



Karelia-ammattikorkeakoulu
Insinööri
Konetekniikka

Iskulaskurin valinta ruiskuvalu- muotille

Teemu Rissanen

Opinnäytetyö, toukokuu 2022

www.karelia.fi



OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2022
Konetekniikan koulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Tekijä(t)
Teemu Rissanen

Nimeke
Iskulaskurin valinta ruiskuvalumuotille

Toimeksiantaja
Muovisola Oy

Tiivistelmä

Opinnäytetyö tehtiin ruiskuvalumuotin huollon ajankohdan määrittämistarpeesta iskukoh-
taisesti, ja siinä tarkasteltiin useita automatisoituja iskulaskureita ja niiden järjestelmiä.
Tarve opinnäytetyölle syntyi Muovisola Oy:n tarpeesta huoltaa ruiskuvalumuotit säännöl-
lisesti ja saada niistä dokumentointi.


Opinnäytetyö toteutettiin vertailemalla useampia iskulaskurivaihtoehtoa niiden valmista-
jien tarjoamien aineistojen pohjalta. Vertailujen vaihtoehtojen joukosta valittiin yksi jär-
jestelmä, joka sopii parhaiten Muovisola Oy:n tarpeisiin. Opinnäytetyön tietoperustana
on muovien, ruiskuvalukoneen ja -muotin teoriaa, jotka kerättiin Karelia-ammattikorea-
koulun kirjaston ja henkilökunnan tarjoamasta kirjallisuudesta. Tarjolla olleista kirjoista
kerättiin oleellinen tieto muottien huoltamiseen liittyen ja vanhemman kirjallisuuden koh-
dalla on tarkasteltu tietoa kriittisemmin.

Opinnäytetyön tuloksena valittiin iskulaskurijärjestelmä, joka sopii Muovisola Oy:n tarpei-
siin. Opinnäytetyön hyöty Muovisola Oy:lle on se, että siinä tiivistettiin saatavilla oleva
oleellinen tieto sopivimmista iskulaskurijärjestelmistä sekä valittiin heidän tuotantoonsa
sopivin järjestelmä.

Kieli
suomi

Sivuja 41
Liitteet 2
Liitesivumäärä 5

Asiasanat
Ruiskuvalumuotti, Iskulaskuri, Huolto

 Karelia UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	THESIS January 2022 Degree Programme in Mechanical Engineering Tikkarinne 9 80200 JOENSUU FINLAND + 358 13 260 600
Author (s) Teemu Rissanen	
Title Impact Counter Selection for Injection Mold Commissioned by Muovisola Oy	
Abstract The thesis was carried out on the need to determine the time of injection mold maintenance on a per - impact basis and it examined several automated impact counters and their systems. The need for the thesis arose from Muovisola Oy's need to regularly service injection molds and to have them documented. The thesis was implemented by comparing several impact counter options based on the data provided by their manufacturers. From the compared alternatives, one system was selected that would best suit Muovisola Oy's needs. The knowledge base of the thesis is the theory of plastics, injection molding machine and mold, which the author collected from books offered by the library and staff of Karelia University of Applied Sciences. Relevant information was collected from the books in connection with the maintenance of molds, and the information in older books was examined more critically. As a result of the thesis, an impact counter system was selected that suits the needs of Muovisola Oy. The benefit of the thesis for Muovisola Oy is that it summarizes the available essential information about the most suitable impact counter systems and selects the most suitable system for their production.	
Language Finnish	Pages 41 Appendices 2 Pages of Appendices 5
Keywords injection mold, impact counter, maintenance	

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Muovit	7
3	Ruiskuvalu	8
3.1	Ruiskuvalukoneen rakenne	8
3.1.1	Sulkuyksikkö	9
3.1.2	Ruiskutusyksikkö	10
3.1.3	Käyttöyksikkö	10
3.1.4	Ohjausyksikkö	10
4	Ruiskuvalumuotti	11
4.1	Ruiskuvalumuotin rakenne	11
4.2	Muotin huolto	13
4.2.1	Dokumentointi	14
4.2.2	Puhdistus	16
4.2.3	Voitelu	17
5	Iskulaskurijärjestelmät	17
5.1	Iskulaskurijärjestelmän soveltuvuus huollon ajankohdan määrittämiseen	17
5.2	Moldmind 2	18
5.3	Moldmaker	19
5.3.1	Tiedonsiirto	20
5.3.2	Järjestelmä	21
5.3.3	Iskulaskurit ja vastaanottimet	21
5.4	eMoldino iot sensor	23
5.4.1	Tiedonsiirto	23
5.4.2	Järjestelmä	24
5.4.3	Huollon ilmoitus	24
5.5	Progressive Components	25
5.5.1	Tiedonsiirto	25
5.5.2	Raportit	26
5.5.3	CVe-laskurin näyttö	28
5.6	Strack	29
5.6.1	Tiedonsiirto ja tarkastelu	29
5.6.2	Iskulaskuri	30
6	Tulokset	31
6.1	Iskulaskureiden sijoittaminen ruiskuvalumuotteihin	31
6.2	Huollon määrittäminen	32
7	Vaihtoehtojen vertaileminen	33
7.1	Männer	34
7.2	Moldmaker	35
7.3	EMoldino	35
7.4	Progressive Components	36
7.5	Strack	37
8	Pohdinta	37
	Lähteet	40
	Liitteet	
Liite 1	Moldmakerin suosittelijalista	
Liite 2	Moldmakersin järjestelmän hinnat	

1 Johdanto

Kirjoitan opinnäytetyöni Muovisola Oy:lle, joka valmistaa ruiskuvalumenetelmillä erilaisia tuotteita pääsääntöisesti lääketeollisuuteen. Opinnäytetyöni aiheena on Muovisola Oy:lle soveltuvien iskulaskurijärjestelmien vertailu ja valitseminen. Tulen esittelemään opinnäytetyössäni ruiskuvalukoneen rakennetta muotin ympäriltä, muoveja ja niiden käyttäytymistä muotissa. Sekä muotin huoltamista, iskulaskureiden järjestelmiä ja -sijoittamista muottiin. Esittelen myös huollonmäärittämistä, iskulaskureiden eroja sekä sopivimman vaihtoehdon Muovisola Oy:lle.

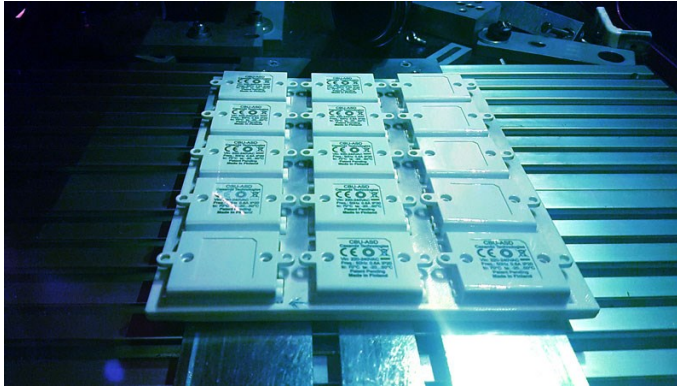
Opinnäytetyön lähtökohta on se, ettei muottien huollolle ole määritelty huoltoväliä. Muottien huoltaminen on suoritettu vasta silloin kun se on vaurioitunut tai sen valmistamat kappaleet ovat olleet heikkolaatuisia. Huollontarve on määritelty tarkastamalla muotin likaisuus silmämääräisesti. Opinnäytetyön tavoitteena on löytää mahdollisimman hyvä ja hyödyllinen iskulaskurijärjestelmä muoteille. Näiden iskulaskureiden tulee seurata muotin iskumäärää ja antaa tietyissä iskumäärissä hälytys työnjohdolle. Näiden iskumäärien perusteella työnjohto osaa määrittää muotin huoltotarpeen ja tehdä tarvittavat toimenpiteet.

Opinnäytetyö tehtiin Muovisola Oy:lle, joka tuottaa erilaisia muovista ruiskuvallettuja tuotteita ja niiden jälkikäsittelyä eri yrityksille niiden tarpeiden mukaisesti. Muovisola Oy on aloittanut toimintansa Polvijärvellä alihankkijayrityksenä vuonna 1993. Nykyään Muovisola Oy toimii Solan vanhan kyläkoulun tiloissa, johon on rakennettu modernit ja erityiset, hygieniavaatimukset täyttävät tuotantotilat (kuva 1.). Muovisola Oy työllistää 20 henkilöä, ja sillä on käytössään laatu- ja ympäristöjärjestelmät: ISO 9001, ISO 14001 ja ISO 13485. (Muovisola Oy 2018.)



Kuva 1. Muovisola Oy:n uudet tuotantotilat (Muovisola Oy 2018).

Tuotannon suuruus on tällä hetkellä noin 28 ruiskuvalukonetta, jotka ovat Haitian-, Arburg- ja Engel-merkkisiä. Muovisola Oy:llä ei ole omia muotteja, vaan kaikki ovat asiakkaiden omistamia. Muottien ikä vaihtelee hyvin paljon asiakkaiden mukaan ja ne ovat pääsääntöisesti yksipesäisiä. Automaation määrä on suuri tuotannossa, kun melkein jokaista konetta operoi tuotannonautomaatiobotti. Yritys tarjoaa myös monipuolisesti mahdollisuuksia tuotteiden jälkikäsittelylle, kuten lasermerkkauksia (kuva 2), kokoonpanoa tai UÄ-hitsausta (Muovisola Oy 2018). Yritys on automatisoinut tuotteiden jälkikäsittelyä, esimerkiksi yhdistämällä painatuskoneen tuotantosoluun, jolloin kone pakkaa painatetun kappaleen suoraan kuljetuslaatikkoon.



Kuva 2. Tuotteiden laser merkkäus (Muovisola Oy 2018)

Laadunvalvontaa suoritetaan työn ohessa säännöllisin väliajoin, jolloin tarkastetaan kaikkien tuotannossa olevien tuotteiden laatu. Laatu valvoo siihen perehdytetyt henkilöt. Laadusta vastaa tuotannon laatuvaastaava, joka seuraa, että standardin ISO 13485 vaatimukset täyttyvät. Kaikki tuotteet tuotetaan puhdastiloissa, ja niitä käsitellään ainoastaan puhtailla kertakäyttöisillä käsineillä. Tämän lisäksi ne pakataan ilmatiiviisiin pakkauksiin ennen varastoimista. Näin varmistetaan tuotteiden puhtaus ja vaadittu laatu.

2 Muovit

Parhaan mahdollisen muovimateriaalin valinta on hyvin haastavaa, koska vaihtoehtoja on yli satatuhatta erilaista variaatiota. Muovimateriaalin valintaan vaikuttaa moni tekijä, kuten sen työstettävyys, muotoutuminen haluttuun muotoon sekä käyttökohde. Näiden lisäksi muovimateriaalien ominaisuudet ovat monimutkaisempia kuin useimpien muiden materiaalien. Vain osa ominaisuuksista on pysyviä, ja yleensä näistä on saatavilla hyvin vähän tietoa. Näihin harvinaisiin ominaisuuksiin kuuluvat perusominaisuudet, kuten moduuli, myötöraja ja viskositeetti. Näihin perusominaisuuksiin voi vaikuttaa venymä, venymänopeus, lämpötila, kosteus, aika ja prosessi. (Beaumont 2002, 469–470.) Muovien ominaisuuksiin vaikuttaa suuresti myös valmistusprosessi. Ruiskuvaluprosessissa polymeerimolekyylien orientaatioon ja epäsymmetriaan täyteaineissa

vaikuttavat muun muassa muovin jäähtymisaika, virtaussuunta ja virtaustyyppi. (Beaumont 2002, 471.)

Muovien ruiskuvalussa tulee huomioida muottikutistuma. Muottikutistumaksi sanotaan ruiskuvaletun kappaleen jähmettymisen aikana tapahtuvaa kutistumaa. Tämä vaikuttaa suuresti valmistettävien kappaleiden mittoihin, muotoon ja ulostyöntöön. Vaikka lämpötilalla on suuri merkitys muottikutistumaan, se ei ole ainoa kutistumaa aiheuttava tekijä. Siihen vaikuttaa myös: jälkipainetaso ja -aika, muotin- ja massan lämpötila, kappaleen seinämävahvuus, etäisyys ruiskuvaluportista, muovilaji sekä sen kiteisyysaste. Kutistumiskäyttäytymisen hallitseminen on vaikeaa, kun huomioi kaikki edellä mainitut tekijät. (Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999, 141.)

Muotin huono suorituskyky tulee johtamaan epäonnistuneiden tuotteiden määrän kasvuun. Suuri määrä epäonnistuneita kappaleita vaikuttaa materiaalikustannuksiin kulutuksen kautta. Suurissa tuotantomäärissä epäonnistuneiden kappaleiden määrän tulisi olla alle 1 % ja pienemmissä tuotantoerissä epäonnistuneiden kappaleiden määrän tulisi olla alle 5 % kokonaismäärästä. (Herbert 2022, 558.)

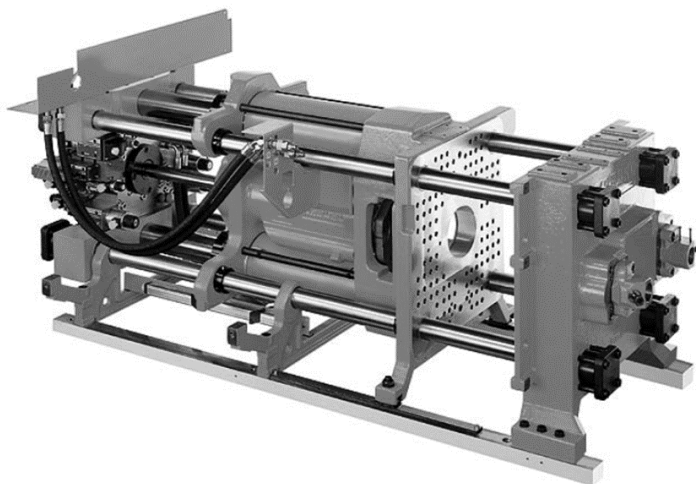
3 Ruiskuvalu

3.1 Ruiskuvalukoneen rakenne

Ruiskuvalukoneen yleisimmät toiminnalliset kokonaisuudet ovat: sulk-, ruiskutus-, käyttö- ja ohjausyksikkö. Nämä yksiköt kokonaisuudessaan mahdollistavat ruiskuvalukoneen toiminnan. Ruiskuvalukoneelta vaadittavat tehtävät ovat hallita muotin avaus- ja sulkemisliikkeitä, tuottaa tarvittava sulkuvoima muottien kiinnipitoon, ruiskuttaa plastisoitu massa muottiin sekä plastisoida uusi annos. (Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999, 92.)

3.1.1 Sulkuyksikkö

Sulkuyksikkö toteuttaa muotin avaamisen kappaleen ulostyöntöä varten, muotin sulkemista seuraavaa ruiskutusta varten ja muotin kiinnipidon ruiskutuksen ja jälkipaineen aikana. Se on yleisesti ruiskuvalukoneen suurin toiminnallinen kokonaisuus ja sen vuoksi sulkuvoimaa ja P :n arvoa käytetään koneiden kokovertailussa. Arvo P tulee Kaavasta $P=V_{s,max} \cdot P_{in,max}/1000$, jossa $V_{s,max}$ on maksimaalinen iskuutilavuus ja $P_{in,max}$ on maksimi ruiskutusaineen paine. Ruiskukonevalmistajat ilmoittavat koneen kokoluokan ja sulkuvoiman tehdasmerkinnöissään esimerkiksi 225/40, jossa 225 on arvo P ja 40 on sulkuvoima tonneissa. (Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999, 93–94.)



Kuva 3. Hydraulinen sulkuyksikkö (Goodship 2004, 37).

Sulkuyksiköitä on kolmenlaisia. Nämä ovat hydraulinen (kuva 3.), hydraulismekaaninen ja mekaaninen. Näiden kolmen eri sulkuyksikön välillä eroavaisuudet ovat suurimmaksi osaksi sulkemis-/avaamisliikkeessä ja jälkipaineen pidossa. Robertin (2002, 190–192) mukaan hydraulista sulkuyksikköä suositetaan sen yksinkertaisuuden takia. Yksinkertaisen siitä tekee se, että sulkeminen/avaaminen ja jälkipaineen pito toteutetaan yhdellä suurella sylinterillä. Hydraulismekaaninen sulkuyksikkö eroaa tästä sylinterin koolta. (Robert 2002, 190–192). Järvelän ym. (1999, 94–97) mukaan hydraulismekaanisessa sulkuyksikössä sulkemisliike tapahtuu yhdellä tai useammalla pienellä pitkäiskuisella sylinterillä.

Muotin lukitus tapahtuu mekaanisesti lukituselementeillä ja tarvittava sulkuvoima saadaan muodostamalla hydraulinen paine. Mekaanisessa sulkukytkössä taas sulkua-/avausliike tapahtuu niveltankojen kautta. Yksinkertaisimmillaan hydraulisylinteri käyttää kahden niveltangon mekanismia sulkua-/avausliikkeen luomiseksi. Kun lisätään nivelten määrää, saadaan muutettua sulkua-/avausliikkeen nopeutta ja suuruutta. (Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999, 94–97.)

3.1.2 Ruiskutusyksikkö

Ruiskutusyksikkö koostuu pääpiirteittään kuudesta elementistä: sylinteristä, kierukkaruuvista, syöttösuppilosta, hydraulisylinteristä, lämpövastuksista ja suuttimesta (Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999, 100–101). Ruiskutusyksikön tehtävä on hyvin yksinkertainen, se saa muoviraaka-aineen pieninä rakeina syöttösuppilosta ja muoviraaka-aine kulkeutuu ruuvien avulla eteenpäin. Matkalla lämmitysvastukset sulattavat muoviraaka-aineen, jonka sylinteri lopulta painaa muotin sisälle suurella paineella. (Rauwendaal & Graman 2002, 140).

3.1.3 Käyttöyksikkö

Käyttöyksikkö voi olla sähköhydraulinen tai täyssähköinen. Sähköhydraulisen järjestelmän etuna on energian siirto tarvittaviin paikkoihin putkia ja letkuja pitkin, joten siinä ei ole erityistä tarvetta kaapeleille ja hammastangoille. Täyssähköisten järjestelmien etuna on niiden tarkka säätömahdollisuus liikkeissä, matalampi melutaso, liikkeiden nopeus ja matalampi energiankulutus. (Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999, 108.)

3.1.4 Ohjausyksikkö

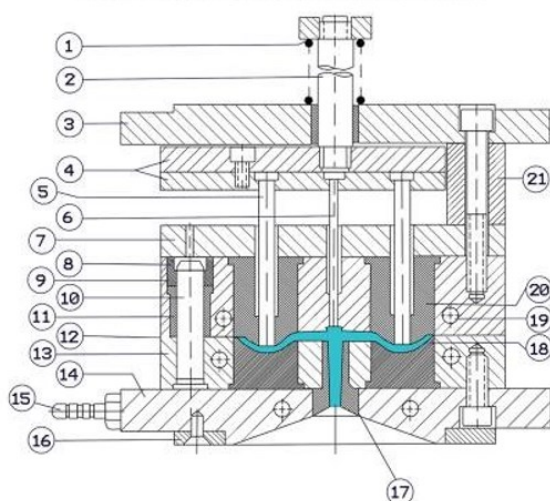
Ohjausyksikkö on oleellinen osa ruiskuvalukoneen automaattista toimintaa. Se laskee ruiskuvalukoneen prosessi- ja säätöarvoja ja ohjaa/säätää muun muassa lämpötiloja, ruiskutusnopeutta, jälkipainetta ja keernojen toimintaa.

Ruiskuvalukoneet valvovat myös valmistettujen tuotteiden laatua toteutuneiden arvojen perusteella. Se voi valvoa muun muassa jakso-, ruiskutus-, jäähdytysai-
kaa sekä sylinterinlämpötiloja ja annosmatkaa. Laaduntarkkailuohjelmalla voi-
daan myös säätää prosessia optimaalisemmaksi siitä saatujen parametrien
avulla. (Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999, 111–112).

4 Ruiskuvalumuotti

4.1 Ruiskuvalumuotin rakenne

Muotti (kuva 4.) on keskeisin osa ruiskuvalukoneessa. Pääsääntöisesti muotti koostuu viidestä osasta: valukanavasta, portista, muottipesästä, jäähdytysjärjestelmästä ja ulostyöntäjästä. (Osswald, Turng & Gramann 2002, 11.) Muotti valmistetaan halutun tuotteen muotojen mukaisesti, ottaen huomioon muovin virtaamisen ja jakautumisen muotin sisällä. Muotti on pääsääntöisesti yhdistelmä kahdesta muotin puolikkaasta: liikkuvasta ja kiinteästä puolesta. Muotin kiinteässä puolella on syöttökanava, portti ja muottipesän puolikas. Liikkuvalla puolella on muottipesän puolikas, jäähdytysjärjestelmä sekä ulostyöntäjä. (Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999, 114–115.)



Kuva 4. Muotin osien nimitykset (kuva: Järvelä ym. 2000, 114).

Kuvassa 4 on esitetty ruiskuvalumuotin perusrakenne. Siinä numeroidut osat ovat:

1. ulostyönnön palautusjousi
2. ulostyönnöntanko
3. kiinnityslevy
4. ulostyöntö- ja ulostyönnön tukilevy
5. ulostyöntötappi
6. valutapin ulostyöntötappi
7. välilevy
8. holkki
9. muottilevy
10. ohjaustappi
11. ohjausholkki
12. jakotaso
13. muottilevy
14. kiinnityslevy
15. jäähdytysnesteeniitin
16. ohjausrenkas
17. muotin suutin
18. muottipesäistukas (insertti)
19. jäähdytyskanava
20. muottipesäistukas (insertti)
21. tukipala

Beaumontin (2002, 245) mukaan ruiskuvalussa tuotetun kappaleen valmistukseen kuluva aika sanotaan jaksoajaksi. Muottien valmistuksessa käytetään yleensä +/- 0.005 mm suuruista toleranssia ja sen tulee olla tarpeeksi kestävä ja kestää tuhansista miljooniin ruiskuvalukoneen jaksoa. Ruiskuvalun aikana

muottiin vaikuttaa yleensä yli tuhansien tonnien suuruiset voimat. Nämä voimat tulevat sykleittäin ja heikentävät siten muotin jokaisen osan käyttöikä. (Beaumont 2002, 245.)

Muotilla on neljä perustehtävää ja ne voidaan jakaa seuraavasti: ”—toimia massulan juoksukanavana, antaa ruiskuvalukappaleelle haluttu muoto, jäähdyttää ja jähmeyttää massasula kiinteään olomuotoon sekä työntää valmis kappale ulos muotista ” (Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999, 113). Järvelän ym. (1999, 113) mukaan, jotta muotti voisi täyttää edelliset neljä perustehtävää sen täytyy:—kestää suurta massan painetta kanavissa ja muottipesässä, kestää suuria ruiskuvalukoneen sulkuvoiman aiheuttamia rasituksia, olla helposti avattavissa ruiskuvalukoneen muottipöydän avausliikkeellä sekä ohjata muottipuolikkaat tarkasti oikeaan kohtaan toisiaan vasten muotin sulkeutuessa” (Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999, 113). Ruiskuvaletun kappaleen ulostyönnössä tulee huomioida, että kappale säilyy ehjänä, työnnöstä ei jää jälkiä, työnnöstä aiheutuvat rasitukset jakautuvat tasaisesti kappaleeseen sekä kappale on mahdollista poistaa muotista helposti. Ulostyöntimenä kannattaa suosia ulostyöntörengasta ulostyöntötappien sijaan, koska ulostyöntörengaassa rasitukset jakautuvat hyvin tasaisesti kappaleeseen. Ulostyöntötappeja käyttäessä tulee huomioida, että niitä on riittävästi ja että ne ovat tarpeeksi suuria halkaisijaltaan. Myös paineilmaa on hyvä käyttää laajapintaisten kappaleiden irrotuksessa, koska kappaleen ja muotin välissä ei ole rakoja, josta ilma pääsisi kulkeutumaan ja kappale on vakuumin takia hyvin tiukasti muotissa kiinni. (Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999, 146–147.)

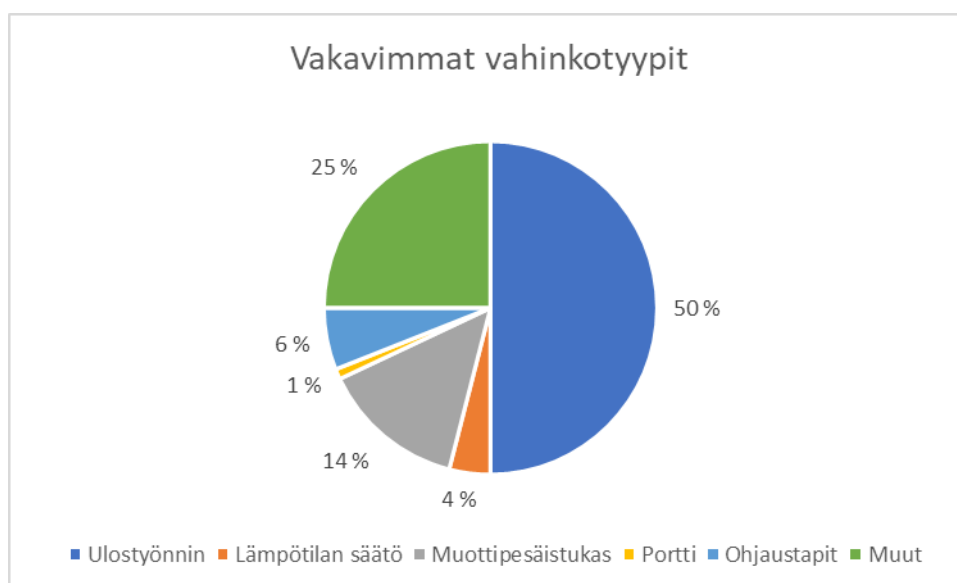
4.2 Muotin huolto

Ruiskuvalunmuottien huoltoa ei voi yleistää, koska jokainen muotti on erilainen. Huollon yleisimpiä ennaltaehkäisytoimia ovat maksimaalinen standardointi, muottistandardien käyttö, kulutusta kestävä rakenne kitkapareille sekä osien helppo saatavuus ja vaihdettavuus. Huollon suunnittelussa tulee huomioida muottivauriot, joiden yleisimpiä syitä ovat kuluminen, asetusvirheet ja käyttövirheet. (Menges, Michaeli & Mohren 2001, 529.)

4.2.1 Dokumentointi

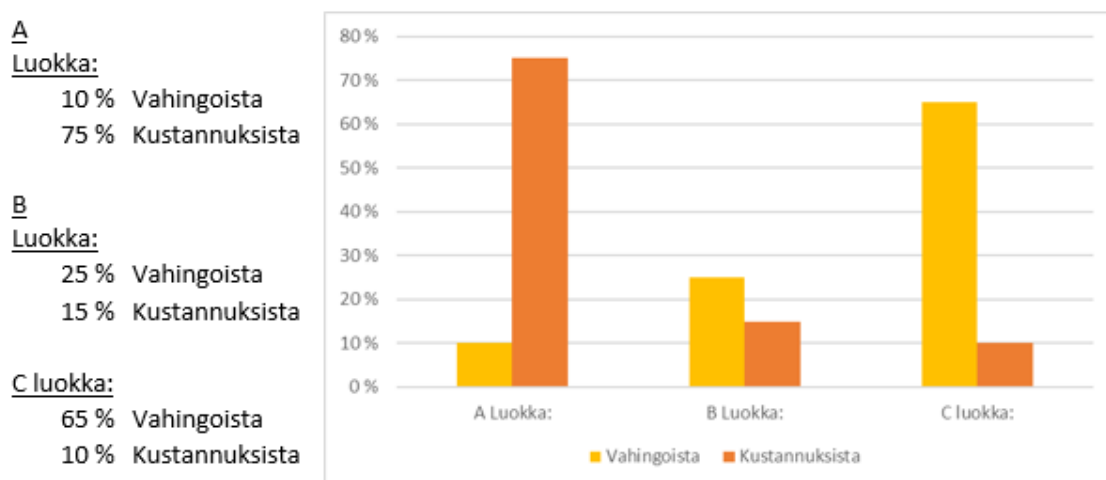
Muotin huollosta tulevaa tietoa tarvitaan kahdella alueella. Muotihuollosta saatua tietoa tarvitaan ensimmäiseksi suoraan ja epäsuorasti nousevien kustannuksien tarkkailussa ja hallitsemisessa. Raportointia tulisi tapahtua kaikista muoteista, joko tietyistä muottiluokista, yksittäisistä muoteista tai toiminnallisista ryhmistä. Toinen alue on valikoiva heikkojen kohtien analyysi, joka vaatii tarkkaa tietojen hankintaa. Tietojen hankinnassa tulee huomioida vauriot muotissa sekä eritellä, ovatko ne aiheutuneet vahingossa vai normaalissa käytössä. (Menges, Michaeli & Mohren 2001, 530.)

Muotin säännöllistä huoltamista/korjaamista varten tulee tietää muotin iskumäärä. Muotin tarkka iskumäärä tulee tietää, koska se on kulumisen määräävä tekijä. Dokumentointiin on tärkeä kirjata, onko korjaus aikataulutettu vai ei. Valikoivan heikkojen kohtien analyysin kannalta tulee kirjata myös, mikä muotin osa on tarvinnut huoltotoimenpiteitä, kuvaus vahingoista ja kuinka vahinko syntyi. Kustannusten seurannan vuoksi tulee dokumentointiin kirjata kustannukset eriteltynä suoriin- ja epäsuoriin kustannuksiin. (Menges, Michaeli & Mohren 2001, 530–531.)



Kuva 5. Korjaustoimien määrä muotin elinkaaren ajalta (Menges, Michaeli & Mohren 2001, 532).

Huoltojen ja korjauksien dokumentoinnin ja seurannan tärkeys korostuu kustannuksia seurattaessa Pareton periaatteen mukaisesti. Sen mukaan pieni määrä vian aiheuttajia tuottaa suurimmat kulut. Vakavimpien vahinkotyyppien osuuksia seuraamalla saadaan selville, että vain viisi syytä muodostaa yli 50 % kaikista vioista (kuva 5). Pareton periaatteesta johdettu ABC-analyysi (kuva 6.) jakaa muotit ja niiden vauriot kolmeen eri ryhmään niiden aiheuttamien kustannuksien suuruuden mukaan. Tällä analyysillä on mahdollista vähentää työmäärää, koska se rajaa huomion suurimpiin kustannuksien aiheuttajiin. Jotta analyysi olisi mahdollisimman helppokäyttöinen, kannattaa siihen yhdistää numerointijärjestelmä eri muotin osille ja vioille. Ei kuitenkaan kannata listata kuin korkeintaan kymmenen eri vikaa kullekin muotin osalle. Mikäli numerointijärjestelmä toteutuu, olisi siinä kaksi merkitsevää numeroa. Esimerkiksi ulostyöntimen murtuminen olisi numerojärjestelmässä 41, jossa 4 tarkoittaisi irroitusjärjestelmää ja 1 tarkoittaisi murtumista. Suurin hyöty tässä yksiselitteisessä vaurion tunnistamisessa on datan hankinnan mahdollisuus. Lisäksi numerointijärjestelmä mahdollistaa suoran luokittelun ja osaa ohjata oikeaan korjausohjeeseen. (Menges, Michaeli & Mohren 2001, 533–534.)



Kuva 6. ABC-analyysi vahingoista (Menges, Michaeli & Mohren 2001, 533).

Yleisesti ottaen käyttöikä on käytännössä rajaton useimpien tuotteiden fyysistenmuuttien kohdalla. Käyttöikä saadaan mahdollisimman suureksi, kun muotti

on oikein suunniteltu, eikä se ole vaurioitunut laiminlyönneistä, huonosta käytöstä tai onnettomuuksista johtuen. (Herbert 2022, 554.)

Tärkeimmät kohdat, jotka vaikuttavat muotin käyttöikään negatiivisesti ovat

- muotin osien riittämätön lujuus kestämään puristusvoimien, irrotusvoimien ja lämpölaajenemiseron aiheuttamia kuormia
- väärä muottimateriaalin valinta
- epäasianmukainen väsymisvara muottiteräksessä
- virheelliset lämpökäsittelyvaatimukset
- liukupintojen voitelun puute
- virheelliset asetukset ruiskuvalukoneessa
- puutteelliset huoltokäytännöt ja muotin karkea käsittely, varsinkin jos koneen käsittelijä ei noudata määriteltyjä koneen käynnistys- ja huoltotoimenpiteitä.

Muita muotin elinkaareen vaikuttavia tekijöitä ovat:

- epäpuhtaiden muovien käyttö
- hankaavat tai syövyttävät täyteaineet, kuten lasi ja muut vastaavat lisäaineet
- ruostuttavat muovit, saattavat vaurioittaa heikosti suojattua muottimateriaalia
- korkea ilmankosteus
- lika ja ruostuttava jäähdytysneste.

(Herbert 2022, 554.)

4.2.2 Puhdistus

Muotit tulee puhdistaa, jotta valmistettavista kappaleista tulisi virheettömiä. Monomeerien, oligomeerien ja polymeerien lisäksi muotin pinnalta tulee puhdistaa myös korroosionsuoja- ja voiteluaineet. Muotin toimintaan pystyy vaikuttamaan myös pöly. Puhdistuksessa tulee huomioida, ettei vahingoita muotin pintaa. Onteloiden puhdistus tapahtuu pyyhkimällä, harjaamalla tai suihkuttamalla ja kiillottamalla. Puhdistusprosessia suunniteltaessa tulee huomioida puhdistusaineiden ympäristövaikutukset ja valita mahdollisimman ympäristöystävällinen menetelmä. (Mennig & Stoeckhert 1998, 540–541.)

4.2.3 Voitelu

Kuormituksen alaisena toistensa päällä liukuvat muotinosat ovat voideltava, lukuun ottamatta itsevoitelevia osia. Voitelun tulee vähentää kitkaa, haihduttaa lämpöä ja suojata likaantumiselta. Voitelu tulee uusia säännöllisin väliajoin, kuitenkin 50 000 syklin tai kahdeksan viikon välein. Voiteluvälin pituus riippuu muotin monimutkaisuudesta ja ajoittain voi olla tarpeellista lisätä voiteluainetta päivittäin. (Mennig & Stoeckhert 1998, 543.)

5 Iskulaskurijärjestelmät

5.1 Iskulaskurijärjestelmän soveltuvuus huollon ajankohdan määrittämiseen

Järjestelmän hankinta ruiskuvalumuotin iskujen seurantaan on oleellinen osa muottien huollon kehittämistä, koska sen avulla on mahdollista toteuttaa muottien säännöllinen huoltaminen niiden käytön mukaan. Muottien huollon tarve perustuu muottien tekemien iskujen määrään. Iskumäärää seuraamalla on mahdollista huoltaa jokainen muotti säännöllisesti ja mahdollisesti ennakoida niiden huoltoajankohdat. Iskulaskurien seuraamaa iskumäärää voidaan hyödyntää myös tuotannon kehittämistarkoituksissa, kuten esimerkiksi muotin valmistamien tuotteiden onnistumisprosentin seurannassa.

Tässä kappaleessa esitetyt järjestelmät olen löytänyt etsimällä tietoa netistä sekä Muovisola Oy:n ja Karelia-ammattikorkeakoulun henkilökunnan avustuksella. Vastaavia järjestelmiä on valittujen lisäksi muitakin, mutta ne olivat joko epäsoivia tai niistä löytyvä tieto ei ollut riittävää. Vaihtoehtoisia järjestelmiä, jotka eivät päässeet mukaan vertailuun, olivat muun muassa kiiltomittari ja Process geniuksen iskulaskurijärjestelmä. Kiiltomittari karsiutui pois, koska sen yhdistäminen automaatioon olisi ollut haastavaa. Process genius tarjosi hyvän ehdotuksen järjestelmän toteuttamiseen. Se ei ollut vertailussa, koska heillä ei ollut tarjota valmista järjestelmää. Heillä oli tarjota suunnitelma järjestelmän

toteutuksesta, mutta tämän jälkeen edessä olisi järjestelmän rakentaminen ja testaus.

5.2 Moldmind 2

Männerin valmistama Moldmind II on digitaalinen muotin parametrien seuranta-työkalu. Järjestelmä kokoaa helposti yhteen paikkaan paljon oleellista tietoa muotista ja sen toiminnasta koko sen elinkaaren ajalta. Järjestelmä myös varoittaa, jos muotin toiminnassa tapahtuu kriittinen poikkeama ja asetetut raja-arvot ylittyvät. (Männer 2022.)

Tiedon siirto Moldmind II-anturista tapahtuu useampaa reittiä pitkin, riippuen siirrettävästä tiedosta ja valituista tavoista (kuva 7). Tiedonsiirrossa käytetään Bluetooth-yhteyttä, OPC/UA-yhteyttä, tekstiviestiä tai digitaalista I/O:ta. (Männer 2022.) Bluetooth on ehkä tunnetuin tiedonsiirtotapa. Melanien (2022) mukaan Bluetooth on tarkoitettu lyhyen matkan langattomaan tiedonsiirtoon ja sen toiminta rajoittuu 10 metrin alueelle ja kahdesta kahdeksaan laiteeseen. RTA:n (2022) mukaan OPC/UA on luotettava, suojattu ja avoin tiedonsiirtomekanismi anturilta pilvipalvelimeen. Moldmind hyödyntää tekstiviestejä hälytyksien antamiseen, jos muotin toiminnassa tapahtuu jotain normaalista poikkeavaa (Männer 2022). Contecin (2022) mukaan digitaalisella I/O:lla tarkoitetaan liitäntäkorttia, jonka avulla tietojen lähettäminen ja vastaanottaminen tietokoneen ja anturin välillä on mahdollista.



Kuva 7. Moldmind II tiedon siirtyminen anturista (Männer 2022).

Moldmind II seuraa muotin tärkeimpiä parametreja läpi koko muotin elinkaaren. Parametreja pääsee tarkastelemaan älylaitteilla mistäpäin maailmaa tahansa reaaliajassa. Muotista tallennettavat parametrit ovat: iskumäärä, minimi ja maksimi sykli aika, profiilin lämpötila, käyttöaika, katkokset tuotannossa, muotin sisäinen paine sekä tappien liikkeet lämpötilan ollessa alle käyttölämpötilan. Moldmindin tarjoamasta järjestelmästä näkee kaikki sen tallentamat tiedot ja se tarjoaa myös työkalun muottien huoltamisen tueksi. Järjestelmään on koottu helposti saataville muotin huollon ajastimet sekä kansioita muotin huoltotiedoille, kuten huolto-ohjeille ja huollon dokumentoinnille. Huollon ajastimet mahdollistavat huollon vaatimien resurssien varaamisen ennen huoltoa. (Männer 2022.)

5.3 Moldmaker

Moldmaker tarjoaa moderneja iskumäärän seurantatyökaluja ruiskuvalutuotantoon. Järjestelmä tarjoaa yksinkertaisen tavan seurata muotin iskujen määrää ja lämpötilaa reaaliajassa yhdestä paikasta. (Moldmaker 2022.)



Kuva 8. Moldmakerin tarjoama järjestelmä kokonaisuudessaan (Moldmaker 2022).

5.3.1 Tiedonsiirto

Järjestelmän toiminta on hyvin yksinkertainen: toiminta alkaa, kun anturi (kuva 8. Osa 1) mittaa muotin iskun ja lämpötilan. Tämän jälkeen anturi jakaa tiedot Bluetooth:n tai Near field communication (NFC) avulla vastaanottimeen (kuva 8. Osa 2 tai 3). Vastaanottimena toimii puhelin, josta löytyy Moldmakerin oma sovellus tai erillinen MMCD vastaanotin. Vastaanotin jakaa tiedot pilvipalvelimeen, josta muotin tietoja pystyy tarkkailemaan. Vastaanotin toimii myös varmistimena yhteyskatkojen varalta. Se tallentaa datan omalle muistilleen katkojen aikana ja jakaa datan pilvipalvelimelle yhteyden palattua. Kun vastaanotin on jakanut tiedot pilvipalvelimelle, niihin pääsee käsiksi kaikkialta maailmasta, aina kun on tarve. Tiedot tulevat näkyviin Moldmakerin nettisivuilta (kuva 8. osa 4) löytyvään ohjelmaan, minne pääsee kirjautumaan tunnusten luomisen jälkeen. (Moldmaker 2022.)

5.3.2 Järjestelmä

Moldmakerin järjestelmä kerää monet ominaisuudet yhteen pakettiin. Sen järjestelmä on muun muassa: globaali, langaton, huoltovapaa, nopea ottaa käyttöön, tietojen lukeminen on yksinkertaista. Halutessaan alihankkijat pystyvät seuraamaan tuotantoa tai osaa siitä. Näiden lisäksi järjestelmässä on rajoittamaton käyttäjämäärä, ja tiedot on saatavissa jokaisella älylaitteella. (Moldmaker 2022.)

Järjestelmästä löytyy paljon tietoa ja toimintoja. Järjestelmästä löytyy muun muassa: muotinrekisteri, sijainti, tietoja muotin nykyisestä tilasta ja koneen sykli-aika. Lisäksi järjestelmästä löytyy laskurin irrottamishälytin, muotin lämpötilan valvonta, hälytys tuotettavan määrän täyttymisestä ja huollon muistutukset. Tärkeitä asioita ovat myös tarkastusten rekisteri, tallennustila teknisille asiakirjoille 1GB, tilastotiedot ja graafiset esitykset niistä sekä analyysit suorituskyvystä ja tietojenjako-ominaisuus. (Moldmaker 2022.)

5.3.3 Iskulaskurit ja vastaanottimet

Erilaisia vaihtoehtoja muotin iskumäärän laskemiseen Moldmakerilla on tarjota runsaasti. Moldmakerin tarjoamat laskurit ovat ryhmitelty omaksi tuoteperheeksi MMC, jonka sisällä laskurit on jaoteltu lähinnä niiden käyttölämmönkeston mukaan. Yhteisiä ominaisuuksia laitteilla on muun muassa neljästä viiteen vuotta akunkesto, IP-luokitus 62 sekä 3,5 Hz laskenta taajuus. (Moldmaker 2022.)

Malli	Tietoja	käyttölämpötila
MMC-11	Tavallinen laskuri, lcd-näytöllä	-20 °C - +85 °C
MMC-11 HT	Korkeampi käyttölämpötiloihin.	-20 °C - +125 °C
MMC-12 HT	Öljylämmitteisiin muotteihin, lcd-näytöllä.	-20 °C - +150 °C
MMC-12 UHT	vulkanointi muotteihin.	-20 °C - +205 °C
MMC-24	Laskee muotin iskumäärän koneen ohjausyksiköstä langallisesti, lcd-näytöllä.	-20 °C - +85 °C
MMC-11 Mini	Laskuri rajoitetuilla toiminoilla.	-20 °C - +85 °C
----- -	----- -	----- -
MMCD LAN	Laskurin tiedonvastaanotin lähiverkko lähettimellä	
MMCD GSM	Laskurin tiedonvastaanotin maailmanlaajuisella lähettimellä	

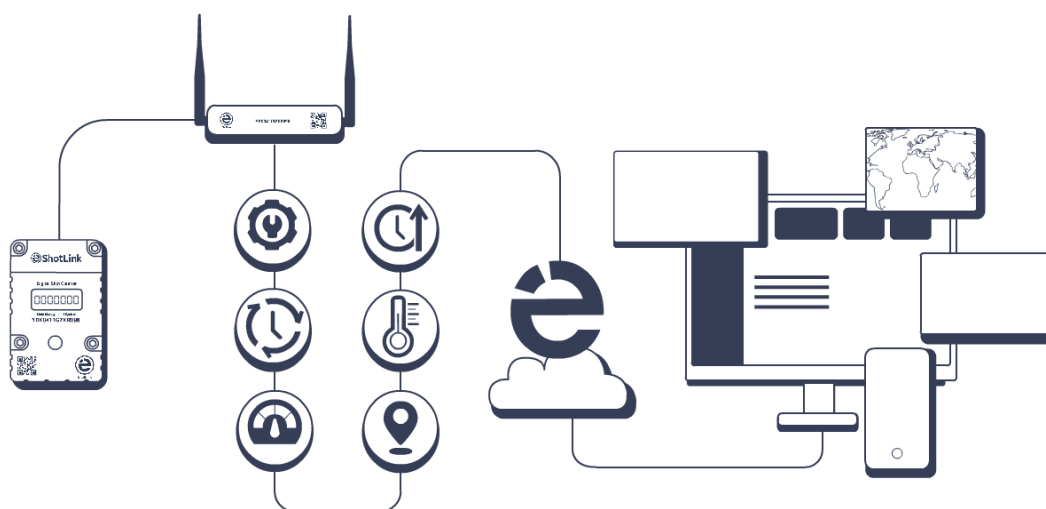
Vastaanottimet ovat huoltovapaita ja toimittavat tietoa automatisoidusti laskurin ja palvelimen välillä. LAN ja GSM versioiden välillä ei ole muuta eroa kuin datan siirtotapa. Lyhenne LAN tulee englannin kielen sanoista local area network ja tarkoittaa lähiverkkoa, kun taas GSM tulee sanoista global system for mobile communications. Ndungun (2021) mukaan GSM tarkoittaa 900 MHz tai 1800 MHz taajuuskaistalla toimivaa digitaalista matkapuhelinverkkoa, joka on laajasti käytössä ympäri maailman (Solomon Ndungu 2021). Molemmilla maksimaalinen toimintamatka laskurille on 120 metriä, tiedonsiirto palvelimelle tapahtuu viiden minuutin välein, sekä molemmat tukevat korkeintaan 750 laskuria kerrallaan. (Moldmaker 2022.)

Laskureille MMC-11, -11 HT, -11 Mini ja -24 on saatavilla myös erilaisia alumiinisia suojakuoria. Suojakuoret ovat suunniteltu liitettäväksi muotin kylkeen, ja niitä on saatavilla kahtena erilaisena versiona. Suojakuorien välillä ei ole muuta eroa kuin paksuus ja kiinnitysruuviin sijainti. Molemmille suojakuorille suositeltava työskentelylämpötila on $-20\text{ °C} - +125\text{ °C}$. (Moldmaker 2022.)

5.4 eMoldino iot sensor

5.4.1 Tiedonsiirto

eMoldinon IoT sensor on täysin automaattinen ja todella hyvin suojattu iskulas-kuri. Yritys tarjoaa myös ohjelman, jossa voi tarkastella anturin keräämiä tietoja. Tieto siirtyy langattomasti laskurilta lähettimelle, joka siirtää tiedot pilveen tarkasteltavaksi, kuten kuvasta 9. näkee. Laskuri mittaa ja tunnistaa muotista: iskumäärän, sykliajan, sijainnin, lämpötilan, käyttöasteen ja analysoi paineen. Laskuri pystyy lähettämään tiedot lähettimelle jopa kilometrin päästä. Tiedon siirto on täysin suojattua laskurilta eMoldinon analyysiohjelmaan. (eMoldino 2022.)



Kuva 9. eMoldino:n kokonaisjärjestelmä (eMoldino 2022).

5.4.2 Järjestelmä

eMoldinon ohjelmassa pääsee seuraamaan: muottien tilaa, sijaintia, tuotannon tehokkuutta, poikkeamia suorituskäytössä, tämänhetkistä tehokkuutta. Järjestelmä lähettää myös automaattisesti huoltohälytyksen muotin kunnan mukaan. eMoldinon ohjelma on muokattavissa yrityksen tarpeiden mukaiseksi. Ohjelman sisältämät raporttipohjat auttavat visualisoimaan kuinka muuttuu saatu tieto tuotoksi ja tuotannon tehokkuudeksi. Jos tietoa on tarpeen siirtää pois eMoldinon omasta ohjelmasta niin se onnistuu ja tiedot voi tarvittaessa muuttaa eri muotoon. Saadun datan näkymisen voi myös määrittää jokaisen käyttäjän tarpeiden mukaan.

eMoldinon ohjelma tarjoaa huoltotietokeskuksen, joka analysoi ja tallentaa kaikki muottiin liittyvät asiat, kuten huoltohistorian, muotin spesifikaatiot, käyttötilan, parhaat käytännöt kunnossapitoon, muotin ja sen eri komponenttien tiedot sekä 3D-suunnitelmat. Suurin osa ohjelmaan tulevasta tiedosta tarvitsee sovittaa tai syöttää eri tahoilta (OEM, toimittaja, muottivalmistaja). Tämä onnistuu saumattomasti eMoldinon asiantuntijatiimin kanssa. Keskitetty tietokeskus jokaiselle muotille tarjoaa täydellisen kuvan tuotantoresurssien ylläpidosta ja se tukee ominaisuuksia kuten ennakoivaa huoltoa ja kolmannen osapuolen lisäpalveluita. (eMoldino 2022)

5.4.3 Huollon ilmoitus

Ilmoituksen ruiskuvalumuotin optimaalisesta huoltoaikataulusta käyttäjä saa huoltohistorian, käytön ja reaaliaikaisen suorituskäytymistietojen perusteella. Yhdistettynä tuotannon aikatauluun ilmaisin osaa auttaa käyttäjää suunnittelemaan tulevia huoltotoimenpiteitä ja näin vähentämään tuotannon katkoksia.

Iskulaskuri on suunniteltu skaalautuvaksi ja joustavaksi käyttäjälle tarjottavien palveluiden suhteen. Käyttäjät voivat halutessaan laajentaa ominaisuuksien valikoimaa tekemällä yhteistyötä ja integroitumalla kolmannen osapuolen lisäpalveluihin ja ratkaisuihin. Esimerkiksi OEM-valmistajat ja toimittajat voivat saada yksityiskohtaisia tietoja ja ohjeita kunnossapitokäytännöistä, jotka upotetaan järjestelmään yhteistyössä muottivalmistajien kanssa. Järjestelmä tunnistaa minkä tyyppistä huoltoa tarvitaan ja osaa yhdistää sen asianmukaisiin huoltotoimenpiteisiin, kun ennakoiva huolto on aikataulutettu. (eMoldino 2022.)

5.5 Progressive Components

Proccessive componentsilla on tarjota oma iskulaskuri mallinsa Cve monitor (kuva 10.), joka laskee iskumäärän ja seuraa muotin lämpötilaa. Cve-laskuri on hyvin yksinkertaisen näköinen ja muistuttaa perinteisiä iskulaskureita, tästä on varmasti hyötyä iskulaskureiden uusinnassa. Cve-laskuri tarjoaa monipuolisesti ominaisuuksia ja järjestelmän mittarin keräämien iskumäärien tarkasteluun.



Kuva 10. Cve monitor iskulaskuri (Proccessive components 2022, 163).

5.5.1 Tiedonsiirto

Tietojen saaminen tietokoneelle Cve-laskurilta onnistuu langallisesti yhdistämällä tai erillisellä langattomalla järjestelmällä. Cve-laskurissa on myös 16 GB tallennustila, jonne tiedot tallentuvat, jos ne eivät pääse siirtymään pilveen.

Langallinen tietojen siirto onnistuu yhdistämällä tietokoneen tai tabletin iskulas-kuriin USB kaapelilla. Langattomaan tiedonsiirtoon tarvitaan CVE-laskurin lisäksi tiedonsiirrin (kuva 11.) jokaiselle CVE-laskurille sekä yhdyskäytävä (kuva 12.) jokaiseen tuotantotilaan. Tiedonsiirrin toimii CVE-laskurin lähettimenä ja se yhdistetään siihen kaapeleilla. Se lähettää radiotaajuudella (RF) CVE-laskurin keräämää dataa jatkuvasti yhdyskäytävälle. Yhdyskäytävä ottaa vastaan jokaisen tuotantotilan tiedonsiirtimen lähettämän datan ja lähettää sen pilveen viidentoista minuutin välein. (Processive components 2022, 166.)



Kuva 11. Iskulasurin tiedonsiirrin (Processive components 2022, 166).

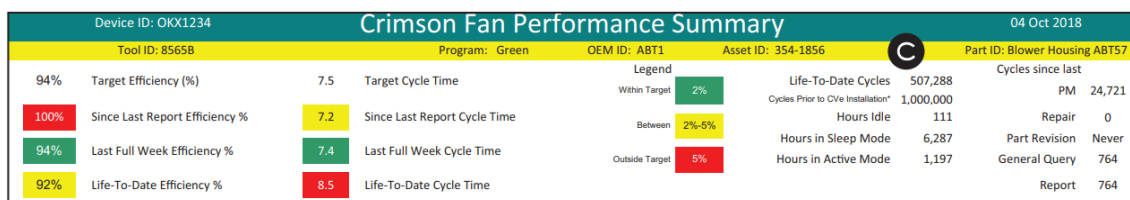


Kuva 12. yhdyskäytävä (Processive components 2022, 166).

5.5.2 Raportit

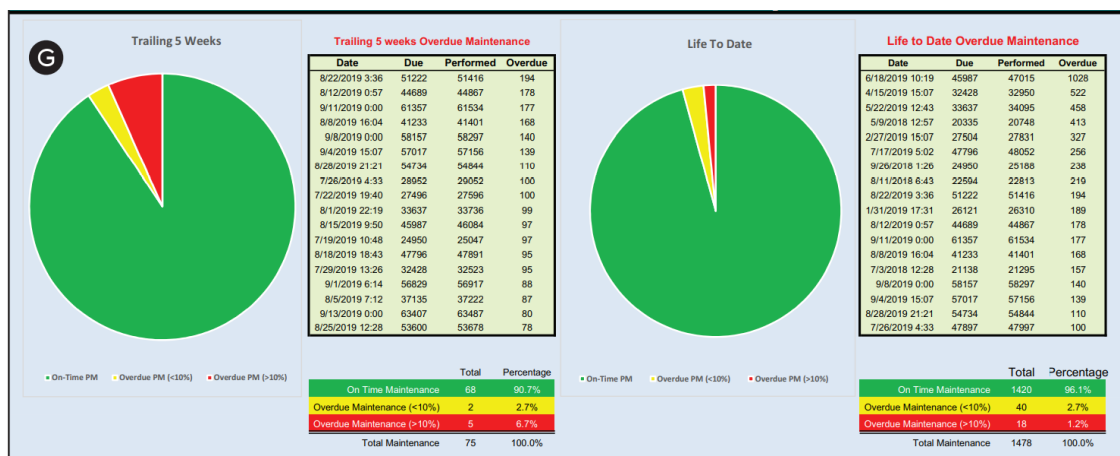
CVE-laskurin keräämiä tietoja on mahdollista tarkastella OnDemand-ohjelmistossa, joka on ilmaiseksi saatavilla Progressive Componentsin nettisivuilta. OnDemand-ohjelmistosta saadusta datasta pystyy luomaan raportteja Excel,

Adobe Acrobat tai salattuun (.enc) tiedostomuotoon. Järjestelmässä luotavat raportit ovat seuraavanlaisia: tilastoja muun muassa muotin tavoitteista, -kokonaiskumäärästä ja -käyttämättömyydestä (kuva 13.). (Processive components 2022, 165.)



Kuva 13. Muotin iskumäärä ja epäaktiivisuus muotin käyttöiän aikana (Processive components 2022, 165).

Järjestelmä tarjoaa useita erilaisia kuvaajia iskulaskureiden keräämistä tiedoista. Kuvaajia on muun muassa tuotannon tehokkuudesta, sykliajoista, maksimi lämpötiloista, tuottavuudesta sekä huoltohistoriasta. Muotin sykliajan ja maksimilämpötilojen seurantakuvaajassa näkyy tiedot viikkokohtaisesti ja ohjelma erittelee muotit, joissa on ollut poikkeamia. Tuottavuuden taulukosta näkee: milloin koneenvalvoja on maininnut huollontarpeesta, milloin huolto on suoritettu sekä milloin korjauksia on suoritettu. Huoltohistoriataulukosta (kuva 14.) näkee milloin huollot ovat suoritettu, ja siitä selviää myös, jos huolto on viivästynt. (Processive components 2022, 165.)



Kuva 14. Huoltohistoria (Processive components 2022, 165).

5.5.3 CVE-laskurin näyttö

CVE-laskurin asennusvaiheessa laskurin näytössä on 25 sykliä, jotka vähenevät jokaisen ruiskuvalukoneen tekemän syklin jälkeen. Kun CVE-laskurin lukema näyttää nollaa, se on kalibroinut itsensä ja nollannut laskurit. Tämän jälkeen CVE-laskurista pääsee tarkastelemaan iskulaskurin tietoja painamalla sen etuosassa olevaa näppäintä. Ensimmäisenä näytöllä näkyy iskumäärä, joka näyttää kokonaisiskumäärän muotin elinkaaren ajalta. Tämän jälkeen näytölle tulee jaksoaika, jossa näkyy jaksoaika koko muotin elinkaaren ajalta. Sen jälkeen tulee läheinen jaksoaika, jossa näkyy jaksoaika sekunneissa 500 viimeisimmän iskun mukaan. Sitten tulee muotin lämpötila, josta näkyy CVE-laskurin kokema lämpötila celsius asteina. Jonka jälkeen tulee tehokkuus/käyttöaste, jossa on prosentuaalinen näkymä aktiivisen käytön määrästä koko muotin elinkaaren ajalta. Näiden jälkeen tulee näkyviin viimeaikainen tehokkuus, jossa on prosentuaalinen näkymä aktiivisen käytön määrästä 500 viimeisimmän iskun ajalta. Jonka jälkeen tulee iskumäärän nollaus, jossa painamalla CVE-laskurin näppäintä pohjassa saa nollattua laskurin. Lopuksi näytöllä näkyy Flash-asema. Käyttäkseen Flash-asemaa tulee yhdistää CVE-laskuri tietokoneeseen tai tablettiin standardin mukaisella mini USB-kaapelilla. (Processive components 2022, 165.)

Kun tiedot ovat alustettu OnDemand ohjelmalla, voidaan laskuriin asettaa erilaisia hälytyksiä. Yksi mahdollisista hälytyksistä on ennakoivalle huollolle. Siinä alustuksen aikana asetetaan ennakoivan huollon ajankohdat ja ne siirtyvät CVE-laskuriin. Kun ennakoivan huollon ajankohta ylittyy, siirtyy CVE-laskuri hälytystilaan ja näyttämään jakoavaimen kuvaa sekä PM DUE. Hälytys poistuu CVE-laskurista ainoastaan silloin, kun huollon kaikki kohdat ovat suoritettu ja syötetty OnDemand ohjelmaan. Huollon kirjaamisen yhteydessä tulee asettaa myös seuraavan ennakoivan huollon ajankohta. Toinen mahdollinen hälytys on jaksoajalle. Alustuksen aikana OnDemandissa CVE-laskurille voidaan asettaa tavoitejaksoaika. Jos jaksoajassa tapahtuu yli 2 % vaihtelua siirtyy CVE-laskuri hälytystilaan ja se näyttää kellon kuvaa. Hälytys poistuu itseksensä, kun sykliäika on palannut 2 % sisälle tavoitejaksoajasta. (Processive components 2022, 165.)

Kolmas mahdollinen hälytys on tehokkuudesta/Käyttöasteesta. Alustuksen aikana on mahdollista asettaa tavoitteen tehokkuuden/käyttöasteen osalta. Jos tehokkuudessa/käyttöasteessa tapahtuu yli 2 % vaihtelu siirtyy Cve-laskuri hälytystilaan ja näyttää prosenttimerkin kuvaa. Hälytys poistuu itseksensä, kun tehokkuus/käyttöaste palautuu 2 % sisälle asetetusta tavoitteesta. Neljäs mahdollinen hälytys on alhaisesta akuntasosta. Akun keskimääräinen käyttöikä on noin 4 vuotta. Kun akun varaustaso saavuttaa tietyn pisteen, näkyy näytössä akkukuvake. pariston vaihtosarja on tilattavissa erikseen. Alustuksen aikana on myös mahdollista siirtää muotin aiempi iskumäärä Cve-laskuriin, jolloin laskuri aloittaa iskujen laskennan todellisesta iskumäärästä. (Proccessive components 2022, 165.)

5.6 Strack

Strack:n tarjoama iskulaskuri vaihtoehto on TiM (tool information monitoring), joka tarjoaa käyttäjälleen mahdollisuuden tarkastella ruiskuvalutuotannon muotin syklimäärää, käyttötunteja sekä anturidataa. Käyttäjä pystyy myös tarkastelemaan järjestelmään asetettavia huoltosuunnitelmia. TiM:n keräämän tiedonsiirron ja tallentamisen tietoturvallisuus on varmistettu niin, että se käyttää NFC (Near field communication) yhteyttä. Se ei jaa mitään tietoa pilveen vaan kaikki tietoliikenne tapahtuu yrityksen sisällä. (Strack 2022, 2–8.)

5.6.1 Tiedonsiirto ja tarkastelu

Tiedonsiirto tapahtuu käyttäen NFC:tä niin, että kaikki tiedot lähetetään anturilta yrityksen tietokoneelle ja ne ovat siellä tarkasteltavina API (Application Programming Interface) käyttöliittymässä. TiMlog V1 ja TiMlog V2 pystyvät lähettämään keräämänsä tiedon suoraan tietokoneelle, mutta jos tiedon keruussa käytetään TiMtag:ä, tarvitsee se TiMlog V2 laitteen tiedon siirtoon. Iskulaskureiden tallentamat tiedot tulevat näkyviin TiM:n huoltonäkymään (kuva 15.). Tiedot näkyvät ohjelmistossa anturikohtaisesti. Jokaisesta anturista saa näkyviin, kuinka monta iskua on seuraavaan huoltoon, muotin lämpötilan, kokonaisjaksolaskurit,

minimi ja maksimi keskiarvot, huoltoajan muotin elinkaarelta sekä syklimäärän kuukausikohtaisesti. Ohjelmistossa voi asettaa hälytyksen isoista huolloista, mutta on mahdollisuus myös laittaa hälytykset muun muassa tarkastuksille, rasvaukselle. Ohjelman käyttöoikeus, sekä ohjelmassa olevat tiedot ovat jaettavissa. (Strack 2022, 3–8.)



Kuva 15. Muotin huoltonäkymä. (Strack 2022, 4).

5.6.2 Iskulaskuri

Iskulaskureita on kolmea eri versiota TiMlog V1, TiMlog V2 ja TiMtag (kuva 16). Näistä TiMlog V1 ja TiMlog V2 ovat muuten melkein samanlaisia, mutta TiMlog v2 on yhdistettävissä yli 100 kappaletta TiMtag antureita. TiMtag anturi mittaa ainoastaan iskumäärää ja tarvitsee tiedon välittämiseen TiMlog V2 anturin. TiMtag antureiden avulla on mahdollista seurata useampaa muottia, kunhan vain TiMlog V2 on yhdistettynä siihen. TiMlogV2 on ulkoisesti samanlainen kuin TiMlog V1 ja näiden liitinpaikkojen tarkoitukset ovat seuraavanlaiset: kaksi ylempää ovat virtalähdettä varten, alhaalla vasemmanpuoleinen on USB ja sen avulla saadaan ladattua päivitykset. Oikealla alhaalla puolestaan on Ethernet

kaapelia varten, joka toimii myös vaihtoehtoisena virtalähteenä. (Strack 2022, 3–12.)



Kuva 16. TiMlog ja TiMtag anturit (Strack 2022, 3).

6 Tulokset

6.1 Iskulaskureiden sijoittaminen ruiskuvalumuotteihin

Iskulaskureiden sijoittamista muotteihin tulee miettiä, koska aina ruiskuvalukoneessa ei ole ylimääräistä tilaa muottien ympärillä, johtuen jäähdytysletkuista ja ruiskuvalukoneiden kompaktista suunnittelusta. Myös vertaillessa iskulaskurijärjestelmiä tulee huomioida laskurin kiinnitettävyyttä muottiin. Laskureiden kiinnityksessä tulee myös huomioida muotin omistajan mielipide, koska suurin osa muoteista on asiakkaiden omaisuutta. Tämän vuoksi laskureiden kiinnityksien tulisi olla mahdollisimman yksinkertaisia ja muottia vahingoittamattomia. Kiinnityksessä tulee kuitenkin huomioida muotin nopeat ja terävät liikkeet, joiden vuoksi kiinnityksen tulee olla mahdollisimman tukeva.

Vanhemmat iskulaskurit on kiinnitetty pääsääntöisesti muotin kylkeen koneistamalla siihen sopiva kiinnityspaikka kyseiselle osalle. Osassa Muovisola Oy:n

muoteissa on mekaaninen iskulaskuri, joiden kiinnityskohtia voisi hyödyntää uusien iskulaskureiden kiinnityksessä. Kuten perinteisetkin iskulaskurit, tulisi uusienkin olla muottikohtaisia ja seurata muotin iskumäärää läpi sen elinkaaren.

6.2 Huollon määrittäminen

Huollon ajankohdan määrittämiseen ei ole olemassa vielä mitään ohjeistusta tai käytäntöä yrityksellä, joten sellainen tulee luoda säännöllistä huoltamista varten. Optimaalisen huollon ajankohdan määrittäminen tulee aloittaa muottikohtaisesti. Huollon ajankohdalle voi määrittää alustavan arvion, johon käytän luonnollista muottia ja sen komponentteja. Luonnolliseen muottiin ei kuulu erilliset liikkuvat muoto-osat, joten niille en määrittele minkäänlaista arviota huoltotarpeesta. Huollon tarpeen määrittäminen tulisi aloittaa tarkastamalla muottia säännöllisin väliajoin. Alussa tarkastusväli voisi olla 10 000 iskua ja sitä voitaisiin lisätä aina 10 000 iskua kerrallaan isommaksi 50 000 iskuun asti, jonka jälkeen muotti tarkastettaisiin 5 000 iskun välein. Muotista tulisi tarkastuksissa kirjata ylös ainakin muotin likaisuus, kiilto, liikutappien rasvaisuus ja onko muotin kanssa ollut ongelmia.

Kohdat, joita ruiskuvalumuotista tulisi ainakin huoltaa säännöllisesti ovat: ulostyöntö- ja ulostyönnöntukilevyt, jäähdytyskanavat, muottipesän istukkaat sekä ohjuritapit. Pääsääntöisesti kaikki osat, jotka vaikuttavat valmistettävien kappaleiden lopputulokseen tulisi tarkastaa säännöllisesti jokaisessa huollossa ja jokaisen tauon aikana. Huoltokohteet tulee myös määritellä huoltoajankohdan kanssa muottikohtaisesti. Ulostyöntö- ja ulostyönnöntukilevyjen silmämääräinen tarkastus tulisi tehdä jokaisen tauon yhteydessä ja kirjata ylös poikkeamat. Tarkemmin nämä tulisi tarkastaa jokaisen huollon yhteydessä eli noin 50 000 iskun välein. Jäähdytyskanavien puhdistus tulee suorittaa jokaisessa huollossa eli noin 50 000 iskun välein. Muottipesän istukoiden tulee pysyä puhtaina, jotta tuotteeseen ei tule poikkeamia. Nämä tulee puhdistaa säännöllisesti päivittäin. Ohjuritapit tulee putsata ja rasvata säännöllisesti päivittäin. Niiden tarkastus ja mahdolliset korjaukset tulee tehdä jokaisen huollon yhteydessä eli noin 50 000 iskun välein.

Kun muotin huoltamiselle on saatu karkea huoltoväli, niin voidaan miettiä millainen huolto-ohjelma olisi sopiva muotille. Huolto-ohjelma voi olla perinteinen, että joka huolto on samanlainen, tai sitten joka toinen huolto on suurempi ja joka toinen on pienempi. Isompi-pienempi-huoltotyyppisessä huollossa ajatuksena on huoltaa tai korjata isommin tietyin väliajoin ja kahden isomman huollon välissä suoritettaisiin pienempi tarkastushuolto.

7 Vaihtoehtojen vertaileminen

En vertaile tuotteiden hintoja, jotta ominaisuudet pääsevät hyvin esiin. Vertailen tuotteiden ominaisuuksia, joista Muovisolalle olisi mahdollisimman paljon hyötyä ja joiden avulla se pystyisi kehittämään toimintaansa mahdollisimman paljon. Arvioin järjestelmän tarjoajien luotettavuutta heidän nettisivujen sekä heidän kanssaan käytyjen sähköpostikeskusteluiden ja muiden lähteiden antamien tietojen perusteella. Kuvaan 17 on koottu keskeisimpiä ominaisuuksia iskulaskuri-järjestelmistä, mistä olisi hyötyä Muovisola Oy:lle.

Valmistaja	Männer	Moldmakers	eMoldino	Processive components	Strack
Järjestelmä	MoldMIND II	MMC-serie	lot sensor	Cve monitor	TiMlog/-tag
Lämmönkesto (MAX.)	----	85 °C- 205 °C	Korkea	90 °C	50°C -60°C
LCD-näyttö	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei
Vedenkestävä	----	IP 62	Kyllä	IP58	IP 67
Huollon ajankohdan ilmainen	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Käyttöasteen ilmainen	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Lämpötilan ilmainen	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Sykliajan ilmainen	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Huollon dokumentointimahdollisuus	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	----
Erillaisia valmiita kaavioita	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä, useita	Kyllä
Vaadittavien ja hankittavien laitteiden määrä minimissään	1 KPL	1 KPL	2 KPL	3 KPL	1 KPL
Takuu	----	----	5 Vuotta	----	----
Akunkesto	----	5 Vuotta	5-6 vuotta	4 vuotta	Verkko virta
Huolto/Tuki	Kyllä	Ei	Ei	Ei	Kyllä
Tietojen salaus	----	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä

Kuva 17. Järjestelmät ja niiden ominaisuudet

Iskulaskurin olisi hyvä olla suhteellisen pienikokoinen, jottei se olisi tiellä, kun muottia huolletaan tai siirretään. Olisi myös hyvä, jos se sopisi mekaanisten iskulaskureiden paikalle. Mitä korkeampi iskulaskurin lämmönkesto olisi sitä

vähemmän se rajoittaisi sen sijoituspaikkaa muotissa. Iskulaskuri järjestelmässä olisi hyvä olla mahdollisuus laajaan muotin dokumentointiin. Dokumentointi on oleellinen osa järjestelmää, koska silloin kaikki tiedot löytyisivät samasta paikasta.

7.1 Männer

Männerin kanssa olen keskustellut sähköpostitse ja sain tuotteesta paljon lisätietoa, mitä ei heidän nettisivuiltansa olisi saanut. He olivat viesteissä hyvin avoimia ja halukkaita kertomaan tuotteestaan. He vastasivat viesteihini hyvin asiallisesti ja nopeasti, sekä vastasivat kysymyksiini suoraan. Heidän kanssaan käydystä sähköpostikeskustelusta tuli hyvin luottavainen olo. Erityisesti luotettavuutta lisäsi se, kun he tarjosivat tuotteen esittelyä puhelimitse.

Yrityksen nettisivuilta löytyi paljon tietoa yrityksestä ja sen historiasta. Männer on toiminut ruiskuvalumuottien parissa vuodesta 1967 ja ovat sen jälkeen vain laajentaneet toimintaansa maailmanlaajuiseksi toimijaksi (Männer 2022). Heidän nettisivuiltansa löytyy myös yhteystiedot myyntiin ja huoltoon sekä yrityksen osoite. Dun & Brandstreetin (2022) mukaan yrityksen liikevaihto on noin 146 miljoonaa dollaria.

Moldmind II on kaikista suurikokoisin, mutta pystyy toimimaan itsenäisesti ja tarjoaa monipuolisesti ominaisuuksia. Verrattuna muihin järjestelmiin Moldmind II on ainoa järjestelmä, joka tarjoaa jopa neljä erilaista tiedonsiirtotapaa. Järjestelmä myös antaa hälytyksen, kun huolto on ajankohtainen sekä kun muotin toiminnassa tapahtuu jotain normaalista poikkeavaa. Järjestelmä tarjoaa myös alustan tietojen tarkasteluun, jossa tiedot ovat esitettynä todella yksinkertaisesti. Järjestelmään on myös mahdollisuus tehdä dokumentoinnit muottien huollosta.

7.2 Moldmaker

Moldmakerin kanssa olen käynyt keskustelua sähköpostitse, ja he kertoivat avoimesti järjestelmästä sekä antoivat lisätietoja pyydettäessä. Sain heiltä muun muassa aloitusohjeet tuotteen käyttöönottoon sekä viiteluettelon (liite 1.). Heiltä saamani materiaali auttoi paljon, ja siinä oli paljon oleellista tietoa mitä ei heidän sivuiltansa olisi saanut.

Yrityksen nettisivut ovat luottamusta herättävät sekä selkeät. Sivuilta löytyy hyvin yrityksen yhteystiedot ja osoite. Huoltoon tai myyntiin ei ole eritelty yhteystietoja mikä herättää pientä epäilyä tuotteiden tukipalveluista. Yrityksen nettisivuilla ei myöskään ole kerrottu juuri mitään itse yrityksestä. En myöskään löytänyt yrityksestä mitään tietoja netistä hakemalla.

MMC- sarja vaikuttaa saamieni tietojen perusteella yksinkertaiselta, helppokäyttöiseltä ja monipuoliselta. MMC-sarjalla on tarjota useita erilaisia vaihtoehtoja eri käyttöolosuhteisiin. Vertailluista järjestelmistä MMC-sarjalla on suurin lämpötilankesto yli 200°C. Järjestelmä on myös hyvin yksinkertainen käyttöönottaa eikä vaadi koulutuksia. Yritys on myös tehnyt puhelinsovelluksen, jonka avulla puhelimesta voi tehdä vastaanottimen iskulaskureilta tulevalle tiedolle, jolloin laitekustannuksia saadaan pienennettyä. Järjestelmä tarjoaa myös laajan huollon dokumentointimahdollisuuden.

7.3 EMoldino

EMoldinon kanssa olen keskustellut sähköpostitse useamman henkilön kanssa. Keskustelut olivat hieman sekavia enkä saanut heiltä missään vaiheessa mitään lisätietoja järjestelmistä. Heidän kanssaan käydyistä sähköpostikeskusteluista tuli hieman epäpätevä ja epäluotettava kuva.

Yrityksellä on selkeät ja hyvin visuaaliset nettisivut. Sieltä myös löytyy jonkin verran tietoa heidän historiastaan, joka alkaa 2017 ja mainintoja heidän suurimmista asiakkaistansa kuten Dyson, Nestle ja L'Oreal. (eMoldino 2022.) Siellä on

myös esillä yrityksen useamman toimispisteen yhteystiedot, mutta tuotteiden tukipalveluita ei ole eritelty. Netistä löytyy vain paljon uutisia yrityksen nopeasta kasvamisesta, mutta ei juuri mitään muuta tietoa.

IoT sensor on helposti muokattavissa sen käyttökohteen mukaan ja se tarjoaa monipuolisesti ominaisuuksia. Järjestelmästä pääsee seuraamaan muottien tilaa, sijaintia, tuotannon kokonais- ja tämänhetkistä tehokkuutta sekä mahdollisia poikkeamia suorituskyvyssä. Iskulaskurista seurataan monipuolisesti eri asioita ja yrityksen ohjelma osaa käsitellä saamaansa tiedot yksinkertaiseen muotoon. Järjestelmässä on myös mahdollisuus lisätä ominaisuuksia kolmansilta osapuolilta. Huollon dokumentoinnista ei ole kerrottu paljoakaan.

7.4 Progressive Components

Yrityksen kanssa ei ole käyty sähköpostikeskustelua, koska heidän tarjoamasta tuotemanuaalista löytyy todella laajasti tietoa tuotteesta ja järjestelmästä. Yrityksen nettisivut ovat myös todella selkeät ja yksinkertaiset. He ovat kertoneet sivuillaan itsestään, mutta painottaneet tarjoamiinsa tuotteisiinsa ja palveluihinsa. Muualta netistä yrityksestä löytyy paljon tietoja ja yrityksen liikevaihdostakin on useammalla sivustolla tietoja, mutta ne vaihtelevat suuresti keskenään.

CVE-laskurijärjestelmä on ainoa kokonaisuus, joka vaatii toimiakseen yli 2 laitetta. Järjestelmä vaatii iskulaskurin ja tiedonsiirtimen jokaiselle ruiskuvalu-koneelle sekä yhdyskäytävän jokaiseen tuotantotilaan. Saatuja tietoja tarkastellessa järjestelmä on monipuolinen ja se järjestää kerätyt tiedot yksinkertaisiin mutta visuaalisiin kaavioihin. Järjestelmään saa myös hälytyksiä iskumäärän täyttymisen lisäksi myös esimerkiksi, jos tavoite sykli aika tai tavoitetuotettavuus muuttuvat yli viitearvojen. Huollon dokumentointimahdollisuudesta ei ole kerrottu.

7.5 Strack

Strackin kanssa en ole keskustellut sähköpostitse, koska yrityksellä oli kohtuullisesti tarjota tietoa järjestelmästänsä. Yrityksen tarjoama esite järjestelmästä oli paikoittain epäselkeä mutta informatiivinen. Yrityksellä on selkeät ja monipuoliset nettisivut. Yritys kertoo nettisivuillaan heidän pitkästä historiastaan muuttiteollisuuden parissa sekä siitä, kuinka yritys toimii tänä päivänä. Yritys kertoo myös, kuinka he noudattavat laatuja järjestelmää DIN EN ISO 9001 ja haluavansa tarjota asiakkaille laadukkaita tuotteita ja palveluita. Netistä löytyvät tiedot liikevaihdosta vaihtelevat hieman lähteittäin.

Järjestelmä TiM kerää oleelliset tiedot kuten iskumäärän, käyttöajan ja halutessa myös lämpötilan. Järjestelmä muuttaa saamansa tiedot yksinkertaiseen ja helposti tarkasteltavaan muotoon. Järjestelmästä pääsee tarkastelemaan tietoja yksinkertaisista diagrammeista muottikohtaisesti. Järjestelmässä TiMlog V2 pystyy itsenäisesti toimimaan iskulaskurina ja lähettämään tiedot yrityksen tietokoneelle. TiMlog V2 pystyy myös keräämään TiMtag-laitteiden keräämät tiedot ja lähettämään nekin yrityksen tietokoneelle. TiM-iskulaskureiden lämmönkesto on suhteellisen alhainen verrattuna CVE- ja MMC-sarjoihin. Iskulaskurit vaativat myös verkkovirran toimiakseen.

8 Pohdinta

Muovisola Oy haluaa tarjota asiakkaille heidän muottienhuoltopalveluansa. Tätä varten he tarvitsevat iskulaskurijärjestelmän ja ohjelman, jonne olisi mahdollista dokumentoida huollot mahdollisimman tarkasti. Mahdollisia järjestelmiä on vertailtu edellisessä kappaleessa saatavilla olevan tiedon perusteella.

Muovisola Oy:lle sopivin järjestelmä vertailuista vaihtoehdoista on Moldmakerin MMC-sarja. MMC-sarja on kaikista monipuolisin tarjonnan suhteen, erilaisia iskulaskureita MMC-sarjassa on kuusi erilaista iskulaskuria. Näille iskulaskureille on jopa kolme vaihtoehtoista tiedonsiirintä: MMCD LAN, MMCD GSM-

yhteydellä ja älypuhelin. Moldmakerin järjestelmässä on myös mahdollisuus muottien huollon tarkkaan dokumentointiin.

Tarkastellessa MMC-sarjan iskulaskureiden ominaisuuksia Muovisola Oy:n näkökulmasta, näkisin sen toimivan heidän tarpeisiinsa parhaiten. Kriittisimmät syyt, miksi juuri MMC-sarja ovat sopivin ratkaisu: niiden muotoilu muistuttaa entien perinteistä, jonka vuoksi jo valmiina olevat kiinnityskohdat voidaan ottaa uudelleen käyttöön ja pienen kokonsa vuoksi se on mahdollista kiinnittää myös muotin kylkeen. Niiden akunkesto on vähintään neljä vuotta, tämä vähentää niiden ylläpidon tarvetta. Iskumääränäkymä laskurissa mahdollistaa iskumäärien seuraamisen myös koneenvalvojille. Vastaanottimista MMCD LAN toimisi yrityksen tiloissa hyvin, koska sähkökatkojen kohdalla se tallentaisi tiedot omaan muistiinsa. Myös mahdollisuus käyttää puhelinta vastaanottimena on todella hyvä ominaisuus, koska se takaa iskulaskureiden toiminnan mahdollisissa MMCD vastaanottimien toimintahäiriöissä.

Moldmakerin ohjelma tarjoaa myös paljon oleellisia ja tärkeitä ominaisuuksia, jotka sopivat Muovisola Oy:n käyttötarkoituksiin. Sen tärkeimmät ominaisuudet ovat hyvät ja selkeät mahdollisuudet dokumentoida muottien huollot, puhdistukset ja kaikki muukin mitä muotille tehdään. Tämän lisäksi muottien omistajille on mahdollisuus antaa oikeus tarkastella oman muotin tietoja, kuten huoltoa ja tuotantoa. Järjestelmässä ei ole rajoitettu käyttäjämäärää ja tietoihin pääsee käsiksi yksinkertaisesti Moldmakerin nettisivujen kautta. Järjestelmän vastaanottamat tiedot on esitetty yksinkertaisesti graafisina kuvaajina.

MMC-sarjasta valitsisin iskulaskurit muottikohtaisesti, koska Muovisola Oy:n muottien lämpötilat saattavat kohota korkeisiinkin lukemiin, mutta jos jonkin muotin lämpötila pysyy matalana ei siihen kannata laittaa suuren lämpötilan iskulaskuria. Iskulaskurit tulee valita muottikohtaisesti, koska näiden iskulaskureiden hinnoissa on suuria eroja, kuten liitteestä 2 käy ilmi.

Moldmakerin valmistama järjestelmä on sopivampi Muovisola Oy:lle kuin muut ja se selviää vertaillen Moldmakerin järjestelmää muihin. Verrattuna Männerin järjestelmään ratkaisee MMC-iskulaskurin yksinkertaisuus ja kompakti koko.

Männerin Moldmind II on suurikokoinen, vaatii verkkovirran toimiakseen ja on monimutkaisempi kuin MMC-järjestelmä. EMoldinon IoT sensor on hyvin samanlainen kuin Moldmakerin MMC-sarja. Kuitenkin MMC-sarja erottuu paremmaksi valmiiden kaavioiden, laajemman iskulaskuri- ja vastaanotINVALIKOIMAN sekä sen yksinkertaisuuden vuoksi. Progressive components pärjää heikommin, kun tarkastelemme järjestelmien yksinkertaisuutta ja toimintavarmuutta. CVE-järjestelmä vaatii kolme laitetta tietojen siirtoon. Strack:n TiMlog/-tag on kyllä pienikokoinen, mutta ei mekaanisien laskureiden muotoinen. Sen heikkoutena on myös akun ja dokumentointimahdollisuuksien puute.

Moldmakerin iskulaskurijärjestelmän hankinnassa tulee ensimmäiseksi kartoittaa, mitkä MMC-sarjan iskulaskurit sopisivat Muovisola Oy:n asiakkaiden muotteihin. Kartoitus tulee tehdä, koska Muovisola Oy:n asiakkaiden muottien käyttölämpötiloissa on eroja. MMC-sarjan iskulaskureiden hinnat nousevat, kun lämmönkestävyys paranee kuten liitteestä 2 käy ilmi. Myös vastaanottimista tulee valita Muovisola Oy:n tarpeisiin sopivampi. Kun nämä ovat tiedossa, tulee laskea kustannusarvio järjestelmän hankinnasta. Oikeiden laskureiden ja lähettimien valinta on tärkeää, koska kustannukset voivat kasvaa jopa yli kaksinkertaisiksi. Kustannukset tulee olla laskettuna, kun asiakkaille tarjoaa muotinhoito- palveluita. Asiakkaiden hyväksytyä muottihuolto, tulee aloittaa asentajien perehdytys järjestelmän käyttöön. Iskulaskurijärjestelmän asennuksen jälkeen tulee kartoittaa muoteille sopiva huoltoväli. Kun sopiva huoltoväli on määritetty ja perehdytetty muottien huoltaminen asentajille, on kokonaisuus valmis käyttöön- otettavaksi asiakkaiden muoteilla.

Lähteet

- Beaumont, J. 2002. Mold Design. Teoksessa Osswald, T. A., Turng, L. & Gramann, P. J. (toim.). Injection molding handbook. Munich: Hanser publishers, 245-319.
- Contec. 2022. Digital I/O Basic Knowledge. <https://www.contec.com/sup-port/basic-knowledge/daq-control/digital-io/>. 14.3.2022.
- D&B. 2022. Progressive Components International Corporation. <https://www.dnb.com/business-directory/company-profiles/progressive-components-international-corporation.4f98d97edbc325fbae07819f67549faf.html>. 10.5.2022.
- Dun & Brandstreet. 2022. Otto Männer GmbH. <https://www.dnb.com/business-directory/company-profiles/otto-m%C3%A4nner-gmbh.64c3cbc8546ef18ab86930284c5e52da.html>. 10.5.2022.
- eMoldino. 2022. eMoldino. <https://www.emoldino.com/>. 8.5.2022.
- Goodship, V. 2004. Practical guide to injection moulding. Shawbury: Rapra technology.
- Herbert, R. 2002. Mold engineering 2nd edition. München. Carl Hanser Verlag.
- Järvelä, P., Syrjälä, K. & Vastela, M. 1999. Ruiskuvalu. Tampere: Plastdata.
- Järvelä, P., Syrjälä, K. & Vastela, M. 2000. Ruiskuvalu. 3. painos. Tampere: Plastdata Oy.
- Melanie Pinola. 2022. Bluetooth-perusteet. Eyewatered. <https://fi.eyewatered.com/bluetooth-perusteet/>. 14.3.2022.
- Menges, G., Michaeli, W. & Mohren, P. 2001. How to make injection molds. München. Carl Hanser Verlag.
- Mennig, G. & Stoeckert, K. 1998. Mold-making handbook. Munich. Carl Hanser Verlag.
- Moldmaker. 2022. Moldmaker presentation. <https://moldmaker.eu/en/home/>. 13.3.2022.
- Muovisola Oy. 2018. Jälkikäsitteily. <https://muovisola.fi/fi/palvelut-ja-tuotanto/jal-kikasittely/>. 7.5.2022.
- Muovisola Oy. 2018. Yritys. <https://muovisola.fi/fi/yritys/>. 7.5.2022.
- Männer. 2022. History. <https://www.maenner-group.com/en-en/about-us/history>. 10.5.2022.
- Männer. 2022. Männer moldMIND II. <https://www.maenner-group.com/en-en/products/moldmind-ii>. 13.3.2022.
- Processive components. 2022. Cve live catalog. <https://shop.pro-comps.com/product/231/cve-live>. 8.5.2022.
- Rauwendaal, C. & Gramann, P. J. 2002. Mold Design. Teoksessa Osswald, T. A., Turng, L. & Gramann, P. J. (toim.). Injection molding handbook. Munich: Hanser publishers, 125-176.
- Robert, F. 2002. Mold Design. Teoksessa Osswald, T. A., Turng, L. & Gramann, P. J. (toim.). Injection molding handbook. Munich: Hanser publishers, 177-243.
- RTA. 2022. An introduction to OPC/UA. [OPC UA Overview - Real Time Automation, Inc. \(rtautomation.com\)](https://rtautomation.com). 14.3.2022.
- Solomon Ndungu. 2021. GSM (Global System for Mobile communication). Techtargget. <https://www.techtargget.com/searchmobilecomputing/definition/GSM>. 12.3.2022.

Strack. 2022. Digital produkte. <https://www.strack.de/en/shop/?idm=17>.
8.5.2022.



MoldMakerin suosittelijalista

- Magneti Marelli Plastic Components and Modules, Poland
- Magneti Marelli Plastic Components and Fuel Systems, Poland
- Magneti Marelli Automotive Lighting, Poland
- ASK Group Italy, ASK Group Poland
- Akson Sp. z o.o., Poland
- Tesla Stropkov, Slovakia
- Cortec GmbH, Germany
- BSH Home Appliances Group, Germany
- BSH Home Appliances Group , Poland
- Skaza Plastika d.o.o. Slovenija
- CME Orodjartvo d.o.o., Slovenija
- DAG d.o.o., Slovenija
- TE-CAD d.o.o, Slovenija
- NIKO Železniki, Slovenija
- R&G Plast Sp. z o.o., Poland
- Invest Sp. z o.o Poland
- Apator S.A. , Poland
- Crown Cork & Seal CAPP Div, USA
- Ufilters Ltd. Poland
- Donaldson Sp. z o.o. Poland
- Pol-Met Sp. z o.o.
- Wunda PLC Group England
- Mauser Poland Sp. z o.o.
- Wadim Plast Sp. z o.o, Poland
- CONNECT Sp. z o.o., Poland
- Klöckner Pentaplast LINPAC Packaging Production Sp.z o.o, Poland

- KwangDuck Poland Sp. z o.o., Poland
- HELLA Slovakia Front Lighting s.r.o
- Arcelik AS CMI, Turkey
- Kautex Textron Bohemia s r.o.
- DAPZ Izdelovanje orodij in priprav d.o.o.
- Becker Sp. z o.o., Poland
- Dasyc S.A., Greece
- TOKOZ, Slovakia
- Abbvie Sligo, Ireland
- Resideo Engineering Operations, Mexico
- Toyota Boshoku Canada - Woodstock, Ontario
- TECO NV, Wissenstraat 14, 9200 Dendermonde, Belgium
- Schneider Electric, Europe
- Nowy Styl Sp. z o.o, Poland
- Novarest, Mexico
- Bockatech Burnham House, UK
- Swoboda Timisoara S.R.L, Romania
- Abiplast, Poland
- Union Knopf Polska Sp. z .o., Poland
- Innovation Mould S.R.L., Italy
- KC Kim Consulting GmbH, Germany
- ORO PLASTIKA, proizvodnja in trgovina, d.o.o., Slovenija
- PRIOS d.o.o., Slovenija
- TiA Sp. z o.o., Poland
- ZNS GmbH, Germany
- PolMoulds PPHU Krzysztof Czwordon, Poland
- Tecno.C. Srl, Italy
- Volk Toolplast, d.o.o., Slovenija
- Meral, d.o.o., Slovenija
- KLGs Sp. z o.o., Poland
- C+N POLSKA Sp. z o.o., Poland

- Wijas, Sp.j., Poland
- ASG Spark, Poland
- Teknia Rzeszów Sp. z o.o., Poland
- Hitachi ABB Power Grids Sp.z o.o., Poland
- Nordic Ware, USA
- Borg Warner Poland Sp.z o.o., Poand
- Rosa Europe Sp. z o.o., Poland
- SCGM d.o.o., Serbia
- Factory Form Łukasz Sznepka, Poland
- Test Marketing Andrzej Pędzisz, Poland
- Sierosławski Group, Poland
- FSG Tool&Die Ltd, United Kingdom
- Microsystems Ltd, United Kingdom
- S&M Sp. z o.o., Poland
- ThinkfoN Tech GmbH, Germany
- Ulter-Sport Sp. z o.o., Poland
- PFAFF Werkzeug- und Formenbau - Standort Röthenbach, Germany
- BRYANT Rubber Corp., USA

Quoted & under testing

- Splast Sp. z o.o., Poland
- L'Oreal Digital Operations, France
- Aspöck Automotive Polska Sp. z o.o., Poland
- Seoyon E-Hwa automotive Slovakia s.r.o, Slovakia
- PHILIPS Consumer Lifestyle, Netherlands
- Daimler Mercedes-Benz, Facheinkauf Türmodule, Schliesssysteme und Dichtungen,

Germany

- Hermosillo, México
- SIEGENIA-AUBI Sp. z o.o., Poland
- Rockwell Automation, USA
- MSA Safety, USA
- Hanyang Polska Sp. z o.o. Poland
- ABB STOTZ-KONTAKT GmbH, Germany
- Sila Poland Sp. z o.o., Poland
- HT Skit Poland Sp. z o.o., Poland,
- DGS Poland Sp. z o.o. (Demant Group), Poland
- NB Polska Sp. z o.o. VELUX, Poland

Updated: 05.08.2021

