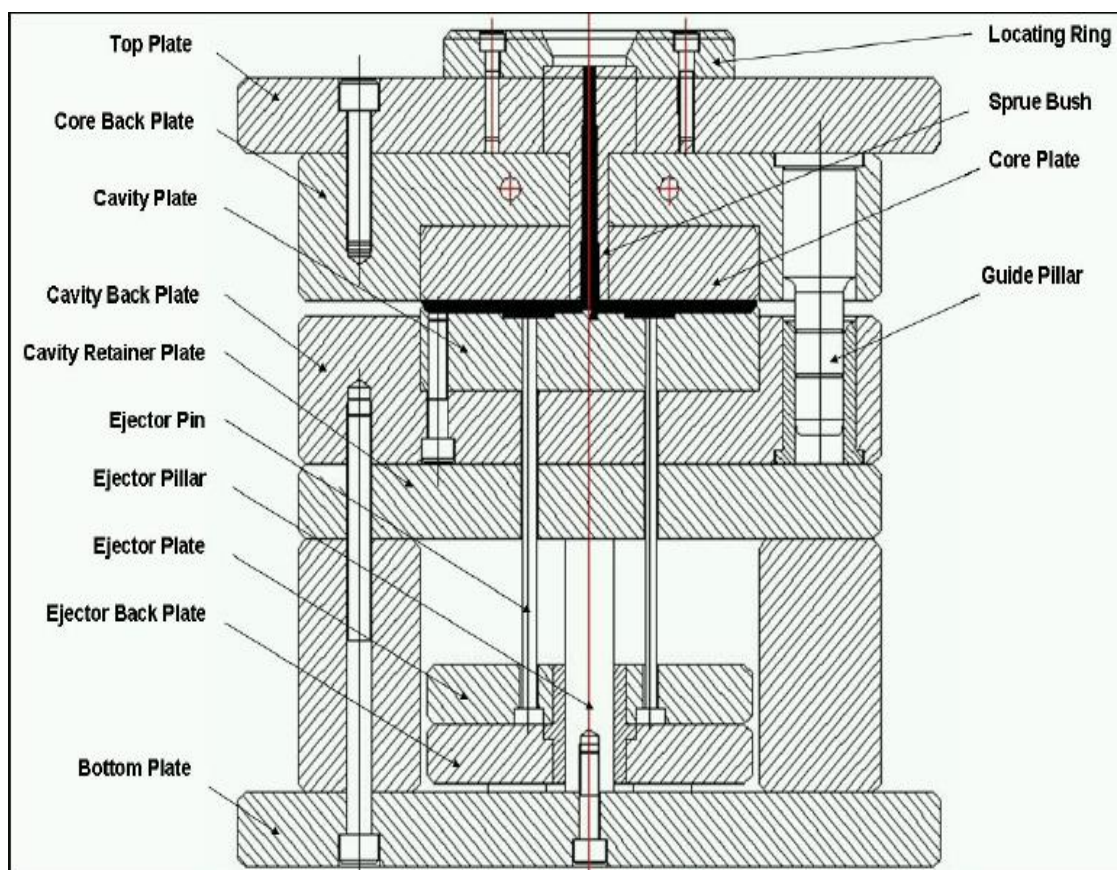
Yrityksen tuotantokapasiteetti on huomattava, sillä yrityksellä on käytössään yli 50 ruiskuvalukonetta, joiden koko vaihtelee 20-450 tonnin välillä. Lisäksi yrityksellä on kolme painevalukonetta 20 tonnin kokoluokassa. Ruiskuvaluprosessia on tehostettu merkittävästi automatisoinnin avulla, mikä mahdollistaa jaksoajan optimoinnin asiakkaiden vaatimusten mukaisesti. Osassa tuotantotiloja on käytössä puhdasteknologia, mikä mahdollistaa korkealaatuisten tuotteiden valmistuksen erityisesti lääketeollisuuden tarpeisiin (Vanninen 2024.)

Muottien valmistus, huolto ja ruiskuvalu toteutetaan Rauman ja Joensuun tehtailla, kun taas Korpilahden yksikössä keskitytään ruiskuvaluun ja painevaluun. Muottien valmistuksessa hyödynnetään nykyaikaista, pitkälle automatisoitua konekanta. Käytössä on muun muassa CNC-sorveja, 4- ja 5- akselisia CNC-jyrsinkoneita, taso- ja pyöröhiomakoneita, uppokipinäkoneita, lankasahoja sekä suurnopeusjyrsinkoneita. Valmistusprosessin mittatarkkuus varmistetaan vertaamalla tuotettuja komponentteja 3D-malleihin perustuvilla mittalaitteistoilla, mikä takaa korkean laadun ja tarkkuuden (Vanninen 2024.)

2 Ruiskuvalumuotin rakenne ja osat

Ruiskuvalumuotti koostuu useista tarkoin suunnitelluista osista, jotka yhdessä mahdollistavat muovimateriaalin muotoutumisen, jäähtymisen ja valmiin kappaleen irrottamisen (Kuvio 1). Muotin perusrakenne jaetaan kahteen pääosaan: kiinteään ja liikkuvaan puoliskoon. Kiinteä puolisko on kiinnitetty ruiskuvalukoneen suuttimeen, kun taas liikkuva puolisko liikkuu koneen avausmekanismin mukana ja sisältää usein irrotusmekanismit.

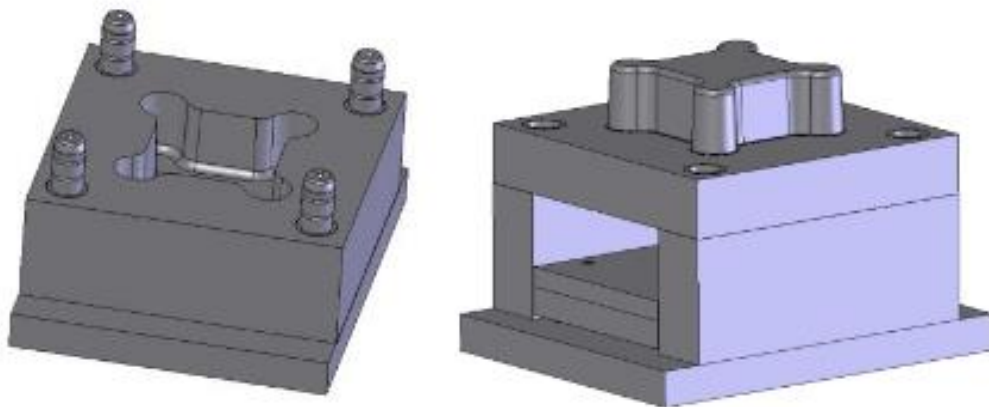
Muotin tärkein osa on pesä (cavity), joka määrittää kappaleen ulkomuodon. Pesää vasten painuu keernapuoli (core), joka muotoilee kappaleen sisäosat, kuten reiät ja syvennykset. Näiden osien väliin jäävä tila täytetään sulalla muovilla. Pesän ja keernan muotopinnat on työstetty erittäin tarkasti, jotta saavutetaan vaadittu mittatarkkuus ja pinnanlaatu. (Stoekhert & Mennig, 1998, s. 7-9).



Kuvio 1. Ruiskuvalumuotin tyypillinen rakenne. (B.Ravi)

2.1 Kappale muotoa tekevät osat, pesät ja keernat

Muotin sisällä oleva tila, johon valettava kappale muodostuu, tunnetaan muottipesänä. Tämä muottipesä jakautuu kahteen osaan: liikkuvan ja kiinteän muottipuoliskon muottilaattoihin. Muottilaattoihin tehdyt syvennykset tunnetaan pesämuotoina, kun taas niistä ulospäin suuntautuvat ulokkeet ovat keernamuotoja (Kuvio 2).



Kuvio 2. Ruiskuvalumuotin pesä ja keerna puolisko (Valuatlas, Höök 2014).

Valun aikana kappale pyrkii kutistumaan jähmettyessään ja jäähtyessään, mikä saa sen painautumaan erityisesti keernamuotojen ympärille. Tämän vuoksi kappale sijoitetaan muottiin yleensä siten, että keernamuodot ovat enimmäkseen liikkuvalla puolella ja pesämuodot kiinteällä puolella (Valuatlas, Höök, 2014).

Muotin liikkuvan ja kiinteän puolen välinen kontakti muodostaa niin sanotun jakopinnan eli jakotason. Kun käytössä oleva valumenetelmä edellyttää paineen kohdistamista muottipesässä olevaan materiaaliin, suositellaan jakopinnan olevan mahdollisimman tasainen tehokkaan sulkeutumisen varmistamiseksi (Valuatlas, Höök, 2014). Tuotemuutokset kohdistuvat muotissa pääasiassa muotoa tekeviin osiin, jotka määrittävät muovikomponentin lopullisen muodon ja mitat. Näihin kuuluvat mm. muottipesät ja keernat. Näiden osien tarkkuus, pinnanlaatu ja toiminnallisuus ovat ratkaisevia valmiin tuotteen laadun kannalta,

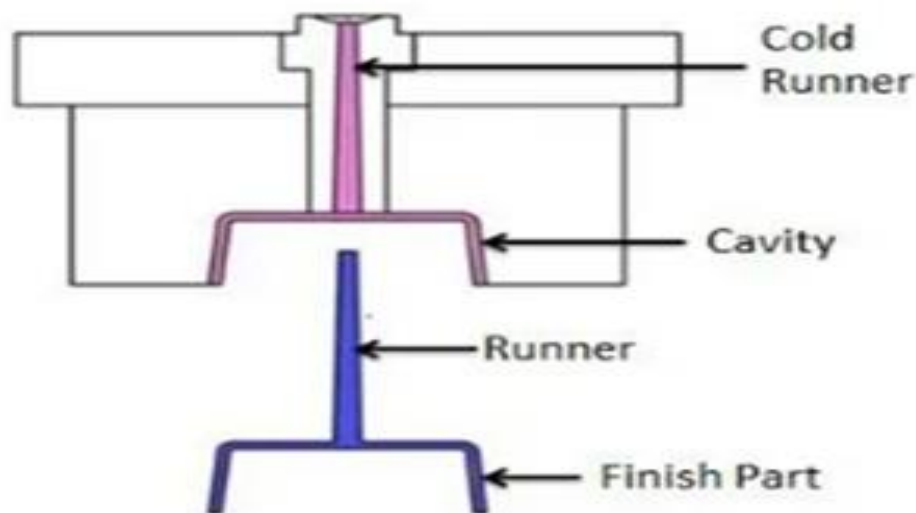
ja siksi pienetkin muutokset komponentin muodossa tai toiminnassa voivat edellyttää näiden osien uudelleentyöstöä tai vaihtoa (Borgman, 2002 s.7-8).

2.2 Valujärjestelmät

Valujärjestelmä muodostaa oleellisen osan muottirakennetta, ja sen keskeinen tehtävä on ohjata sula raaka-aine muottipesään hallitusti. Samalla sen on varmistettava, että muotista pääsevät poistumaan sekä ilma että mahdolliset reaktiokaasut. Joissain valumenetelmissä valujärjestelmä jatkaa materiaalin syöttöä vielä valun jälkeen, jotta jähmettymisen aiheuttamaa kutistumista voidaan kompensoida ja siten ehkäistä kappaleen muodonmuutoksia. Tämä ominaisuus on tyypillinen esimerkiksi ruisku-, paine- ja matalapainevalumenetelmissä (Valuatlas, Höök, 2014).

On kuitenkin olemassa valumenetelmiä, joissa valujärjestelmää ei tarvita lainkaan. Esimerkiksi ahtopuristuksessa ja puhallusmuovauksessa sulan materiaalin ohjaus tapahtuu muotin rakenteen kautta ilman erillistä kanavistoa. Siitä huolimatta suurimmassa osassa valumenetelmiä valujärjestelmä on tärkeä osa prosessia, jotta valaminen voidaan suorittaa hallitusti ja lopputuote saavuttaa vaaditun laadun (Valuatlas, Höök, 2014).

Ruiskuvalussa käytettävät valujärjestelmät voidaan luokitella kahteen päätyyppiin: kuumakanavistoihin ja kylmäkanavistoihin. Kylmäkanavisto on rakenteeltaan yksinkertaisempi ja sisältää kolme pääosaa: suuttimen, jakokanavat ja valuportin (Kuvio 3). Suutin toimii raaka-aineen ainoana kulkureittinä muottiin ja yhdistää ruiskuvalukoneen muotin jakokanaviin. Jakokanavien kautta materiaali johdetaan valuporteille, jotka ovat tarkoin mitoitettuja ja muotoiltuja aukkoja. Vaikka kylmäkanavisto sijoittuu pääosin muotin jakopinnalle, valuportti voi joissakin tilanteissa ulottua myös muottilaatan sisään (Valuatlas, Höök, 2014).



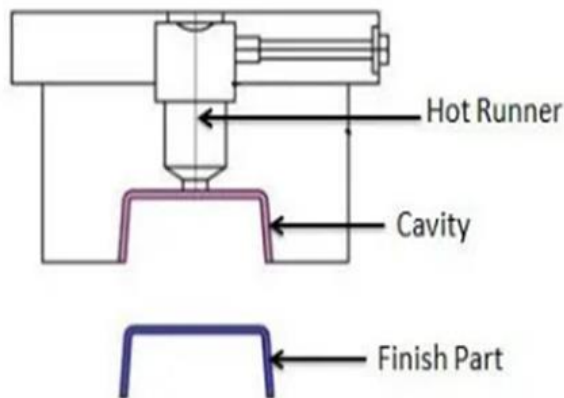
Kuvio 3. Ruiskuvalumuotin kylmäkanavisto (Nanoplas)

Kuumakanavistossa valujärjestelmä koostuu lämmitetystä jakokanavistosta, jota kutsutaan myös kuumapalkiksi tai jakopalkiksi, sekä suuttimista (Kuvio 4).

Nämä elementit sijoitetaan muotin kiinteään puoliskoon, muottilaatan sisään, siten että ne sijaitsevat muottipesien yläpuolella. Sekä kylmä- että kuumakanavistossa sula raaka-aine ohjataan muottipesään valuporttien kautta. Syöttö tapahtuu paineen avulla, joka muodostetaan valukoneen ruuvin avulla puristamalla sula muovimassa eteenpäin (Valuatlas, Höök, 2014).

Muotin ilmanpoisto toteutetaan valmistamalla ilmanpoistokanavat muottipesän vastakkaiselle puolelle nähden valuportteihin. Nämä kanavat ovat hyvin matalia koneistettuja uria, joiden korkeus on mitoitettu tarkasti niin, ettei sula raaka-aine pääse virtaamaan niihin, mutta ilma ja kaasut voivat poistua esteettä (Valuatlas, Höök, 2014).

Sulanmuovien ohjaukseen liittyvät osat eivät yleensä ole ensimmäisiä muutosten kohteita, mutta myös niihin voidaan joutua puuttumaan. Mikäli tuotemuutokset vaikuttavat virtausreitteihin tai komponentin massakeskittymään, voi muovimateriaalin käyttäytymiseen tulla muutoksia, jotka edellyttävät muoviohjauksen optimointia – esimerkiksi täyttymisongelmien tai muottiin kohdistuvien painevaihtelujen vuoksi (Borgman, 2002, s. 8).

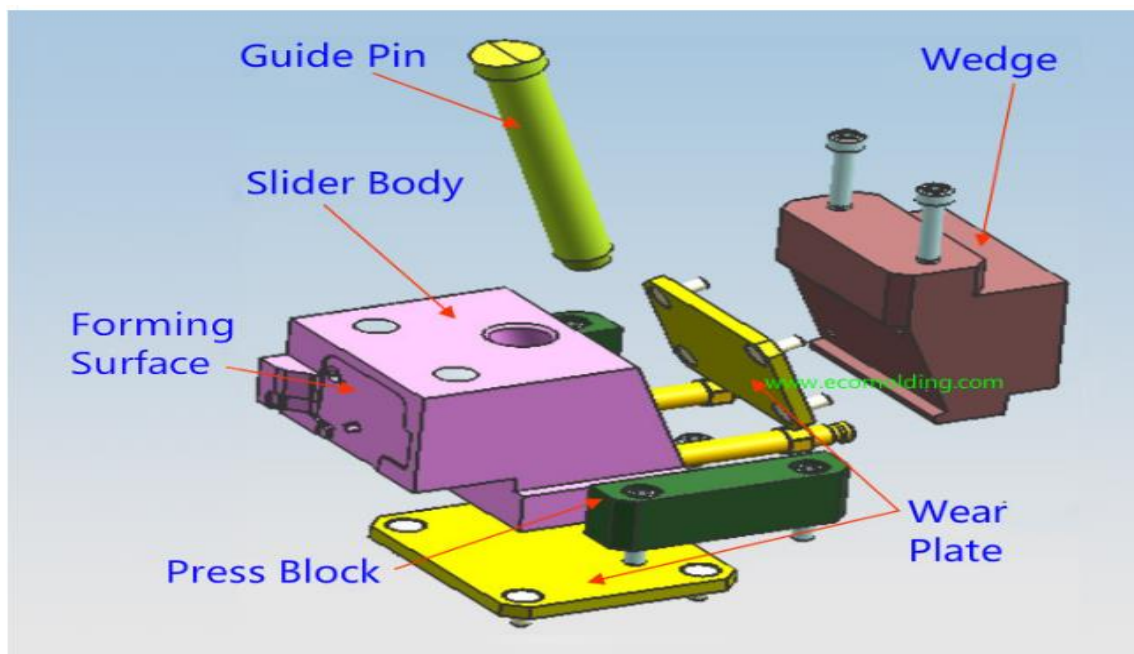


Kuvio 4. Ruiskuvalumuotin kuumakanavisto (Nanoplas).

2.3 Liikkuvat keernat muottien avautumisessa

Ruiskuvallettavien tuotteiden geometrioissa esiintyy toisinaan yksityiskohtia, jotka vaikeuttavat valmiin kappaleen irrottamista muotista tai estävät sen kokonaan. Tällaisia rakenteita kutsutaan vastapäästöiksi. Ne voivat olla esimerkiksi sivusuuntaisia tai päähän sijoittuvia reikiä tai erilaisia kiinnitysmekanismeja, kuten napsautusliitoksia, jotka pitävät kappaleen muodossaan mutta lukitsevat sen muottiin (Valuatlas, Höök, 2014).

Näissä tilanteissa muottiin lisätään erityisiä liikkuvia keernarakenteita, joiden avulla voidaan valmistaa vastapäästöllisiä muotoja ilman, että kappale jää muottiin kiinni. Näiden keernojen toiminta perustuu erilaisten ohjaus- ja liikemekanismin hyödyntämiseen. Ratkaisuvaihtoehtoina ovat esimerkiksi mekaaniset luistit, jousikuormitteiset liikkeet, supistuvat keernarakenteet, vivut sekä taittavat ulostyöntölaitteet. Yksi yleisimmistä toteutustavoista, vinotappeihin perustuva luisti mekanismi, jossa muotin avautuessa vinotappi ohjaa luistin liikkeen sivusuuntaan pois muottipesästä. Joissain tapauksissa luistien liikettä ohjataan hydraulisten tai pneumaattisten sylinterien avulla, ja nykyaikaisissa sovelluksissa käytetään myös sähköisiä ratkaisuja. Kuitenkin yksinkertaisuutensa ja toimintavarmuutensa ansiosta mekaaninen vinotappi-luisti yhdistelmä on yhä yleisin keino vastapäästöjen hallintaan ruiskuvalussa (Kuvio 5). (Valuatlas, Höök, 2014).

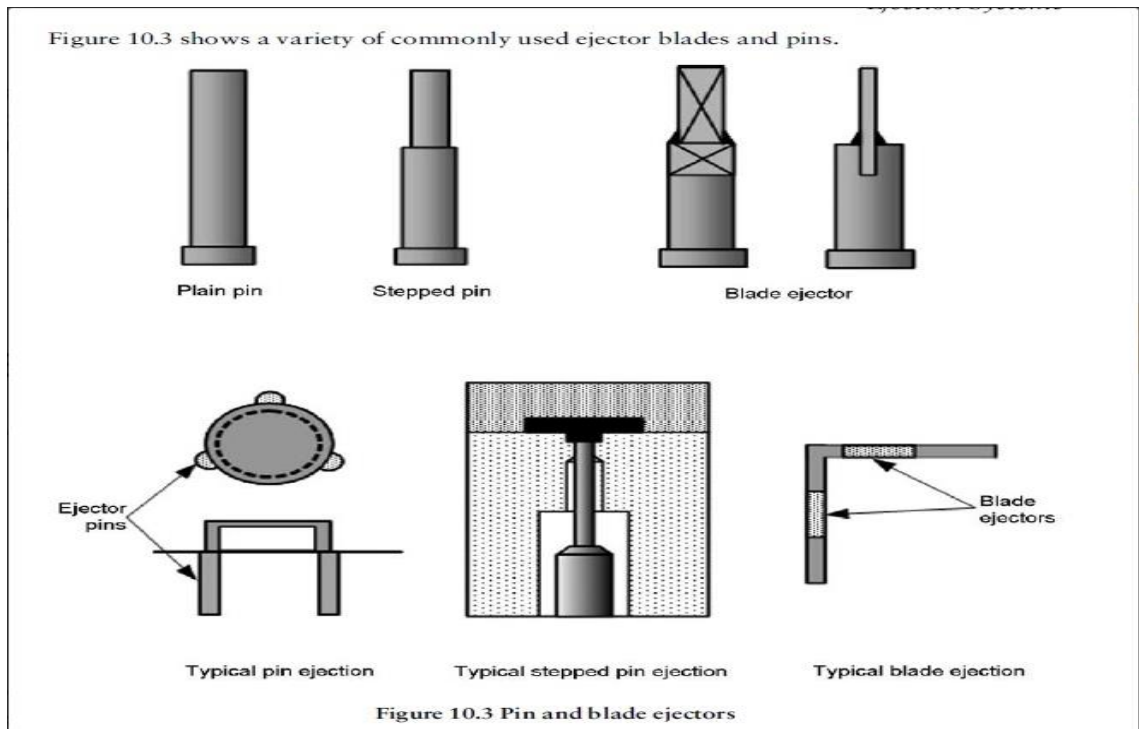


Kuvio 5. Mekaaninen luisti paketti ruiskuvalumuotissa. (Injection mould,2019).

2.4 Kappaleen ulostyöntö ja poisto

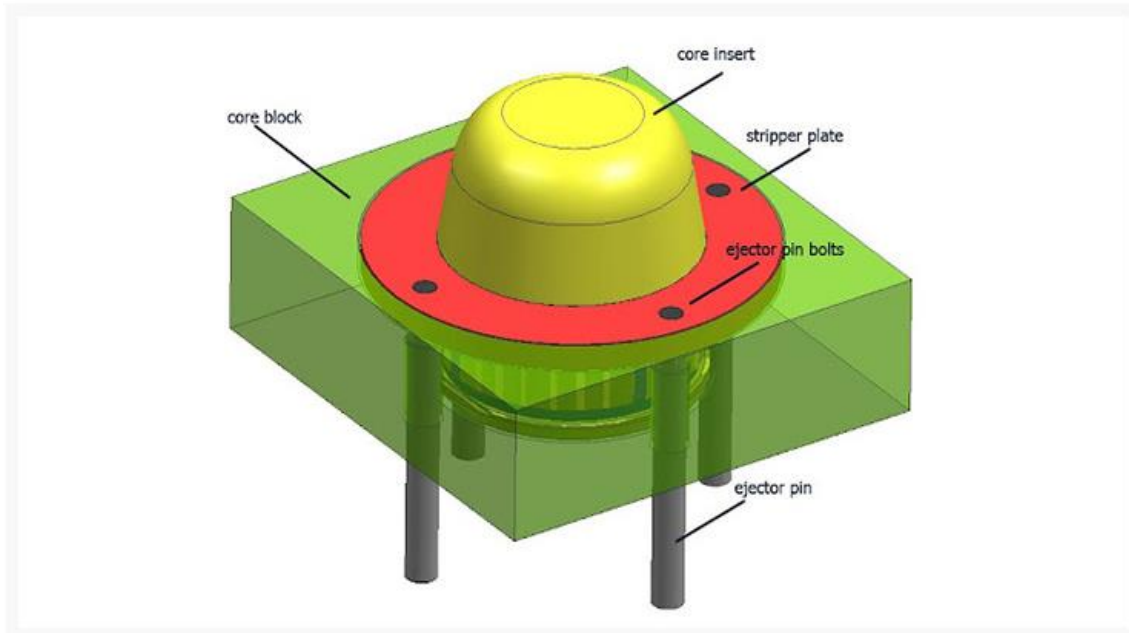
Ruiskuvaluprosessissa ulostyöntöjärjestelmä on tärkeä osa valmiin tuotteen irrottamisen ruiskuvalumuotista. Yksi yksinkertaisimmista ja kustannustehokkaimmista ratkaisuista on tappi ulostyöntöjärjestelmä (Kuvio 6), jossa muotin sisään sijoitetut tapit työntyvät ulos valettavan kappaleen kanssa. (immould.com)

Vaikka järjestelmä on hyvin yksinkertainen, sen soveltuvuus riippuu täysin valmistettavan tuotteen rakenteesta ja vaadituista pinnanlaaduista. Erityisesti pienet ja ohuet tuotteet voivat kärsiä käyttäessä tätä menetelmää varsinkin jos ulostyöntö ei tapahdu tasaisesti. Siksi tappi järjestelmää käyttäessä tulee kiinnittää huomiota muotin suunnitteluun sekä siihen, mihin kohtiin ulostyöntö tapit sijoitetaan. (immould.com)



Kuvio 6. Ruiskuvalumuotissa ulostyöntöä varten käytettävä tappi (immould.com)

Levyulostyöntö järjestelmä (Kuvio 7) toimii työntämällä valettu kappale irti muotista jäähtymisen jälkeen. Tämä järjestelmä soveltaa kappaleen geometriaa esimerkiksi ottamalla kosketuspinnan valmiin kappaleen tasaisesta reunasta tai pohjasta. Tämän ulostyöntöjärjestelmän isoin etu on ns. puhdas irrotus, joka vähentää merkittävästi muodonmuutosten tai muiden vaurioiden tapahtumista kappaleelle ulostyöntöprosessin aikana. Kuitenkin tälläkin järjestelmällä on haittapuolensa. Merkittävin rajoite levyulostyöntöä käyttäessä on sen kuluminen käytössä. Levyulostyöntö järjestelmät ovat hyvin usein suuria ja valmistettu rasiitusta kestävästä materiaalista, jotta ne kestäisivät mahdollisimman paljon toistuvaa kontaktia. (immould.com)



Kuvio 7. Ruiskuvalumuoteissa käytettävä levy ulostyöntö.(immould.com)

2.5 Muotin lämpötilanhallinta

Ruiskuvalumuotin lämpötilanhallinta on kriittinen tekijä muotin toimivuuden ja valukappaleiden laadun kannalta. Muotin lämpötilan tarkka säätö takaa tasaisen muovimassan virtaamisen muottiin ja parantaa valukappaleen pinnanlaatua, vähentäen mahdollisia muodonmuutoksia ja muita virheitä, kuten huokoisuuksia tai jälkiä muotista. Lämpötilan hallinta vaikuttaa myös muovin jähmettymisnopeuteen, joka puolestaan vaikuttaa kappaleen tuotantonopeuteen ja laadukkuuteen (Regloplas).

Lämpötilanhallinta muotissa voidaan toteuttaa eri teknologioilla, joista yksi yleisimpiä on lämmönsiirtoaineiden, kuten veden tai öljyn, kierrätys muotissa. Lämmönsiirtoaineet virtaavat muotin kanavissa, joita hallitaan tarkasti säätöjärjestelmien avulla. Tämä prosessi mahdollistaa lämpötilan tarkan säätämisen koko muotin pinnan alueella ja takaa tasaisen lämpötilan jakautumisen (Regloplas).

Edistyneet lämpötilanhallintajärjestelmät käyttävät digitaalisia säätöjä ja antureita, jotka mahdollistavat reaaliaikaisen lämpötilan seurannan ja säätämisen. Tämä optimoi muotin jäähtymis- ja lämmityssykliä, parantaen koko prosessin tehokkuutta ja tarkkuutta. Lisäksi tarkasti säädetty lämpötila voi estää

muotin ylikuumentamisen tai jäähtymisen liiallisesti, mikä puolestaan voi estää materiaalivaurioiden syntymisen ja parantaa valukappaleen laatua (Regloplas).

3 Ruiskuvalu

Ruiskuvalu on yksi merkittävimmistä teollisista menetelmistä muovituotteiden valmistuksessa. Prosessi perustuu termoplastisten materiaalien sulattamiseen ja ruiskuttamiseen korkeapaineisesti metallimuotin sisään, jossa muovi jäähtyy ja jähmettyy haluttuun muotoon. Menetelmä tarjoaa suuren tarkkuuden, nopeuden ja toistettavuuden, mikä tekee siitä sopivan erityisesti massatuotantoon. Esimerkiksi kuluttajatuotteet, autojen komponentit ja lääketieteelliset välineet valmistetaan usein ruiskuvalutekniikalla (Stoekhert & Mennig, 1998, s.4-6).

3.1 Ruiskuvalun yhteys tuotemuutoksiin

Vaikka ruiskuvalu itsessään on teknisesti vakaa ja tehokas prosessi, se voi käytännössä aiheuttaa tai paljastaa ongelmia, jotka johtavat tuotemuutoksiin. Borgmanin (2002, s.7-8) mukaan tuotteen virheellinen muoto, muovin kutistumisesta johtuvat mittapoikkeamat, täyttymisongelmat tai mekaaninen heikkous voivat paljastua vasta ruiskuvalun ensimmäisten koeajojen yhteydessä. Tällaiset ongelmat voivat johtua esimerkiksi suunnittelussa tehdyistä oletuksista, puutteellisista valmistettavuusanalyyseistä tai tuotteen ja prosessin yhteensopivuuden puutteista. Tyypillisiä ruiskuvaluprosessiin liittyviä tuotemuutosten syitä ovat muun muassa täyttymisvirheet, kutistuma, pintahäiriöt sekä osien yhteensopivuusongelmat. Täyttymisvirheissä muotti ei täyty suunnitellusti, mikä voi johtaa komponentin epätäydelliseen muotoon. Tämä saattaa edellyttää muutoksia muotin geometriaan, kuten virtauskanavien muokkaamista. Kutistumisesta aiheutuvat mittapoikkeamat voivat puolestaan johtaa siihen, että osan mitat eivät vastaa vaatimuksia, mikä vaatii muotin säätämistä. Heikko pinnanlaatu saattaa viitata tarpeeseen muuttaa muotin pintakäsittelyä.

Tällaiset tapaukset osoittavat, että tuotemuutoksia voi syntyä myös muotin valmistuksen ja tuotannon käynnistämisen jälkeen. (Borgman, 2002, s. 7–8).

3.2 Ruiskuvaluprosessin vaiheet

Ruiskuvaluprosessi voidaan jakaa kolmeen päävaiheeseen: ruiskutus, jäähdytys ja irrotus. Kukin vaihe vaikuttaa olennaisesti tuotteen mittatarkkuuteen, pinnanlaatuun ja koko prosessin tehokkuuteen. (Stoeckhert & Mennig, 1998, s.6).

3.2.1 Ruiskutusvaihe

Tässä vaiheessa esilämmitetty termoplastinen raemateriaali on sulatettu ruuvilla varustetussa sylinterissä noin 180–300 °C:n lämpötilassa, materiaalista riippuen. Sulanut muovi ruiskutetaan nopeasti korkeapaineisesti (yleensä 50–200 MPa) suljettuun muottipesään. Ruiskutusvaiheen aikana materiaalin virtausominaisuudet, kuten viskositeetti, portin ja kanavien mitoitus sekä ruiskutusnopeus, määräävät muotin täyttymisen laadun.

Muotin täyttyminen on kriittinen vaihe, sillä mahdolliset virtausesteet, ilman poistumisen estyminen tai virheelliset lämpötilaprofiilit voivat aiheuttaa hitsauslinjoja, täyttymättömiä osia tai palamisjälkiä. Varmistamalla oikea ruiskutusnopeus ja -paine voidaan estää jäähtymisen aiheuttama ennenaikainen jähmettyminen ennen kuin pesä on täysin täyttynyt (Stoeckhert & Mennig, 1998, s.6).

3.2.2 Jäähdytysvaihe

Täytön jälkeen materiaali alkaa jäähtyä nopeasti muotin seinämiä vasten, jolloin tapahtuu jähmettyminen kiinteäksi kappaleeksi. Jäähdytysvaihe on prosessin ajallisesti pisin osa, ja sen tehokkuus vaikuttaa merkittävästi koko ruiskuvalusyklin pituuteen. Muotin sisäiset jäähdytyskanavat, niiden sijainti ja jäähdytysnesteen virtaus vaikuttavat kappaleen tasaisen jäähtymisen varmistamiseen.

Jäähdytysvaiheessa tapahtuva materiaalin kutistuminen vaikuttaa lopullisiin mittoihin. Epätasainen jäähdytys voi aiheuttaa sisäisiä jännityksiä, vääntymiä tai painaumia kappaleeseen. Tämän vuoksi jäähdytysjärjestelmän optimoitu suunnittelu on olennaista laadukkaan tuotteen aikaansaamiseksi (Stoekhert & Mennig, 1998, s.6, s.31-33).

3.2.3 Irrotusvaihe

Kun kappale on jäähtynyt riittävästi ja saavuttanut rakenteellisen jäykkyyden, muotti avataan ja kappale poistetaan sen sisäosista. Tämä tapahtuu ulostyöntöjärjestelmän avulla, joka voi koostua työntötapeista, holkeista tai levyistä. Irrotusjärjestelmän sijoittelu ja laatu vaikuttavat suuresti kappaleen irrotukseen – virheellinen tai epäonnistunut työntö voi aiheuttaa vääntymiä, pintavaurioita tai rikkoutumisia, erityisesti ohuissa tai monimutkaisissa kohdissa. (Stoekhert & Mennig, 1998, s.6).

Irrotusmekanismin täytyy toimia luotettavasti ja synkronoidusti muun koneiston kanssa, jotta syklin nopeus ja tuotteen laatu pysyvät hallinnassa. Tarvittaessa käytetään myös pneumaattisia tai hydraulisia apumekanismeja monimutkaisissa geometrioissa (Stoekhert & Mennig, 1998, s. 8–14).

3.2.4 Ruiskuvalukone

Ruiskuvalukoneet mahdollistavat monimutkaisten ja mittatarkkojen muovikappaleiden valmistuksen tehokkaasti ja toistettavasti, erityisesti suurivolyymisessä sarjatuotannossa (Kuvio 8.). (Engel, 2024.)

Ruiskuvalukoneet voidaan jaotella erilaisiin rakenteellisiin ja käyttövoimaperusteisiin ryhmiin, kuten hydraulisiin, sähköisiin ja hybridikoneisiin. Hydraulisia koneita käytetään yleisesti suurten kappaleiden tuotannossa, kun taas sähkökäyttöiset koneet tarjoavat nopeutta, tarkkuutta ja energiatehokkuutta, tehden niistä ihanteellisia pienempiin ja tarkkuutta vaativiin tuotteisiin (ENGEL, 2024). Hybridikoneet yhdistävät näiden molempien teknologioiden edut. Nykyaikaisissa ruiskuvalukoneissa painotetaan yhä

enemmän energiatehokkuutta, tuotantonopeutta ja prosessin älykästä ohjausta. Useat valmistajat, kuten ENGEL, kehittävät koneitaan jatkuvasti siten, että ne vastaavat kestävä kehityksen ja teollisen automaation vaatimuksiin. Modernit koneet voivat hyödyntää reaaliaikaista prosessiseurantaa, digitaalista ohjausta ja optimoituja energiaratkaisuja, jotka parantavat tuotantoprosessin tehokkuutta ja laatua (ENGEL, 2024).



Kuvio 8. Ruiskuvalukone (Engel).

4 Ruiskuvalumuotin valmistus

Ruiskuvalumuotin valmistus on keskeinen osa monien tuotteiden teollista tuotantoa, ja se muodostaa perustan useiden arkipäiväisten esineiden syntyprosessille. Muotinvalmistuksessa teräkseen luodaan puhekielessä ”ontelo”, joka vastaa tarkasti halutun kappaleen muotoa ja mittoja. Tämä negatiivinen muoto toimii toistettavana mallina, jonka avulla voidaan valmistaa identtisiä kappaleita eri materiaaleista, kuten muovista, metallista tai komposiiteista (Ronan Ye, 3ERP 2020).

Itse muotin valmistusprosessi vaatii huolellista suunnittelua ja tarkkuutta kaikissa vaiheissaan, sillä pienikin poikkeama muotin rakenteessa voi vaikuttaa lopullisen tuotteen toiminnallisuuteen tai laatuun huomattavasti. Tämän vuoksi muotINVALMISTUKSessa yhdistyvät sekä tekninen osaaminen, että materiaalien käyttäytymisen syvä ymmärrys. Laadukkaasti valmistettu mahdollistaa tehokkaan ja tasalaatuisen tuotannon, mikä on erityisen tärkeää sarjatuotannossa ja tarkkuutta vaativilla toimialoilla, kuten elektroniikassa, autoteollisuudessa ja lääketieteellisissä sovelluksissa. (Ronan Ye, 3ERP 2020).

4.1 Ruiskuvalumuottien valmistuksen historia

MuotINVALMISTUS on ollut keskeinen ja tärkeä osa ihmiskunnan teknologista kehitystä jo pronssikauden ajoilta, jolloin muotteja hyödynnettiin erilaisten esineiden, kuten aseiden, korujen ja rituaalisten esineiden valmistamisessa, ja ne ilmaisevat ihmisen pyrkimystä toistaa tarkkoja geometrisia muotoja tehokkaasti ja yhdenmukaisesti taatakseen toistettavuuden. (Ronan Ye, 3ERP 2020).

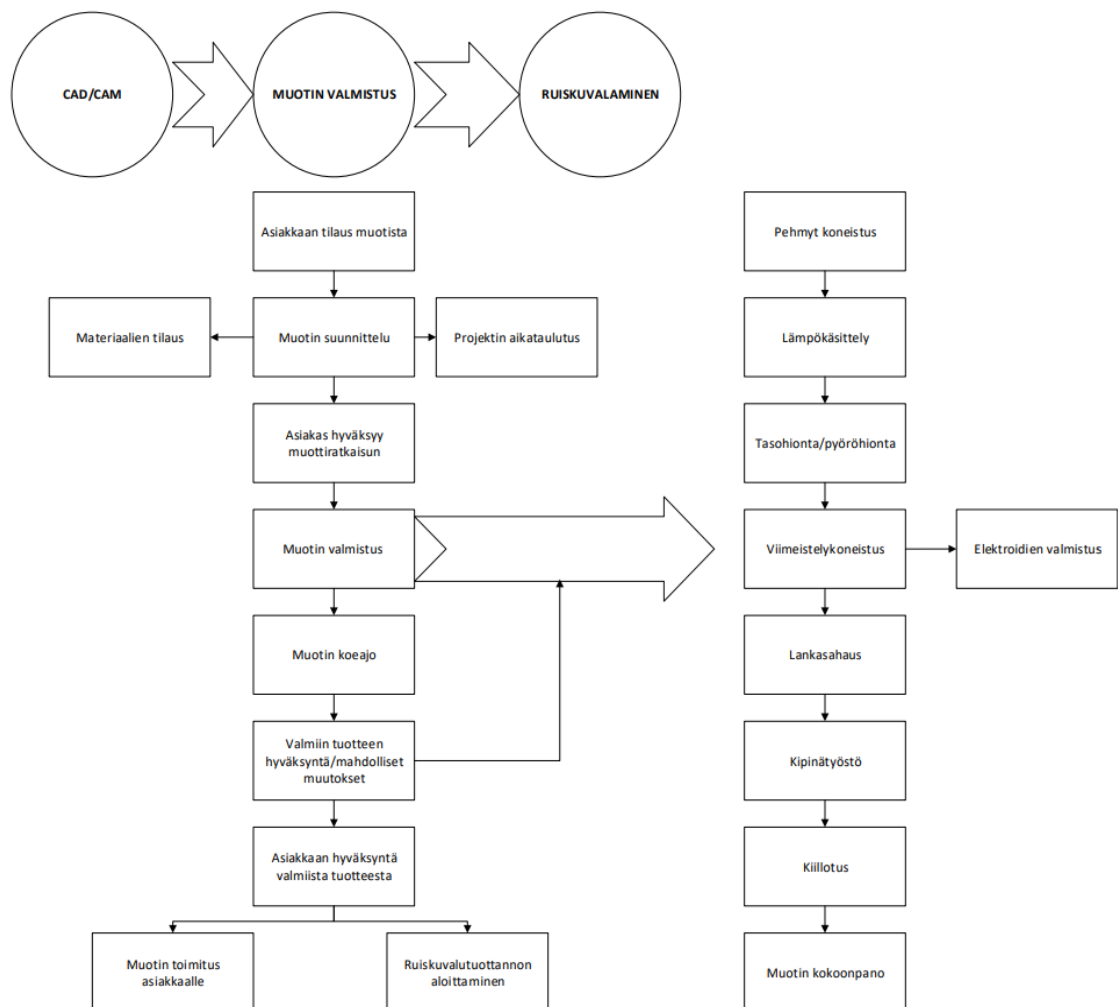
Egyptiläiset ja sumerilaiset, kehittivät omia tekniikoita joilla valmistettiin muotteja savesta ja kivistä, tiilille joita käytettiin infrastruktuurin rakentamiseen. Keskiajalla kuitenkin tapahtui huomattava harppaus kehityksessä kun kadonnutta vahatekniikkaa alettiin jälleen käyttämään hyödyksi metalliesineiden valmistamisessa. (Ronan Ye, 3ERP 2020).

Teollisen vallankumouksen aikana muotINVALMISTUS koki merkittävän muutoksen, kun manuaaliset valmistustavat alkoivat korvautua koneistetulla tuotannolla. Mekaanisten metallintyöstölaitteiden käyttöönotto johti huomattavaan tarkkuuden ja tehokkuuden parantumiseen. Sittemmin CNC-ohjatut koneet mahdollistivat entistä monimutkaisempien muottien tarkan valmistuksen, mikä puolestaan mahdollisti laajamittaisen, standardoidun sarjatuotannon. Näiden teknologioiden kehitys loi vankan pohjan nykyaikaisille muovausmenetelmille, joista ruiskuvalu on yksi keskeisimmistä. Ruiskuvalun avulla valmistetaan nykyään suurin osa teollisuuden muoviosista. (Ronan Ye, 3ERP 2020).

Tämän lisäksi kolmiulotteinen tulostus, on viime aikoina muuttanut merkittävästi muottien suunnitteluprosessia. 3D-tulostus tarjoaa mahdollisuuden nopeaan prototyyppien luomiseen, mikä vähentää tuotantoon kuluvaan aikaan merkittävästi. Teknologia tukee myös monimutkaisten geometrioiden testausvaiheita ennen muotin varsinaista tuotantoa. (Ronan Ye, 3ERP 2020).

4.2 Ruiskuvalumuotin valmistuksen prosessikuvaus

Muotinvalmistusprosessi muodostuu useista peräkkäisistä vaiheista, joiden huolellinen toteutus mahdollistaa laadukkaiden ja toistettavien osien valmistuksen eri teollisuudenaloille. Prosessi on tarkkaan suunniteltu monimutkainen kokonaisuus, jossa tekninen osaaminen yhdistyy materiaalituntemukseen ja tuotantotekniikkaan. Nykypäivänä 3D-mallit ovat keskeisessä roolissa muotin valmistuksessa mahdollistaen ruiskuvalumuotin suunnittelun, tehokkaan valmistuksen ja laadunvalvonnan. (Ronan Ye, 3ERP 2020).



Kuva 13. Muotinvalmistuksen prosessikuvaus (Joose Koskimies).

4.2.1 Ruiskuvalumuotin suunnittelu ja mallintaminen

Muotinvalmistus käynnistyy, kun suunnittelija saa asiakkaalta valmiin tuotteen vaatimukset, sekä 3D-mallin, jotta muotin suunnittelu voi alkaa. Muotin suunnittelu alkaa tuotteen määrittelystä, jossa otetaan huomioon tuotteen vaatimukset mittojen ja muotojen osalta. Muotin suunnitteluvaihe on yksi tärkeimmistä, koska se vaikuttaa suoraan muotin rakenteeseen ja valmistusprosesseihin. (CS Molds, 2024).

4.2.2 Pehmeä koneistus

Pehmeäkoneistus on muotinvalmistuksen varhainen koneistusvaihe, jossa muotin osia työstetään ennen niiden lämpökäsittelyä. Tämän vaiheen tavoitteena on saavuttaa muottikomponenttien perusmuodot ja -mitat mahdollisimman tehokkaasti ja tarkasti, jolloin myöhemmät viimeistelyvaiheet voidaan suorittaa pienemmällä materiaalinpoistoilla. Pehmeäkoneistuksessa käytetään pääsääntöisesti CNC-työstökoneita. Työstettävä materiaali on tässä vaiheessa vielä niin sanotussa pehmeässä tilassa (karkaisematon työkaluteräs). Koska lämpökäsittely voi aiheuttaa materiaalissa muodonmuutoksia, jätetään koneistettaviin pintoihin hieman ylimääräistä materiaalia, joka poistetaan myöhemmissä työvaiheissa. (AT-Machining, 2025).

4.2.3 Lämpökäsittely

Lämpökäsittelyssä muotin osat altistetaan korkeille lämpötiloille ja jäähdytetään hallitusti, mikä parantaa niiden mekaanisia ominaisuuksia, kuten kovuutta ja kulutuskestävyyttä. Tyypillisiä lämpökäsittelymenetelmiä ovat karkaisu ja päästö, jotka yhdessä vähentävät jännityksiä. Sarjatuotantoon käytettävien ruiskuvalumuottien tuotemuotoa tekevät osat ovat hyvin monesti karkaistu, keston ja iskukestävyyden takia. (VolksMolds, 2024).

4.2.4 Tarkkuuskoneistus (suurnopeuskoneistus) ja elektrodien valmistus

Suurnopeuskoneistus (High-Speed machining, HSM), on keskeinen osa muotinvalmistuksen viimeistelyprosessia. Menetelmässä hyödynnetään suuria karanopeuksia (yleensä yli 15 000 rpm), pieniä leikkaussyvyyyksiä ja suuria

syöttönopeuksia, mikä mahdollistaa erittäin tarkan ja tehokkaan koneistuksen ilman jälkikäsitteilyä, kuten kiillotusta. Suurnopeuskoneistuksessa käytetään erityisesti tähän tarkoitukseen suunniteltuja koneita, joilla on korkea dynaaminen jäykkyys, tehokas värinävaimennus ja erityisesti hyvä lämpöstabiilius. Työstöprosessin hallinta vaatii huolellisesti ja hyvin suunnitellut työstöradat, tarkasti säädetyt parametrit sekä korkealaatuiset työkalumateriaalit. (AT-Machining, 2025). Suurnopeuskoneistuksen hyötyihin kuuluu myös vähäiset lämpöjännitykset, mikä parantaa komponenttien mittatarkkuutta. (Richconn, 2024). Suurnopeuskoneistusta hyödynnetään myös elektrodien valmistuksessa hyväksikäyttäen edellä mainittuja prosessin tuomia etuja. Suurnopeuskoneistuksessa saavutetut edut ovat hyvin tärkeitä myös elektrodien valmistuksessa, koska elektrodit vaativat tarkkaa geometrista muotoa, jotta ne pystyvät suorittamaan sähköpurkauksen tehokkaasti ja tarkasti. (AT-Machining, 2025).

4.2.5 Lankasahaus (W-EDM)

Lankasahaus (Wire EDM) on erittäin tarkka ja monimutkaisten leikkausten tekemiseen suunniteltu työstömenetelmä, jota käytetään erityisesti muotINVALMISTUKSESSA. Lankasahaus perustuu sähköpurkauksen hyödyntämiseen metallin leikkaamisessa. Prosessissa ohut, yleensä messinki- tai kuparilanka kulkee työkappaleessa, joka on liitetty sähköiseen virtaan. Lankaa syötetään jatkuvasti työkappaleessa olevan materiaalin läpi, ja sähköpurkauksella irrotetaan materiaalia työkappaleesta, jolloin saavutetaan erittäin tarkkoja leikkauspintoja. Lankasahausta käytetään erityisesti silloin, kun tarvitaan erittäin tarkkoja leikkauksia tai monimutkaisia geometrisia muotoja, jotka ovat liian pieniä tai vaikeasti saavutettavissa perinteisillä työstömenetelmillä. (MechDaily, 2025).

4.2.6 Uppokipinätyöstö (EDM)

Uppokipinätyöstössä käytetään elektrodia, joka voi olla esimerkiksi kuparia tai grafiittia. Elektrodi ja työstettävä kappale upotetaan dielektriseen nesteeseen, kuten öljyyn tai vesipohjaiseen nesteeseen. Elektrodi ja työkappale eivät ole

kosketuksissa toisiinsa, mutta niiden välille syntyy sähköpurkauksia, jotka tuottavat erittäin korkean lämpötilan ja aiheuttavat materiaalin paikallista sulamista. Näiden purkausten avulla poistetaan tarkasti pieniä määriä materiaalia, jolloin syntyy haluttu muoto. Prosessissa elektrodi liikkuu joko syvemmälle työkappaleessa tai tietyssä suunnassa, mutta pääasiallinen piirre on, että elektrodi ei suorita mekaanista leikkaamista. Dielektrinen neste toimii eristeenä elektrodin ja työkappaleen välillä, estäen ennenaikaiset sähköpurkaukset, ohjaten kipinän syntymistä haluttuun kohtaan. Lisäksi se huuhtoo pois syntyneet metallihiukkaset ja jäähdyttää työstöaluetta, mikä estää liiallisen lämpenemisen ja mahdollistaa tarkemman työstön. (MachineMfg, 2024).

4.2.7 Kiillotus

Kiillotus on olennainen osa muotinvalmistuksen viimeistelyvaihetta. Sen tavoitteena on parantaa tuotemuotoa tekevien pintojen laatua, varmistaa lopputuotteen visuaalinen ulkonäkö, sekä myös helpottaa kappaleen irtoamista muotista muotin toiminnan varmistamiseksi. Prosessi alkaa poistamalla pinnoilta koneistusjäljet, mahdolliset naarmut ja epätasaisuudet. Tämä tehdään käyttämällä erilaisia hiontatyökaluja ja hioma-aineita, jotka valitaan halutun pinnanlaadun mukaan. Hionta tapahtuu yleensä vaiheittain, karkeammasta hienompaan, jotta saavutetaan tasainen pinta. Kiillotusmenetelmän ja -aineiden valintaan vaikuttavat muun muassa muotin osien materiaalit, vaadittu pinnanlaatu ja tuotteen vaatimukset. Lopputuloksena saavutetaan haluttu pinnanlaatu, joka voi vaihdella erittäin kiiltävästä peilipinnasta mattaan tai tekniseen rakenteelliseen pintaan tuotteen vaatimusten mukaan. Tarkan ja huolellisen kiillotuksen merkitys korostuu erityisesti silloin, kun lopputuotteet ovat visuaalisesti vaativia tai niiden toiminnallisuus riippuu tarkasta pinnanlaadusta. (Ronan Ye, 2024).

5 Tuotemuutokset muotinvalmistuksessa

Tuotemuutokset ovat yleisiä muovikomponenttien tuotekehityksessä ja niillä on suora vaikutus muotin suunnitteluun, valmistukseen sekä projektin kokonaisläpimenoaikaan. Muotinvalmistus edellyttää tarkkaa suunnittelua ja resursointia, minkä vuoksi muutostenhallinta on keskeisessä roolissa

onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi. Borgmanin (2002, s.3) mukaan tuotemuutoksella tarkoitetaan sellaista muutosta muovikomponenttiin, joka aiheuttaa uudelleentyöstämistä ruiskuvalumuotin suunnittelussa tai valmistuksessa.

5.1 Tuotemuutosten taustasyyt

Tuotemuutokset muotINVALMISTUKSESSA voivat johtua monista eri tekijöistä, jotka liittyvät niin tuotteeseen, prosessiin kuin projektin organisointiin. Borgmanin (2002, s.4–5). mukaan yksi merkittävimmistä syistä on nykyinen toimintamalli, jossa tuotekehitys ja muotINVALMISTUS toteutetaan rinnakkain. Tätä kutsutaan simultaanisuunnitteluksi (engl. concurrent engineering), ja sen tavoitteena on lyhentää tuotekehityksen kokonaiskestoa, jotta tuotteet saadaan markkinoille nopeammin.

Simultaanisuunnittelun haasteena on kuitenkin se, että muotin valmistus saatetaan aloittaa ennen kuin tuotteen suunnittelu on lopullisesti valmis. Tämä johtaa tilanteisiin, joissa muottia joudutaan muuttamaan kesken valmistuksen, jos komponentin geometriaan, yksityiskohtiin tai toiminnallisiin vaatimuksiin tehdään vielä muutoksia. Muottien työprosessi on monivaiheinen ja herkkä muutoksille, joten jopa pienet muutokset voivat aiheuttaa merkittävää lisätyötä ja aikataulun venymistä.

Toinen merkittävä muutoksia aiheuttava tekijä on tuotteiden monimutkaistuminen. Nykyisin muovikomponenttien on täytettävä yhä tiukempia vaatimuksia esimerkiksi seuraavilla osa-alueilla:

- Pinnanlaatu ja esteettinen viimeistely (esim. näkyvät muoviosat kuluttajatuotteissa)
- Tiiviyden ja mekaanisen kestävyysvaatimukset
- Yhteensopivuus muiden järjestelmien kanssa, kuten elektroniikan tai liitinjärjestelmien
- Monitoiminnallisuus (yhdessä komponentissa useita rakenteellisia ja toiminnallisia ominaisuuksia)

Tällaiset vaatimukset lisäävät suunnittelun ja valmistuksen välistä riippuvuutta. Kun samalla osalla on sekä tiukat toleranssivaatimukset, että visuaalisia odotuksia, tuotesuunnittelijan on vaikea ottaa huomioon kaikkia valmistusteknisiä rajoitteita ilman tiivistä yhteistyötä muottisuunnittelijan kanssa.

(Borgman, 2002 S. 5). Lisäksi tuotemuutosten taustalla voi olla eri osapuolten yhteistyöhön liittyviä haasteita. Usein tuotekehitys tapahtuu usean yrityksen yhteistyönä: pääasiakas, suunnittelutoimisto, muotinvalmistaja ja ruiskuvalaja saattavat kaikki toimia erillään ilman yhteistä projektinhallintamallia. Tämä johtaa viestintäkatkoksiin ja epäselvyyksiin esimerkiksi vastuista ja aikatauluista, mikä puolestaan lisää muutostarpeita projektin edetessä. Tyypillisesti ensimmäinen CAD-versio komponentista toimitetaan muotinvalmistajalle ennen kuin sitä on validoitu lopullisesti muiden järjestelmien (esim. elektroniikan) kanssa. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi liitinkomponentin muutos voi pakottaa päivittämään myös muottiin kuuluvan kaapeliläpiviennin, vaikka muotin koneistus olisi jo alkanut.

Myös inhimilliset tekijät – kuten puutteellinen dokumentaatio, kokemattomuus tai liian nopea aikataulu – voivat aiheuttaa virheitä, jotka ilmenevät tuotantovaiheessa muutoksina. Näiden hallintaan tarvitaan järjestelmällisiä käytäntöjä, kuten muutosseurantoja, tarkastuslistoja ja selkeitä hyväksymiskäytäntöjä (Borgman, 2002, s.5–6.)

5.2 Tuotemuutosten tyypit

Tuotemuutokset voidaan luokitella niiden syntyvän, ajoituksen ja vaikutusalueen perusteella useisiin tyyppeihin. Borgman (2002, s.5–6) esittää neljä keskeistä muutostyyppiä, jotka ovat: upstream-muutokset, concurrent-muutokset, downstream-muutokset ja hätäisen aloituksen muutokset. Jokaisella muutostyyppillä on erityispiirteitä, jotka vaikuttavat siihen, miten helposti ne voidaan hallita ja kuinka suuresti ne vaikuttavat muotinvalmistuksen läpimenoaikaan.

5.2.1 Upstream-muutokset

Upstream-muutokset syntyvät, kun ylemmän tason suunnitteluratkaisut tai tekniset määrittelyt muuttuvat projektin alkuvaiheessa. Nämä muutokset liittyvät yleensä komponentin perustietoihin, kuten mittoihin, muotoon tai yksinkertaisiin teknisiin vaatimuksiin. Koska muotin valmistus ei ole vielä alkanut, upstream-muutokset ovat usein suhteellisen helppoja toteuttaa suunnittelussa ja niillä on vähäinen vaikutus aikatauluun.

Esimerkki: Mekaniikkasuunnittelussa huomataan, että osan seinämävahvuus ei riitä kestämään mekaanista rasitusta, joten suunnittelija lisää tukirakenteita CAD-malliin ennen kuin muottia on alettu koneistaa.

Vaikka nämä muutokset voivat aiheuttaa suunnittelutyötä uudelleen, ne ovat ennakoitavia ja usein suunnitteluprosessin normaali osa (Borgman, 2002, s. 6).

5.2.2 Concurrent-muutokset

Concurrent-muutokset syntyvät, kun tuotekehityksen eri osa-alueet – kuten mekaniikka, elektroniikka ja muotoilu – etenevät samanaikaisesti mutta eivät täysin synkronoidusti. Tällöin yhteiset oletukset voivat muuttua kesken projektin ja vaatia muutoksia jo käynnissä oleviin töihin.

Esimerkki: Käyttäjäkokemusta parannetaan siirtämällä painiketta tuotteen etupaneelissa. Tämä muuttaa osan muotoa, vaikka muotin yläosa on jo koneistettu. Muutoksen toteuttaminen vaatii muotin uudelleentyöstämistä.

Concurrent-muutokset ovat usein hankalia, koska ne aiheuttavat suurta epävarmuutta ja voivat kohdistua kriittisiin toimintoihin. Ne ovat myös yksi yleisimmistä aikatauluviivästysten aiheuttajista (Borgman, 2002, s. 13).

5.2.3 Downstream-muutokset

Downstream-muutokset ovat seurausta virheistä, puutteista tai uusista vaatimuksista, jotka havaitaan vasta myöhäisessä vaiheessa, kuten koeajon tai tuotannon yhteydessä. Ne voivat johtua esimerkiksi virheellisistä toleransseista, puuttuvasta toiminnallisuudesta tai valmistusongelmista.

Esimerkki: Tuotteen osat eivät sovi kunnolla yhteen kokoonpanossa, vaikka mittatulokset muotin osista ovat oikein. Tämä paljastuu vasta ensimmäisten koeajojen aikana ja vaatii muutosta komponentin geometriassa – ja siten myös ruiskuvalumuotissa. Koska nämä muutokset tulevat usein yllätyksenä ja projektin loppuvaiheessa, niiden vaikutus aikatauluun ja kustannuksiin voi olla huomattava. Ne voivat jopa estää tuotannon aloittamista ajallaan. (Borgman, 2002, s.7-8).

5.2.4 Hätäisen aloituksen muutokset

Hätäisen aloituksen muutokset syntyvät tilanteessa, jossa muotin suunnittelu tai valmistus aloitetaan liian aikaisin, ennen kuin tarvittava tieto on valmis tai vahvistettu. Taustalla on usein aikataulupaine ja halu nopeuttaa projektia, vaikka tietopohja on vielä puutteellinen.

Esimerkki: Muotin suunnittelu aloitetaan alustavan CAD-version perusteella, koska lopullinen hyväksyntä komponenteille viivästyy. Kun lopullinen tieto saadaan, ilmenee, että osan geometria on muuttunut merkittävästi ja vaatii muotin osittaista uudelleensuunnittelua.

Tällaiset muutokset johtavat usein tehottomuuteen, koska työtä joudutaan tekemään kahteen kertaan. Ne ovat myös merkki siitä, että projektin ohjauksessa ei ole ollut riittäviä tarkastusvaiheita. (Borgman, 2002, s.5).

5.3 Tuotemuutosten vaikutukset muotINVALMISTUKSEEN

Tuotemuutoksilla on merkittävä vaikutus muotINVALMISTUKSEN aikatauluun, kustannuksiin ja resurssien käyttöön. Muotin valmistus on monivaiheinen prosessi, jossa työvaiheet etenevät tiukassa aikataulussa. Muutokset missä tahansa vaiheessa voivat häiritä tätä ketjua ja aiheuttaa merkittäviä viivästyksiä. Jos muutos havaitaan jo suunnitteluvaiheessa, se voidaan useimmiten toteuttaa suoraan CAD-mallissa ilman merkittäviä lisäkustannuksia tai aikataulun venymistä. Sen sijaan, jos valmistus on jo aloitettu – erityisesti, jos koneistus on käynnissä tai valmis – saattaa pienikin muutos, kuten säteen tai paksuuden säätö tuotteessa, vaatia muotin uudelleentyöstämistä, uusien irtopalojen valmistusta tai pahimmillaan kokonaan uuden muottipesän koneistusta (Borgman, 2002, s7-8). Borgmanin (2002, s.10) raportin mukaan yksittäisessä projektissa tuotemuutokset voivat aiheuttaa, jopa 250 kalenteripäivän lisätyön, mikä on huomattava määrä verrattuna tyypilliseen 100–150 päivän suunniteltuun valmistusaikaan. Erityisen kriittistä on se, missä vaiheessa projekti on muutosten tullessa – loppuvaiheen muutokset vaikuttavat huomattavasti enemmän aikatauluun kuin alkuvaiheen muutokset.

5.4 Tuotemuutosten hallinnan kehittäminen

Tuotemuutosten hallinta vaatii ennakoivaa ja rakenteellista lähestymistapaa, joka huomioi tuotteen koko elinkaaren sekä useiden eri osapuolien välisten yhteistyön. Borgman (2002, s.16) korostaa, että onnistunut muutostenhallinta ei ole vain muutosten minimointia, vaan niiden vaikutusten ymmärtämistä ja ennakoimista koko tuotekehitysprosessissa.

5.4.1 Yhteisen prosessin tarve

Yksi keskeinen kehityskohde on siirtyminen paikallisesta optimoinnista yhteiseen, yritysrajat ylittävään prosessiin. Tällä hetkellä useat osapuolet – esimerkiksi mekaniikkasuunnittelija, muotinsuunnittelija ja ruiskuvalaja toimivat itsenäisesti ilman yhteistä prosessikarttaa. Tällöin muutoksia välitetään eteenpäin viipymättä, vaikka niiden vaikutuksia muotinvalmistuksen kokonaisaikatauluun ei ole vielä arvioitu. (Borgman, 2002. s. 16-17).

Yhteinen prosessi mahdollistaa sen, että tuotekehityksessä mukana olevat yritykset voivat jo alkuvaiheessa sopia, miten muutokset käsitellään, missä vaiheessa ne hyväksytään ja kenellä on päätösvalta muutosten toteutuksessa.

5.4.2 Informaatiovirtojen ymmärtäminen

Borgman (2002, s.17) esittelee Eppingerin ja Krishnanin pohjalta mallin, jossa tuotekehitysprosessia tarkastellaan informaatiovirtojen näkökulmasta.

Informaatiolla on kaksi oleellista ulottuvuutta:

- Kehitysnopeus (evolution): kuinka nopeasti tieto saavuttaa lopullisen, muuttumattoman muotonsa.
- Vaikutus (impact): kuinka suuri vaikutus tiedon muutoksella on jälkimmäisen tehtävän aikatauluun ja resurssien käyttöön.

Kun suunnittelijat tunnistavat ne komponentin osat, jotka eivät todennäköisesti muutu, voidaan muotin valmistus aloittaa niiden pohjalta. Helposti muuttuvia osia voidaan suunnitella esimerkiksi muottiin irtopaloina, jolloin muutostyöt myöhemmin ovat kevyempiä ja helpommin toteutettavia muotinvalmistuksessa. (Borgman, 2002, s 18). Tämä vaatii ruiskuvalumuotin suunnittelijalta valmistusmenetelmien tuntemusta, sekä toimivaa palautekanavaa, jossa muotinsuunnittelija voi nopeasti viestiä muutosten vaikutuksesta.

5.4.3 Tietojärjestelmien hyödyntäminen

Tuotemuutosten tehokas hallinta edellyttää ajantasaisen, yhtenäisen ja läpinäkyvän tiedon jakamista kaikkien projektin osapuolten kesken.

MuotINVALMISTUKSEEN liittyy useita toimijoita – kuten mekaniikkasuunnittelu, muottisuunnittelu, muotINVALMISTUS, asiakasorganisaatio, sekä mahdolliset alihankkijat – joiden välinen yhteistyö perustuu tiedon oikea-aikaisuuteen ja yhdenmukaisuuteen. Mikäli muutoksia koordinoidaan manuaalisesti ilman keskitettyä järjestelmää, syntyy helposti viivästyksiä, virheellisiä tulkintoja ja päällekkäistä työtä (Borgman, 2002, s. 21).

Borgman (2002, s.21–22) korostaa, että tuotemuutosten hallinnan kehittämisessä yksi keskeinen toimenpide on tuotetiedonhallintajärjestelmien (PDM) ja laajemmin elinkaarenhallintajärjestelmän (PLM) käyttöönotto. Näiden järjestelmien avulla muutosten käsittely voidaan toteuttaa järjestelmällisesti, dokumentoidusti ja reaaliaikaisesti koko organisaation – ja tarvittaessa yritysverkoston laajuudella.

Tuotetiedonhallintajärjestelmät tarjoavat seuraavat keskeiset edut muutostenhallinnassa:

- Muutoshistorian dokumentointi: Kaikki muutokset kirjautuvat järjestelmään yksityiskohtaisesti: kuka muutoksen on tehnyt, milloin, millä perusteilla ja mitä se koskee. Tämä mahdollistaa jäljitettävyyden ja luotettavan projektihistorian muodostamisen, mikä on olennaista projektien jälkianalysoinnin ja jatkuvan parantamisen näkökulmasta.
- Ajantasaisen dokumentaation jakaminen: Kaikilla osapuolilla on pääsy yhteen keskitettyyn ja päivitettyyn tietolähteeseen, joka sisältää muun muassa CAD-mallit, tekniset piirustukset, muutosdokumentit ja hyväksymiskierrot. Tällä vältetään tilanne, jossa eri organisaatiot tai työvaiheet työskentelevät eri versioiden parissa.
- Hyväksymiskierrot ja käyttöoikeuksien hallinta: Järjestelmiin voidaan määritellä tarkat hyväksyntäprosessit, jotka varmistavat, että muutoksia ei toteuteta ennen kuin ne on arvioitu ja hyväksytty asianmukaisesti. Tämä vähentää virheitä ja parantaa laadunvarmistusta.

- Reaaliaikainen tiedonvälitys hajautetussa verkostossa:
MuotINVALMISTUSPROJEKTEISSA toimijat voivat sijaita eri maissa tai toimia eri yrityksissä. Pilvipohjaiset PLM-ratkaisut mahdollistavat tehokkaan yhteistyön ilman tarvetta manuaaliseen tiedonsiirtoon esimerkiksi sähköpostitse tai muistitikojen välityksellä.
- Järjestelmäintegraatiot: PLM-järjestelmät voidaan integroida yrityksen muihin järjestelmiin, kuten toiminnanohjausjärjestelmään, jolloin muutosten vaikutus näkyy myös hankinnoissa, projektisuunnittelussa ja kustannusseurannassa.

Järjestelmällinen tiedonhallinta ei ainoastaan vähennä muutosten aiheuttamia virheitä, vaan se myös tukee projektinhallintaa, aikataulujen hallintaa ja koko tuotteen elinkaaren hallintaa. Borgman (2002, s. 22) toteaa, että järjestelmien avulla voidaan projektin jälkeen tarkastella, missä vaiheessa muutoksia esiintyi eniten, mikä niiden vaikutus oli läpimenoaikaan ja mitä johtopäätöksiä voidaan tehdä tulevia projekteja varten. Käytännön haasteena kuitenkin on, että eri organisaatioilla voi olla käytössään erilaisia järjestelmiä tai ei järjestelmiä lainkaan. Tällaisessa tilanteessa tarvitaan yhteisiä käytäntöjä ja standardoituja tiedonvaihtomuotoja. Mitä varhaisemmassa vaiheessa järjestelmällinen tiedonhallinta otetaan osaksi projektinhallintaa, sitä paremmin tuotemuutokset voidaan hallita koko muotINVALMISTUKSEN elinkaaren ajan.

6 Tuotetiedon hallinta

Tuotetieto tarkoittaa kaikkea sitä tietoa, joka kuvaa, määrittelee tai tukee tuotteen valmistusta, myyntiä, käyttöä ja huoltoa yrityksessä. Tähän sisältyy muun muassa tekniset spesifikaatiot, CAD-piirustukset, materiaalitiedot, osaluettelot, tuotekuvaukset, hinnat, kuvat ja markkinointitekstit. Tuotetieto toimii yrityksen peruskivenä: se vaikuttaa lähes kaikkiin liiketoiminnan osa-alueisiin, kuten tuotekehitykseen, tuotantoon, myyntiin ja asiakaspalveluun. Täsmällinen, ajan tasalla oleva ja yhtenäinen tuotetieto on edellytys laadukkaalle ja tehokkaalle toiminnalle. Tuotetiedonhallinta (Product Data Management, PDM) on järjestelmällinen tapa hallita kaikkea tuotetietoa keskitetysti. Sen tavoitteena on varmistaa, että oikea tieto on oikeiden henkilöiden ja järjestelmien käytettävissä oikeaan aikaan. PDM-järjestelmät hallitsevat erityisesti tuotekehityksen yhteydessä syntyvää tietoa kuten, CAD-

tiedostoja, piirustuksia ja teknisiä dokumentteja. Ne tarjoavat versionhallinnan, muutosten seurannan ja mahdollisuuden hallita tietojen käyttöoikeuksia, mikä vähentää virheitä ja parantaa yhteistyötä organisaation sisällä. (Vertex,2024). PDM:n lisäksi tuotteen elinkaaren hallintaan käytetään Product Lifecycle Management (PLM) -järjestelmiä. PLM kattaa tuotetiedon koko elinkaaren ideasta, tuotantoon, jakeluun, käyttöön ja jopa kierrätykseen. PLM yhdistää eri liiketoiminta-alueet yhteiseen tiedonhallintajärjestelmään, mikä tehostaa tuoteprosessia ja mahdollistaa tiedon hyödyntämisen. (Vertex,2024). Tuotetiedonhallinnan keskeisiä hyötyjä ovat virheiden väheneminen, nopeampi tuotekehitys, tiedon parempi jäljitettävyyys ja kokonaisvaltainen näkyvyys tuotteiden elinkaareen. Sen avulla organisaatiot voivat reagoida nopeammin muutoksiin.

6.1 Tuotetieto muotINVALMISTUKSESSA

MuotINVALMISTUKSESSA tuotetiedolla tarkoitetaan kaikkia niitä tietoja, jotka liittyvät muotin suunnitteluun, valmistukseen, käyttöönottoon ja huoltoon. Tuotetieto sisältää muun muassa muotin tekniset piirustukset, materiaalmääräykset, osaluettelot, valmistusprosessin vaiheet, käytetyt koneistus- ja käsittelymenetelmät, sekä muotin käyttö- ja huolto-ohjeet. Hyvin hallittu tuotetieto varmistaa, että kaikki valmistukseen osallistuvat tahot toimivat yhtenäisen ja ajantasaisen tiedon pohjalta, mikä vähentää virheitä ja parantaa tuotannon tehokkuutta. (MLC CAD systems, 2024.)

MuotINVALMISTUKSESSA tuotetieto sisältää yleensä ainakin seuraavat asiat:

- 3D-mallit ja tekniset piirustukset
- Materiaalitiedot
- CNC-koneistuksen ohjelmointitiedostot
- Laadunvarmistusdokumentit
- Huolto- ja ylläpito-ohjeet
- Muutoshistoria ja dokumentointi

6.2 Tuotetiedon hallinnan määritelmä ja merkitys

Tuotetiedon hallinta (Product Data Management, PDM) tarkoittaa kaikkien tuotetta koskevien tietojen järjestelmällistä keräämistä, tallentamista, hallintaa ja

jakamista koko tuotteen elinkaaren ajan. Tuotetiedon hallinnan päätavoitteena on tarjota keskitetty, luotettava ja ajantasainen lähde kaikelle tuotetiedolle, joka on helposti saavutettavissa yrityksen eri osastoille, kun tuotekehitykselle, tuotannolle, laadunvalvonnalle ja huollolle. (Crasman,2020). PDM-järjestelmät ovat erityisesti teknisen tuotetiedon hallintaan suunniteltuja järjestelmiä, jotka keskittyvät muun muassa CAD-piirustusten, mallinnusten, valmistusohjeiden ja materiaaliluetteloiden säilyttämiseen. Näiden järjestelmien avulla voidaan varmistaa, että kaikki osastot työskentelevät samoilla ajantasaisilla ja oikeilla tiedoilla. Erityisesti muotinvalmistuksessa, jossa tarkkuus on äärimmäisen tärkeää, PDM-järjestelmä auttaa vähentämään virheiden riskiä, kuten väärin piirustusten tai vanhentuneiden tietojen käyttöä. Näin ollen PDM-järjestelmät tukevat suunnittelun ja valmistuksen välistä yhteistyötä ja parantavat koko tuotantoprosessin laatua (Crasman, 2020).

6.3 Tuotetiedonhallintajärjestelmät

Tuotetiedonhallintajärjestelmät (PDM) ja tuote-elinkaaren hallintajärjestelmät (PLM) ovat keskeisiä työkaluja nykyaikaisessa tuotekehityksessä ja valmistuksessa. Ne auttavat yrityksiä hallitsemaan tuotteen koko elinkaaren aikaisia tietoja, alkaen suunnittelusta ja jatkuen valmistuksen, markkinoinnin sekä huollon kautta. PDM-järjestelmät keskittyvät erityisesti suunnitteluvaiheen tietojen hallintaan, kun taas PLM-järjestelmät kattavat laajemman näkökulman koko tuotteen elinkaaren hallintaan (Technia,2023).

PDM-järjestelmän päätehtävänä on hallita tuotteen suunnittelutiedon elinkaarta. Se tukee suunnittelutiimejä keskittämällä kaikki tarvittavat tiedot, kuten CAD-tiedostot, 3D-mallit ja muut suunnitteludokumentit, yhteen paikkaan. Tämä parantaa tiedon saatavuutta ja varmistaa, että tiimi työskentelee ajantasaisilla ja oikeilla tiedoilla. (Technia,2023). Lisäksi PDM-järjestelmät tarjoavat versiokontrollin ja muutoshallinnan, jotka estävät virheitä ja varmistavat, että kaikki muutokset dokumentoidaan tarkasti. Tämän lisäksi järjestelmät tarjoavat käyttöoikeuksien hallintaa, joka varmistaa, että vain valtuutetut henkilöt voivat tehdä muutoksia ja hyväksyä niitä. (Technia,2023).

PLM-järjestelmät laajentavat PDM:n tarjoamia ominaisuuksia hallitsemalla tuotteen koko elinkaaren. Ne yhdistävät suunnittelun, valmistuksen,

markkinoinnin ja huollon tiedot yhteen järjestelmään, jolloin eri osastojen välinen yhteistyö paranee ja tiedon jakaminen sujuu tehokkaasti. PLM-järjestelmän avulla yritykset voivat myös hallita tuotteen laadunvarmistusta ja noudattaa sääntöjä ja määräyksiä, mikä parantaa tuotteiden sääntöjenmukaisuutta ja laatua. (Aligni,2023).

Kokonaisuudessaan sekä PDM- että PLM-järjestelmät auttavat yrityksiä optimoimaan tuotetiedon hallintaa ja parantamaan tuotekehityksen laatua ja tehokkuutta. PDM-järjestelmät ovat keskeisiä erityisesti suunnitteluvaiheessa, kun taas PLM-järjestelmät tarjoavat kattavamman hallinnan koko tuotteen elinkaaren ajaksi, mikä parantaa yrityksen sisäistä yhteistyötä ja tiedon jakamista. (Technia,2023).

7 ERP-järjestelmä

ERP-järjestelmä (Enterprise Resource Planning) on liiketoiminnan ohjausjärjestelmä, joka kokoaa yhteen yrityksen keskeiset toiminnot, kuten taloushallinnon, tuotannon, varaston, hankinnan, projektinhallinnan ja henkilöstöhallinnon. Järjestelmän tavoitteena on parantaa prosessien tehokkuutta, yhtenäistää tietovirtoja ja tarjota reaaliaikainen näkymä koko organisaation toimintaan. Nykyaikaiset ERP-ratkaisut ovat yhä useammin pilvipohjaisia, mikä mahdollistaa järjestelmien käytön ajasta ja paikasta riippumatta sekä parantaa skaalautuvuutta ja tietoturvaa. Pilvipohjaisuus vähentää tarvetta omalle infrastruktuurille ja mahdollistaa nopeamman käyttöönoton, mikä tukee erityisesti pk-yritysten muutoskykyä nopeasti muuttuvissa markkinaolosuhteissa (SAP, 2024). ERP-järjestelmän keskeinen etu on kyky yhdistää liiketoimintaprosessit yhdeksi kokonaisuudeksi. Kun eri toiminnot käyttävät samaa tietopohjaa, vähenevät manuaalinen tiedonsiirto, virheet ja viivästykset. Tämä tukee organisaation läpinäkyvyyttä ja antaa johdolle paremmat mahdollisuudet strategiseen päätöksentekoon. (SAP, 2024)

7 Muutosten hallinta

Muutoksenhallinta (engl. Change Management) tarkoittaa organisoitua lähestymistapaa, jonka tavoitteena on hallita muutoksia hallitusti, ennakoitavasti ja tehokkaasti. Muutoksenhallinta voi kohdistua tuotteisiin, prosesseihin,

järjestelmiin tai organisaation toimintaan. Sen keskeinen tarkoitus on varmistaa, että muutokset toteutetaan järjestelmällisesti siten, että ne eivät aiheuta odottamattomia riskejä tai häiriöitä tuotannon toimintaan. Erityisesti teollisessa tuotannossa ja tuotekehityksessä muutoksenhallinta liittyy läheisesti laadunvarmistukseen, tiedonhallintaan ja asiakasvaatimusten täyttämiseen. Esimerkiksi tuotemuutosten hallinta käsittää ne prosessit ja käytännöt, joiden avulla tuotteeseen tehtävät muutokset tunnistetaan, arvioidaan, hyväksytään, toteutetaan ja dokumentoidaan. Muutosten hallinta auttaa varmistamaan, että esimerkiksi tuotekehityksessä tapahtuvat muutokset eivät vaaranna projektien aikatauluja tai teknistä laatua. Tärkeässä roolissa ovat muutosten vaikutusten arviointi sekä tiivis yhteistyö eri toimintojen ja osastojen välillä. (Borgman, s.9-11).

7.1 Muutosten hallinnan rooli ja merkitys

Muutostenhallinta on keskeinen osa tuotekehityksen ja valmistusprosessien onnistumista, erityisesti kun tuote käy läpi useita suunnittelu- ja valmistusvaiheen muutoksia. Muutokset voivat johtua teknisistä parannuksista, asiakastarpeista tai tuotannollisista reunaehdoista, ja niillä on suora vaikutus projektien aikatauluun, kustannuksiin ja tuotteen laatuun. (Borgman, s.8). Muovikomponenttien valmistuksessa jopa pienilläkin muutoksilla voi olla laajavaikutteisia seurauksia muotINVALMISTUKSEN läpimenoaikaan. Tämä korostaa hallitun ja ennakoivan muutoksenhallinnan merkitystä. Ilman selkeää muutoksenhallinta mallia muutokset tapahtuvat usein reaktiivisesti, mikä kasvattaa virheiden ja viivästysten riskiä. (Borgman, s.14).

8 Muutostenhallinnan nykytila

Kohdeyrityksen nykyinen muutoksenhallinnan toimintamalli luottaa pitkälti ihmisten väliseen viestintään ja yksittäisten henkilöiden omaan vastuullisuuteen. Nykyinen toimintatapa on ketterä, mutta sen suurimmat haasteet liittyvät tiedon hajanaisuuteen ja jäljitettävyyden vaikeuteen. Lisäksi prosessi on haavoittuva henkilövaihdoksille ja voi aiheuttaa tuotannossa epäselvyyksiä, jos muutokset eivät ole yksiselitteisesti viestitty tai tallennettu.

8.1 Muutosten käynnistyminen

Kohdeyrityksessä muutokset lähtevät tyypillisesti liikkeelle asiakastarpeesta. Asiakas esittää toiveen tai muutostarpeen joko uuden tilauksen yhteydessä tai kesken projektin. Tämä muutos voi koskea esimerkiksi tuotteen mittoja, materiaalivalintoja tai rakenteellisia yksityiskohtia. Koska asiakastarpeet voivat muuttua nopeasti, joskus muutostarpeita esiintyy myös kesken projektin. Tällöin ajantasainen ja täsmällinen tiedonsiirto suunnittelun ja tuotannon välillä on erityisen tärkeää.

8.2 Kohdeyrityksen tiedonhallinta

Kohdeyrityksen tuotetieto ja projektiin liittyvät dokumentit tallennetaan keskitetysti yrityksen verkkolevylle. Tiedonhallinta perustuu kansiorakenteeseen (Liite 1), jossa jokaiselle uudelle projektille luodaan oma kansio asiakkuuden alle. Projektien pääkansio nimetään siten, että nimen alkuun lisätään kirjain M, joka vastaa kyseisen projektin nimikettä ERP-järjestelmässä (esimerkiksi M12345). Tämä kirjaintunnus toimii linkkinä ERP:n ja tiedostojen välillä, ja se helpottaa projektien tunnistamista ja yhdistämistä järjestelmässä olevaan tietoon. Jos jo tehtyyn muottiprojektiin tehdään muutos, avataan sille ERP-järjestelmään uusi nimike alkamaan T-kirjaimella (esimerkiksi T12345). Tämä T-nimiketunnus viittaa ERP-järjestelmässä olevaan muutos- tai korvaavaan nimikkeeseen. Projektikansioihin tallennetaan muun muassa teknisiä piirustuksia (CAD), valmistusdokumentteja, 3D-tiedostot, valmistettavien osien mittaustulokset ja valmistuksessa käytössä olevat tiedostot kuten työstöradat. Vaikka kansiorakenne on käytännössä vakiintunut ja selkeä, tiedostojen sisäinen järjestely ja nimeäminen perustuvat pitkälti käyttäjäkohtaiseen tapaan, mikä voi aiheuttaa epäselvyyksiä erityisesti tiedostojen lisääntyessä muutoksia tehdessä ja tiedostoja käsiteltäessä. Tällä hetkellä kohdeyrityksessä ei käytetä ”muutokset” kansiota muutostiedostojen arkistointiin.

8.3 Muutostenhallinnan käytännöt suunnittelussa

Muottisuunnittelija toimii kohdeyrityksessä keskeisenä linkkinä asiakkaan ja tuotannon välillä tuotemuutostenhallinnassa. Muutostenhallintaprosessi käynnistyy asiakkaalta saadusta muutospyynnöstä tuotanto- tai

tehtaanjohtajalle, jotka välittävät tiedon eteenpäin muottisuunnittelijalle. Muottisuunnittelija vastaa muutospyynnön teknisestä arvioinnista, jossa tarkastellaan muutoksen vaikutuksia tuotteeseen.

Tämän jälkeen muottisuunnittelija tekee tarvittavat mallinnukset ja päivitykset 3D-malliin sekä niihin osapiirustuksiin, joita muutos koskee. Tämän jälkeen suunnittelija koostaa muutoksesta Powerpoint-esityksen, joka havainnollistaa tehdyt muutokset valmistukseen muutokseen tuleviin osiin. Muottisuunnittelija tallentaa päivitetyt 3D-mallit ja piirustukset yrityksen verkkolevylle projektin omaan kansioon. Tiedonvälitys muutoksesta valmistukselle tapahtuu yleensä sähköpostitse. Suunnittelija ilmoittaa muutoksista niihin valmistuksen työvaiheisiin, joita muutos koskee tai työllistää. Muutosviestit voivat sisältää Powerpoint-esityksen ja viittauksia verkkolevylle tallennettuihin tiedostoihin. Lopuksi suunnittelija luovuttaa muutosta koskevien osien tekniset piirustukset työnjohtajalle. Työnjohto vastaa muutoksen jalkauttamisesta tuotantoon ja huolehtii siitä, että tarvittava tieto saavuttaa tuotannontyöntekijät. (Liite 2)

9 Muutostenhallintaprosessin kehitys

Kehitystyön tavoitteena on parantaa tiedon jäljitettävyyttä, vähentää virheitä ja selkeyttää vastuujakoa. Nykyseissä toimintamallissa muutokset perustuvat vahvasti henkilöiden muistamiseen, mikä tekee prosessista haavoittuvan esimerkiksi resurssivaihdosten yhteydessä. Uuden, vaiheistetun ja dokumentoidun prosessin avulla pyritään luomaan yhdenmukainen käytäntö, jossa kaikki muutokset käsitellään samalla tavalla projektin koosta tai kiireellisyydestä riippumatta. Prosessin tueksi otetaan käyttöön vakimuotoisia dokumentteja, kuten PowerPoint-pohjainen muutosesitys. Tämän lisäksi verkkolevyllä sijaitseva kansiorakenne muokataan sisältämään kaikki keskeiset tiedot muutoksesta. Kehitystyössä otetaan huomioon mahdollinen tuleva PDM - tai PLM-järjestelmän käyttöönotto, jolloin nyt rakennettava muutoksenhallintamalli toimii siirtymävaiheen ratkaisuna. Yksi tärkeä kehitys on myös vastuuroolien selkeyttäminen: suunnittelu vastaa teknisestä muutoksesta ja dokumentoinnista, työnjohto muutoksen jalkauttamisesta valmistukseen, muutoksen aikatauluttamisesta valmistuksessa ja muutoksenhallintaryhmä muutoksen vaikutuksesta tuotantoon, sekä muotin toimivuuteen.

9.1 Dokumentoitu muutosesitys ja muutuskansion käyttöönotto

Kohdeyrityksessä hyödynnetään PowerPoint-esityksiä muutosten havainnollistamiseen, mutta käytännöt eivät ole yhdenmukaisia tai systemaattisesti ohjeistettuja. Kehityksen myötä dokumentoinnista on tarkoitus tehdä osa virallista muutoksenhallintaprosessia hyödyntämällä standardoitua muutokansiota ja muutosesitystä jokaiselle toteutetulle muutokselle.

9.1.1 Muutokansio verkkolevyllä

Jokaiselle muutokselle perustetaan oma muutokansio yrityksen verkkolevyllä olemassa olevaan projektikansiorakenteeseen. Kansion nimeäminen noudattaa ERP-järjestelmässä olevaa projektille määrättyä nimikekoodia, esimerkiksi M12345, jossa kirjain "M" viittaa alkuperäiseen projektiin johon muutos on tulossa. Tällä rakenteella varmistetaan, että kaikki muutokseen liittyvä tieto – piirustukset, dokumentointi ja valmistuksessa tarvittavat 3D-mallit sijaitsee yhdessä selkeästi löydettävässä paikassa. Näin muutoksen tarkastelu jälkikäteen on nopeasta ja tehokasta.

9.1.2 Muutosesitys PowerPoint – muodossa

Jokaisesta muutoksesta laaditaan PowerPoint – muotoinen muutosesitys, joka sisältää seuraavat asiat:

Suunnittelija täyttää nämä tiedot:

- Projektin nimi / Asiakas
- Lyhyt yhteenveto muutoksesta
- Alkuperäisen projektin työnumero työnhallintajärjestelmässä esimerkiksi M12345.
- Muutostyölle määrätty työnumero työnhallintajärjestelmässä esimerkiksi T12345.
- Näyttökuvat osien 3D-malleista, jota muutos koskee.
- Päivämäärä, jolloin muutos on tehty ja vastuhenkilö.
- Mahdolliset tekniset muutokset esimerkiksi pinnanlaatu muutokset.

- Uusien versioiden tiedostonimet ja sijainnit verkkolevyllä.
- Jos muutos koskee materiaalinlisäystä, paikannettu kuva osasta, johon materiaalia lisätään.

Työnjohtaja täyttää nämä tiedot:

- Muutostyön aikataulu
- Muotin kokoonpanija

9.2 Dokumentoinnin vastuut ja tallennus

Dokumentoinnin vastuunjako ja systemaattinen toiminta ovat tärkeässä roolissa muutostenhallintaprosessin onnistumisen kannalta. Uudessa mallissa pyritään varmistamaan, että kaikki muutokseen liittyvä tieto on helposti löydettävissä, ajantasaisesti tallennettu ja vastuuhenkilöiden hallinnoima. Suunnittelu vastaa muutoksen teknisestä dokumentoinnista. Tämä sisältää päivitettyt 3D-mallit ja piirustukset, sekä muutosta kuvaavan PowerPoint-esityksen, sekä kaikkien tiedostojen nimeämisen ja tallentamisen oikeaan paikkaan ja projektikansioon.

9.3 Muutoksenhallinta ryhmä

Muutoksenhallintaryhmä toimii tärkeänä osana uuden muutostenhallintaprosessin rakennetta kohdeyrityksessä. Ryhmän arvioi ja tarkastelee tulevat muutokset, jotta ne voidaan toteuttaa suunnitellusti ja hallitusti. Muutoksenhallintaryhmä kokoontuu aina, kun käsitellään merkittävää teknistä muutosta, jolla on huomattava vaikutus esimerkiksi muutoksen toteuttamiseen tuotannossa. Ryhmään kuuluu edustajia: muottisuunnittelusta, työnjohdosta, tuotannosta ja tarvittaessa asiakasvastaavista.

9.4 PDM/PLM-järjestelmien käyttöönotto

Kohdeyrityksessä tiedonhallinta perustuu tällä hetkellä verkkolevyyn ja kansiorakenteeseen, jossa suunnittelu ja valmistuksen työvaiheet hyödyntävät samaa tallennuspolkua. Vaikka nykyinen malli on selkeä, ketterä ja standardoitu, sen rajoitteet tulevat esiin erityisesti muutostenhallinnan, versiohistorian ja tiedon jäljitettävyyden osalta. Tiedostot siirtyvät manuaalisesti

ja vastuut dokumentoinnista ovat hajautuneet ilman keskitettyä valvontaa. Näissä tilanteissa PDM- tai PLM- järjestelmän käyttöönotto voi tarjota merkittävän parannuksen. PDM-järjestelmä mahdollistaa tuotetiedon hallinnan keskitetysti, jolloin muun muassa 3D-mallit, piirustukset, NC-ohjelmat ja muut valmistusdokumentit tallennetaan versioituna ja hallitusti yhteen paikkaan. Tällöin kaikki käyttäjät työskentelevät aina viimeisimmän tiedon pohjalta, mikä vähentää virheitä ja päällekkäistä työtä. Lisäksi järjestelmä mahdollistaa käyttäjäkohtaiset oikeudet, hyväksyntäprosessit sekä automaattiset lokit muutoksista. PLM-järjestelmä puolestaan kattaa tuotteen koko elinkaaren suunnittelusta huoltoon asti ja tarjoaa työkalut esimerkiksi muutos- ja projektinhallintaan, yhteistyöhön asiakkaiden ja toimittajien kanssa sekä strategiseen tuotehallintaan. PDM/PLM- järjestelmän käyttöönotto edellyttää alkuun investointia järjestelmään, käyttöönottoprojektiin ja henkilöstön koulutukseen. Käyttöönoton yhteydessä on tärkeää määritellä selkeästi, mitä tietoja järjestelmässä hallitaan ja miten ne linkittyvät muihin yrityksen toimintoihin, kuten ERP-järjestelmään tai CAM-ohjelmistoihin. Tulevaisuudessa PDM-järjestelmän käyttöönotto voisi palvella yritystä erityisesti seuraavilla osa-alueilla: tuotemuutosten versionhallinta, automaattinen hyväksyntäketju, dokumentaation linkitys nimikkeisiin ja valmistukseen, sekä helpompi raportointi ja jäljitettävyys esimerkiksi auditointeja varten. Yhtenäisen tiedonhallinta-alustan avulla yritys voi tehostaa sisäistä yhteistyötä ja vähentää inhimillisiä virheitä, samalla parantaen asiakaspalvelun laatua, reagointikykyä ja läpinäkyvyyttä.

10 Pohdinta

Opinnäytetyön tekeminen muutoksenhallinnasta osoittautui yllättävän haastavaksi, mutta samalla erittäin opettavaiseksi prosessiksi. Muutoksenhallinnan merkitys korostui työssä usealla eri tasolla ja sen vaikutukset tuotannon sujuvuuteen, laatuun sekä kustannustehokkuuteen kävivät selkeästi ilmi. Uuden muutostenhallintaprosessin haluttiin olevan joustava ja ketterä ilman suurta byrokratiaa. Tämä vaati erityistä huomiota prosessin suunnittelussa, jotta muutostenhallinnasta saatiin sekä selkeä, että kevyt ilman suuria kustannuksia, kuitenkin tinkimättä laadusta. Byrokraattinen ja hitaampi prosessi veisi selvästi enemmän aikaa, mutta silloin muutosta olisi pakko analysoida tarkasti myös monien eri työvaiheiden näkökulmasta ja mahdollisesti virheitä syntyisi huomattavasti vähemmän. Taas turhan nopeassa

prosessissa olisi helppo ohittaa tarpeellisia dokumentointeja ja systemaattisia sääntöjä tiedostojen käsittelyssä

Työn tekeminen alkoi haastattelemalla kohdeyrityksen muotINVALMISTUKSEN eri työvaiheiden työntekijöiltä, missä he näkevät tällä hetkellä suurimpia puutteita ja ongelmia muutostenhallintaprosessissa ja mitä asioita pitäisi ottaa huomioon uutta suunniteltaessa. Suurin ongelma nykyisessä muutoksenhallintaprosessissa on, ettei niistä viestitetä tarpeeksi ja oikeille henkilöille, sekä joskus muutoksista saatetaan tiedottaa ristiriitaisia tietoja, mikä johtaa siihen, että muutostyöt eivät etene tuotannossa suunnitellusti. Tässä yhteydessä nousi esiin myös merkittävä kehityskohde tiedostojenkäsittelyssä, jossa havaitsin puutteen systemaattisesta toimintatavasta. Erityisen merkittäväksi havainnoksi nousi se, miten helposti tiedostojen hallintaan ja dokumentointiin liittyvät käytännöt jäävät osaksi organisaation hiljaista tietoa ilman virallista dokumentointia tai yhteisiä pelisääntöjä. Tämä voi aiheuttaa epäselvyyksiä erityisesti uusien työntekijöiden perehdytyksessä sekä tilanteissa, joissa tehtävät ja vastuut siirtyvät henkilöltä toiselle. Uutta prosessia kehittäessä olikin keskeistä luoda selkeät ja ymmärrettävät ohjeet muun muassa tiedostojen nimeämiseen ja versioiden hallintaan. Yhteenvetona voidaan todeta, että opinnäytetyön tekeminen tarjosi laaja-alaisen ja käytännönläheisen näkökulman muutoksenhallintaan. Se vahvisti käsitystä siitä, että muutos on ennen kaikkea ihmisten välistä yhteistyötä – ja että parhaat ratkaisut syntyvät silloin, kun tekninen osaaminen ja käytännön kokemus yhdistetään avoimeen vuorovaikutukseen ja jatkuvaan kehittämiseen.

Erityisen keskeiseksi opinnäytetyötä tehdessä nousi tarve luoda selkeät ja yhtenäiset ohjeet tiedostojen käsittelyä varten, mukaan lukien versiohallinta, nimeämiskäytännöt ja dokumentoinnin minimivaatimukset. Näillä toimenpiteillä pyrittiin parantamaan prosessin jäljitettävyyttä ja luotettavuutta. Uusi prosessi rakennettiin siten, että se tukisi selkeää tiedonkulkua, nopeaa reagointia ja olisi samalla tarpeeksi kevyt käytännön työssä sovellettavaksi. Nämä havainnot ovat vahvassa yhteydessä Jukka Borgmanin (2002) raportissa esitettyihin tuloksiin. Työn aikana nousi esiin myös teknologisten ratkaisujen merkitys muutoksenhallinnan tueksi. PDM- (Product Data Management) ja PLM-järjestelmät (Product Lifecycle Management) tarjoavat mahdollisuuksia rakenteistaa, automatisoida ja valvoa tuotetiedon hallintaa koko tuotteen

elinkaaren ajan. Nämä järjestelmät mahdollistavat versionhallinnan, muutostietojen jäljitettävyyden sekä selkeän vastuunjaon. Erityisesti PLM-järjestelmät voivat toimia strategisena tukena organisaatioille, joissa muutostenhallinta koskee useita sidosryhmiä ja tuotantovaiheita.

11 Tulokset

Opinnäytetyön keskeisenä tuloksena syntyi kokonaisvaltainen analyysi kohdeyrityksen nykyisestä muutoksenhallintaprosessista sekä siihen liittyvistä kehityskohteista. Haastattelujen, havaintojen ja kirjallisuusanalyysin perusteella tunnistettiin useita kriittisiä osa-alueita, jotka vaikuttavat prosessin toimivuuteen. Näistä keskeisimpiä olivat viestinnän hajanaisuus, tiedostojen hallinnan puutteet sekä vastuunjaon epäselvyys muutosprosessin eri vaiheissa. Tiedostojen hallinnassa havaittiin puutteita erityisesti versioinnissa ja nimeämiskäytännöissä. Nykytilanteessa tiedostoja käsiteltiin tapauskohtaisesti ilman yhtenäisiä sääntöjä, mikä vaikeutti muutosten jäljitettävyyttä ja aiheutti epäselvyyksiä esimerkiksi eri työvaiheiden välillä. Tämän seurauksena yksi opinnäytetyön keskeinen kehitysehdotus oli systemaattisen tiedostojen hallintamallin luominen. Malli sisälsi selkeät ohjeet tiedostojen nimeämisestä, versioiden hallinnasta ja dokumentoinnin vaatimuksista. Opinnäytetyössä tunnistettiin myös mahdollisuuksia, joissa tuotetiedonhallintajärjestelmien (PDM/PLM) hyödyntäminen voisi tukea prosessin kehittämistä. Erityisesti PLM-järjestelmien avulla voitaisiin parantaa versionhallintaa, tiedon läpinäkyvyyttä ja eri sidosryhmien välistä yhteistyötä, mikäli järjestelmien toiminnallisuudet sidotaan selkeästi organisaation muutoksenhallinnan käytäntöihin. Kehitetty prosessimalli ja esitetyt toimenpiteet tarjoavat konkreettisen lähtökohdan organisaation muutoksenhallinnan parantamiseen. Ne muodostavat myös pohjan jatkuvalle kehittämiselle, jossa korostuvat yhteistyö, tiedon avoin jakaminen sekä systemaattinen dokumentointi.

Lähteet

Aligni. 2023. Haettu 27.4.2025 osoitteesta <https://www.aligni.com/aligni-knowledge-center/how-pdm-and-plm-work-together/>

AT-Machining. 2025. Understanding Soft Machining: Benefits and Challenges in CNC Processes. Haettu 22.4.2025 osoitteesta <https://at-machining.com/understanding-soft-machining>

Borgman, J. 2002. Haettu 13.5.2025 osoitteesta

https://www.academia.edu/1098386/Tuotemuutokset_muovikomponentin_tuotekehitysprojektissa_niiden_vaikutukset_muotINVALMISTUKSEN_l%C3%A4pimenoaikaa_kaan_ja_hallinnan_kehitt%C3%A4minen

Camcut. 2023. Ruiskuvalu. Haettu 2.4.2025 osoitteesta

<https://www.camcut.fi/tuki/konepajasanasto/ruiskuvalu>

Crasman. 2020. PIM, PLM ja PDM – mitä ne tarkoittavat? Haettu 27.4.2025

osoitteesta <https://www.crasman.fi/blogi/tuotetiedon-hallinta-mita-tarchoittavat-pim-plm-ja-pdm>

CS Molds. 2024. A Step-by-Step Guide to Plastic Injection Mold Design and

Development. Haettu 22.4.2025 osoitteesta <https://www.cs-molds.com/a-step-by-step-guide-to-plastic-injection-mold-design-and-development/>

Engel. 2024. Haettu 2.4.2025 osoitteesta

<https://www.engelglobal.com/en/us/products/injection-molding-machines>

immould.com. n.d. Types of Ejection System in Injection Molding. Haettu

5.4.2025 osoitteesta <https://www.immould.com/types-of-ejection-system-in-injection-molding/>

Injection mould. 2021. Haettu 5.4.2025 osoitteesta

<https://www.injectionmould.org/2019/03/07/the-slider-for-plastic-injection-mold/>

MachineMfg. 2024. Electrical Discharge Machining – Different Types,

Applications, Pros & Cons. Haettu 22.4.2025 osoitteesta

<https://shop.machinemfg.com/electrical-discharge-machining-different-types-applications-pros-cons/>

MechDaily. 2025. Wire EDM: Parts, Material, Working, Application, Pros and

Cons. Haettu 22.4.2025 osoitteesta <https://www.mechdaily.com/what-is-wire-edm/>

Muottituote Group Oy. 2024. Haettu 2.4.2025 osoitteesta

<https://www.muottituote.fi/>

Nanomoldcoating. n.d. Cold Runner vs Hot Runner Molding Systems. Haettu 2.4.2025 osoitteesta <https://nanomoldcoating.com/cold-runner-vs-hot-runner-molding-systems/>

Östman, M. 2023. Muottiin valetut vuodet – Muottituote Group täytti 50 vuotta. Haettu 2.4.2025 osoitteesta <https://www.muottituote.fi/muottiin-valetut-vuodet-muottituotegroup-taytti-50-vuotta/>

Regloplas. n.d. Temperature Control in Plastic Injection Moulds. Haettu 5.4.2025 osoitteesta <https://www.regloplas.com/en/technologies/mould-temperature-control/temperature-control-in-plastic-injection-moulds>

Richconn. 2024. High-Speed Machining: Definition, Application & Advantages. Haettu 22.4.2025 osoitteesta <https://richconn.com/high-speed-machining>

Ravi, B. 2007. Haettu 2.4.2025 osoitteesta https://www.researchgate.net/figure/Construction-of-a-typical-injection-mold_fig1_239395993

Ronan Ye. 2020. Haettu 5.4.2025 osoitteesta <https://www.3erp.com/blog/the-entire-process-of-mold-making/>

Ronan Ye, 3ERP. 2025. What is Polishing? Haettu 22.4.2025 osoitteesta <https://www.3erp.com/blog/what-is-polishing/>

Saikkonen, J. 2024. Haettu 7.5.2025 osoitteesta <https://vertex.fi/flow/2024/09/02/mita-tarkoittaa-pdm/>

SAP. 2024. What is ERP? Haettu 23.5.2025 osoitteesta <https://www.sap.com/finland/products/erp/what-is-erp.html>

Stoekhert, K. & Mennig, G. 1998. *Mold-Making Handbook* (2nd ed.). Hanser Publishers.

TK-Tiimi. 2024. Haettu 2.4.2025 osoitteesta <https://tktiimi.fi/ruiskuvalumuotin-merkitys-tarkkuudessa/>

VMT Plastic. 2023. Muoviratkaisut – Ruiskuvalu. Haettu 2.4.2025 osoitteesta <https://vmtplastic.fi/muoviratkaisut/ruiskuvalu>

VolksMolds. 2024. Plastic Mold Steel Hardening – What, Where, Why and How. Haettu 22.4.2025 osoitteesta <https://volksmolds.com/2024/06/11/plastic-mold-steel-hardening>

Valuatlas, Höök, T. & Nykänen, S. 2015. Ruiskuvalu – Valuatlas. Haettu 2.4.2025 osoitteesta <https://doczz.net/doc/7056122/ruiskuvalu---valuatlas>

Valuatlas, Höök, T. 2014. Muotinperusrakenne. Haettu 2.4.2025 osoitteesta <https://docplayer.fi/6310214-Http-www-valuatlas-net-valuatlas-ja-cae-ds-muotin-suunnittelu-tuula-hook.html>

Liitteet

Liite 1 Kohdeyrityksen kansiorakenne

Liite 2 Kohdeyrityksen prosessikuvaus muutoksenhallinnasta

Nimi	Muokkauspäivä	Tyyppi	Koko
2-D kuvat(PDF)	1.12.2022 13.25	Tiedostokansio	
3D	17.10.2022 13.29	Tiedostokansio	
Alihankinta	19.10.2021 9.47	Tiedostokansio	
Byrokratia	1.12.2022 13.25	Tiedostokansio	
Koeajo	17.10.2022 13.33	Tiedostokansio	
Mittaus	17.10.2022 13.32	Tiedostokansio	
Muutokset	26.10.2022 10.53	Tiedostokansio	
Tuote	17.10.2022 13.28	Tiedostokansio	
Valmistus	6.2.2025 10.15	Tiedostokansio	
Varaosat	17.10.2022 13.49	Tiedostokansio	



Muutosten hallinta

Päivitetyt kohdat

1. Asiakas ilmoittaa muutoksesta tuotanto- tai tehtaanjohtajalle
2. Tuotanto- tai tehtaanjohtaja käsittelee muutoksen suunnittelijoiden kanssa
3. Muutoksesta tehdään asiakkaalle tarjous
4. Asiakas tekee muutoksesta tilauksen
5. Suunnittelu toteuttaa muutoksen sekä päivittää tarvittavat dokumentit
 - o Dokumentit oltava merkitty niin, että niiden eri versiot ovat tunnistettavissa
 - o Suunnittelu laatii muutoksesta PowerPoint-esityksen, jossa on esitetty muutos sekä tarvittaessa hitsausohjeet
6. Työnjohto ja suunnittelu jalkauttavat päivitetyt dokumentit tuotantoon
 - o Vanhat tulosteet hävitettävä
7. Projekti jatkuu muotinvalmistusprosessin mukaisesti

