



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

MILLA RANTANEN

# **Pienmuovituotannon keskittämisen selvitys Oras Group:lle**

TUOTANTOTALOUDEN JA -TEKNIIKAN  
TUTKINTO-OHJELMA  
2023

Tekijä(t) Rantanen, Milla	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä maaliskuu 2023
	Sivumäärä 43	Julkaisun kieli suomi
Julkaisun nimi <b>Pienmuovituotannon keskittämisen selvitys Oras Group:lle</b>		
Tutkinto-ohjelma Tuotantotalous ja -tekniikka		
Tiivistelmä  <p>Tämä tutkimus tehtiin Oras Groupin Rauman tehtaalle työkaluvalmistuksen puolelle, jossa valmistetaan kahdella ruiskuvalukoneella tuotannon pieniä muoviosia. Työn tarkoituksena oli tehdä toimeksiantajalle selvitys, onko tuotannon keskittäminen yhdelle ruiskuvalukoneelle mahdollista.</p> <p>Työ toteutettiin 1.12.2022-31.3.2023 välisellä ajalla. Tutkimus aloitettiin tutustumalla kyseisiin ruiskuvalukoneisiin ja niiden toimintaan. Tämän jälkeen alettiin keräämään tietoja työtä varten haastattelujen ja havainnoinnin avulla. Tutkimuksessa hyödynnettiin myös yrityksen valmista dataa.</p> <p>Kapasiteetin riittävyyttä analysoitiin KNL-laskennan avulla. Tässä vaiheessa tarkastelussa keskityttiin käytettävyyden osatekijään, Arburg ruiskuvalukoneen kohdalla, johon tuotanto oltaisiin keskittämässä. KNL-laskenta toteutettiin neljän eri tuotteen osalta, josta pystyttiin laskemaan käytettävyyden keskiarvo. Tulokseksi saatiin 83,1 %, joka on itsessään hyvä tulos. Selvityksessä luotiin myös siirron vaikutusten riskimatriisi kartoittamalla keskeiset riskit. Lopuksi valmiin datan pohjalta luotiin soveltuvuustaulukko koneiden teknisten ominaisuuksien vastaavuudesta.</p> <p>Tutkimuksen tuloksia tarkkailemalla voitiin arvioida, että siirto olisi mahdollinen. KNL-laskennan tulokset osoittivat kapasiteetin riittävyuden. Riskit huomioiden ja niihin varautumalla siirto voitaisiin suorittaa. Soveltuvuustaulukosta voidaan nähdä, että tarvittavat tekniset ominaisuudet täsmäävät koneiden välillä.</p>		
Avainsanat Ruiskuvalu, riskienhallinta, soveltuvuus, KNL-laskenta		

Author(s) Rantanen, Milla	Type of Publication Bachelor's thesis	Date March 2023
	Number of pages 43	Language of publication: Finnish
Title of publication <b>Study on the centralisation of small plastics production for Oras Group</b>		
Degree programme Industrial management and technics		
Abstract  This study was carried out at the Oras Group's Rauma factory, on the tool manufacturing side, where two injection molding machines are used to make small plastic parts for production. The purpose of the study was to investigate the feasibility of centralizing production on a single injection molding machine.  The work was carried out between 1.12.2022 and 31.3.2023. The study started with a study of the injection molding machines and their operation. After that, data collection for the work was started through interviews and observation. The study also made use of the company's existing data.  Capacity adequacy was analysed by means of an OEE calculation. At this stage, the focus was on the component of availability, in the case of the Arburg injection molding machine, where production was to be concentrated. The OEE calculation was carried out for four different products, from which an average availability value could be calculated. The result was 83,1 %, which is a good result. The study also created a risk matrix of the impact of the transfer by identifying the main risks. Finally, the resulting data was used to create an application performance table on the equivalence of the technical characteristics of the machines.  By observing the results of the study, it was possible to assess the feasibility of the transfer. The results of the OEE calculation showed that the capacity was sufficient. Considering and preparing for the risks, the transfer could be carried out. The compatibility table shows that the required technical characteristics match between the machines.		
Keywords Injection molding, risk management, applicability, Overall Equipment Effectiveness		

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
1.1 Toimeksiantajan esittely.....	6
1.2 Työn taustat, tarkoitus ja tavoitteet .....	7
1.3 Työn rajaus ja rakenne .....	7
1.4 Tutkimusmenetelmät.....	8
2 RUISKUVALU .....	9
2.1 Ruiskuvalu yleisesti .....	9
2.1.1 Muotin sulkku.....	10
2.1.2 Ruiskutus .....	10
2.1.3 Jälkipaine .....	10
2.1.4 Plastisointi.....	11
2.1.5 Jäähdytys.....	11
2.1.6 Muotin avaus ja ulostyöntö.....	11
2.1.7 Tauko aika.....	12
2.2 Laitteisto.....	12
2.2.1 Yleistä ruiskuvalukoneen toiminnasta .....	12
2.2.2 Sulkuyksikkö .....	13
2.2.3 Ruiskutusyksikkö.....	14
2.2.4 Käyttöyksikkö.....	15
2.2.5 Ohjausyksikkö .....	16
2.3 Ruiskuvalumuotti .....	16
2.4 Oraksen pienmuovituotanto Rauman tehtaalla .....	17
3 KNL-LASKENTA .....	18
3.1 KNL-laskenta yleisesti.....	18
3.1.1 Laatu .....	19
3.1.2 Nopeus .....	19
3.1.3 Käytettävyys .....	19
3.1.4 Kokonaistehokkuus.....	20
3.1.5 Osatekijöiden parantaminen .....	20
3.2 KNL-laskuesimerkki.....	21
4 RISKIT .....	23
4.1 Riskit yleisesti .....	23
4.2 Riskienhallinta.....	23
4.3 Riskimatriisi .....	25
5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS JA TULOKSET .....	26

5.1 KNL-laskennan toteutus.....	26
5.2 Riskien kartoitus ja riskimatriisi .....	29
5.3 Siirron soveltuvuustaulukko.....	32
5.4 Tulosten arviointi .....	34
5.4.1 Kapasiteetin riittävyys .....	34
5.4.2 Riskien tarkastelu.....	35
5.4.3 Soveltuavuustaulukon analysointi .....	36
6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO .....	36
LÄHTEET	
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on Satakunnan ammattikorkeakoulun tuotantotalouden ja -tekniikan koulutusohjelmaan kuuluva lopputyö. Työn toimeksiantajana on Oras Group. Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä selvitys Oraksen Rauman tehtaan työkaluvalmistuksen osastolle. Selvityksessä käsitellään kahta tuotannon muoviosia valmistavaa ruiskuvalukonetta. Työn tarkoituksena on selvittää, onko tuotannon keskittäminen yhdelle koneelle mahdollista.

### 1.1 Toimeksiantajan esittely

Oras Group on yksi johtavista vesikalusteiden toimittajista Pohjoismaissa ja Manner-Euroopassa. Yhtiö toimii pääasiassa Euroopan markkinoilla, ja Oraksen tuotteita myydään maailmanlaajuisesti. Oras tarjoaa vesiälykkäitä tuotteita niin yksityisille- kuin julkisille asiakkaille. Yrityksen missiona on tehdä veden käytöstä helppoa sekä ympäristöä säästävää. (Oraksen [www-sivut](#).)

Konsernilla on kaksi brändiä Oras ja Hansa. Oras Oy osti vuonna 2013 saksalaisen hana-alan yhtiön Hansan ja fuusio loi uuden Oras Groupin, jonka nimisenä yhtiö nykyisin tunnetaan. (Karonen, 2021.)

Oraksen toiminta Suomessa on keskittynyt Rauman tehtaalle, mutta konsernilla on myös sivukonttoreita muualla Suomessa. Raumalla sijaitsee valmistustehtaan lisäksi Oraksen pääkonttori. Oras Groupilla on kokonaisuudessaan kolme tehdasta, jotka sijaitsevat Suomessa Raumalla, Kralovicessa Tšekissä ja Puolan Olesnossa. (Oraksen [www-sivut](#).)

Oras on alun perin suomalainen perheyritys, joka on perustettu vuonna 1945. Oras on kasvanut huomattavasti laajennettuaan liiketoimintaansa myös kansainvälisille markkinoille. (Oraksen [www-sivut](#).)

Oras Groupin teollinen omistaja on nykyään Oras Invest. Konsernin liikevaihto vuonna 2021 oli 233,5 miljoonaa euroa. Samaisena vuonna konserni työllisti 1255 työntekijää. (Oras invest:n www-sivut.)

## 1.2 Työn taustat, tarkoitus ja tavoitteet

Oraksen työkaluvalmistuksessa on valmistettu tuotannon pieniä muoviosia kahdella ruiskuvalukoneella. Nämä koneet ovat uudempi Arburg- ja vanhempi Baybyplast-ruiskuvalukone. Yrityksen tarkoituksena on siirtää Baybyplast-ruiskuvalukone sen alkuperäiseen käyttötarkoitukseen protovalmistukseen, jolloin tuotannon pienien muoviosien valmistus keskittyisi vain Arburgille.

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa, kuinka paljon mahdollisia työnimikkeitä vuositasolla tulisi valmistaa ruiskuvalukoneella ja sitä kautta selvittää riittääkö yhden koneen kapasiteetti tarvittavalle valmistusmäärälle. Kapasiteetin riittämisessä tulee ottaa huomioon muun muassa aikavaatimukset, tahtiaika sekä asetusaika. Siirron yksi oleellisimmista asioista on selvittää koneiden teknisten ominaisuuksien vastaavuus.

Työn tavoitteena on luoda kattava selvitys siirron kannattavuudesta. Selvitys tulee pitämään sisällään soveltuvuustaulukon siirron teknisistä ominaisuuksista, riskimatriisin, jonka avulla kartoitetaan siirrosta aiheutuvia riskejä sekä KNL-laskelman, jonka avulla mitataan Arburgin kapasiteetin riittävyttä. Opinnäytetyön tavoitteena on antaa toimeksiantajalle päätöksentekoa tukeva dokumentti.

## 1.3 Työn rajaus ja rakenne

Työ on rajattu koskemaan Oraksen Rauman tehtaan tuotannon pienmuoviosia valmistavia ruiskuvalukoneita. Työ koskee pääsääntöisesti tehtaan työkaluvalmistusta, jossa ruiskuvalukoneet tällä hetkellä sijaitsevat. Opinnäytetyössä keskitytään pääsääntöisesti jo kerätyn datan analysoimiseen ja soveltamiseen eri työkaluja apuna käyttäen.

Toimeksiantajan puolesta selvitetään vaihto- ja asetusajkojen pituudet sekä kokonaiskapasiteetti, kuinka paljon tuotteita valmistetaan vuositasolla tällä hetkellä.

Opinnäytetyön rakenne koostuu kahdesta osasta. Ensimmäisessä osassa keskitytään teoriatietoon, joka käsittelee muovituotantoa yleisesti, Oraksen tehtaan pienmuovituotantoa, laitteita ja tuotantomenetelmiä. Teoriaosuuteen sisällytetään myös tietoa työhön liittyvistä menetelmistä kuten riskimatriisista sekä KNL-laskennasta. Toisessa osassa työtä keskitytään tutkimustyöhön. Tutkimusosuudessa esitetään tutkimuksen toteutus ja tulokset sekä tehdään tulosten pohjalta johtopäätökset.

#### 1.4 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön tutkimusote on yhdistelmä kvalitatiivista- ja kvantitatiivista tutkimusta. Ongelmaa tutkitaan laadullisesta näkökulmasta haastattelemalla työntekijöitä sekä havainnoimalla koneiden käyttäjiä. Haastattelemalla saadaan dataa, jonka avulla pystytään löytämään ja paljastamaan tosiasioita arkielämästä. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 161)

Työn kvantitatiivisen tutkimuksen osuudessa luodaan siirron teknisten ominaisuuksien pohjalta soveltuvuustaulukko, jota tarkastelemalla saadaan tietoa ominaisuuksien sopimisesta uudemmalle koneelle. Siirron vaikutusten pohjalta luodaan riskimatriisi ja Arburgin kapasiteetin riittävyttä mitataan KNL-laskennan avulla. Työn kvantitatiivisessa tutkimuksen osuudessa käytetään jo olemassa olevaa dataa, jonka pohjalta muutujat muodostetaan tilastollisesti käsiteltävään muotoon. Tilastojen pohjalta voidaan luoda lopulliset päätelmät siirron kannattavuudesta. (Hirsjärvi ym. 2009, 140)



## 2 RUISKUVALU

Ruiskuvalun historia ulottuu vuoteen 1872, jolloin patentointiin ensimmäinen mäntäkoneella toimiva ruiskuvalukone. Vaikka kyseessä onkin melko vanha keksintö, alkuperäiseen laitekantaan alkoi tulla muutosta vasta 1940-luvulla. Vuonna 1946 James Hendry toi ihmisten tietoisuuteen kehittämänsä ruuvitoimisen ruiskuvalukoneen mäntäkoneen tilalle. Tästä alkoi ruiskuvalutekniikan empiirisen kehityksen aikakausi. (Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999, 12).

Viimeisten vuosikymmenien aikana ruiskuvaluteollisuus on lähtenyt kehittymään nopeasti. Tämä johtuu osittain muovituotteiden käytön lisääntymisestä ja materiaalien kehittymisestä. Kehityksen myötä syntyy jatkuvasti uusia ruiskuvalun erikoistekniikoita sekä sen myötä ruiskuvalettuja muovituotteita voidaan käyttää koko ajan kokonaisvaltaisemmin. (Järvelä ym. 1999. 12–13).

Järvelän ym. (1999) mukaan muovituotteiden ja ruiskuvalun tulevaisuus näyttää lupaavalta. Muovituotteiden lisääntynyt käyttö, entistä kehittyneemmät materiaalit sekä automatisoidut prosessit lupaavat valoisaa tulevaisuutta muoviteollisuudelle.

### 2.1 Ruiskuvalu yleisesti

Ruiskuvaluprosessi koostuu ruiskuvalujaksoista. Jokaisen jakson jälkeen syntyy valmistettava tuote. (Järvelä ym. 1999, 47.) Jaksonajalla kuvataan yhtä työnkiertoa (Kurri 2008, 80). Vaikka ruiskuvaluprosessi etenee jaksomaisesti, nykuteknologian ansiosta toimintoja on pystytty yhdenaikaistamaan eli toiminnot voidaan toteuttaa rinnakkain (Järvinen 2017, 164). Ruiskuvalujakso pitää sisällään kahdeksan vaihetta, joita ovat:

- muotin sulku
- ruiskutus
- jälkipaine
- plastisointi
- jäähdytys
- muotin avaus ja ulostyöntö
- tauko aika (Järvelä ym. 1999. 47).

### 2.1.1 Muotin sulku

Kun ruiskuvaluprosessi alkaa, ruiskuvalukoneen sisällä oleva kaksiosainen muotti sulkeutuu. Valmistettavan tuotteen mukaan, muotti voi sisältää sivulle siirtyviä osia, joita kutsutaan sivuliikkujiksi. Osat voidaan siirtää joko samanaikaisesti kuin muottia suljetaan tai vasta muotin sulkeuduttua. (Järvinen 2017, 165.) Muotti sulkeutuu nopeasti, hidastuen sulkemisen loppuvaiheessa. Sulun loppuvaiheessa käytetään yleensä muottisulun varmistuspainetta, jotta muotti ei vahingoitu sulusta. (Järvelä ym. 1999, 48.)

### 2.1.2 Ruiskutus

Kun muotti on sulkeutunut, aloitetaan ruiskutus. Ruiskutuksessa muotti täytetään sula muovimassalla. Sula muovi ruiskutetaan suuttimesta suurella nopeudella ja paineella muovipesään. Täyttövaiheen kesto on riippuvainen valmistettavan tuotteen koosta sekä muottiin valettavasta muovista. (Järvinen 2017, 165.) Järvelän ym. (1999) mukaan ruiskutusvaihe on valmis, kun muottipesän tilavuudesta on täytetty noin 95 prosenttia.

### 2.1.3 Jälkipaine

Kun muotti on saatu täytettyä, seuraa jälkipaine. Jälkipaineen tarkoituksena on täyttää muotista se osuus, joka ruiskutusvaiheesta on jäänyt täyttämättä sekä kompensoida jähmettymisen aikana muodostuvaa muovin kutistumaa. Jälkipaineessa ruiskukoneen ruuvin liike on hidasta. Tämä vaihe on tärkeä tuotteen painon, mittatarkkuuden ja sisäisten jännitysten kannalta. (Järvelä ym. 1999, 48.)

#### 2.1.4 Plastisointi

Plastisoinnin aikana ruiskuvalukone saattaa seuraavan annoksen juoksevassa olomuodossa olevaa muovia sylinteriin. Optimaalisessa tilanteessa plastisointi kestää yhtä kauan kuin jäähdytysjakso. Plastisoinnin pituus riippuu kuitenkin valmistettavan kappaleen tilavuudesta ja tällöin se kestää kauemmin kuin jäähdytysaika. (Järvelä ym. 1999, 48.) Järvisen (2017) mukaan jaksonkokonaisaika saadaan minimoitua tarvittaessa jatkamalla plastisointivaihetta jopa siihen asti, kunnes seuraava jakso alkaa.

Ennen plastisointia materiaali kuivataan. Varsinkin kosteutta imevät muovit ovat tärkeä kuivata ennen niiden saattamista ruiskuvaluprosessiin. Muovin kuivaamisella on olennainen vaikutus lopputuotteen laatuun. Yleisin käytetty kuivuri on kuivailma-kuivuri. Sen avulla muovigranulaatit saadaan nopeasti ja taloudellisesti kuivattua, sekä se sopii kaikille muoveille. (Kurri 2008, 88.)

#### 2.1.5 Jäähdytys

Jäähdytysvaiheen tarkoituksena on saada kovetettua sula muovimassa lopulliseen muotoonsa. Jäähdytysvaihe alkaa varsinaisesti heti jälkipaineen jälkeen. Sulan muovimassan lämpötila on korkea, joten jäähdytykseen kuluu pisin aika ruiskuvalujaksossa. Jäähdytysvaihe on valmis, kun kappaleen lämpötila on laskenut riittävästi, jotta kappale voidaan irrottaa muotista. (Järvelä ym. 1999, 48.)

#### 2.1.6 Muotin avaus ja ulostyöntö

Muotti voidaan avata, kun kappale on saavuttanut oikean lämpötilan ja jähmettynyt riittävästi. Mikäli muotissa on sisäliikkujia muotin kiinteällä puolella, ne tulee siirtää ennen muotin avaamista. Muotin avauduttaessa muotin sisällä olevat työntimet työntävät kappaleen irti muotista, kun muotti on auennut riittävästi. (Järvinen 2017, 166.)

### 2.1.7 Tauko aika

Ruiskuvaluprosessin viimeisenä vaiheena on tauko aika. Tauko aika ei ole välttämätön, mutta jos kappale on tiukasti kiinni muotissa yksi ulostyöntö ei välttämättä riitä kappaleen irrottamiseen. Tällöin tauko aika käytetään useampaan ulostyöntöön. Kun kappale on saatu ulos koneesta, voidaan aloittaa seuraava ruiskuvalujakso. (Järvelä ym. 1999, 48.)

## 2.2 Laitteisto

### 2.2.1 Yleistä ruiskuvalukoneen toiminnasta

Ruiskuvalukoneen tärkeimpiä ominaisuuksia ovat muotin avaaminen ja sulkeminen, muotin puolikkaiden riittävä sulkuvoima sekä muovimassan ruiskutus ja plastisointi. Kun kone pystyy tekemään nämä toiminnot, joko automaattisesti tai manuaalisesti voidaan puhua ruiskuvalusta. Yleisesti toiminnot jaetaan neljään kokonaisuuteen, joita ovat:

1. sulkuyksikkö
2. ruiskutusyksikkö
3. käyttöyksikkö
4. sekä ohjausyksikkö. (Järvelä ym. 1999.)

Kuvassa 1. nähdään moderni ruiskuvalukone, jossa nämä toiminnot ovat pitkälti automatisoitu.



Kuva 1. Ruiskuvalukone (Gröhn 2018).

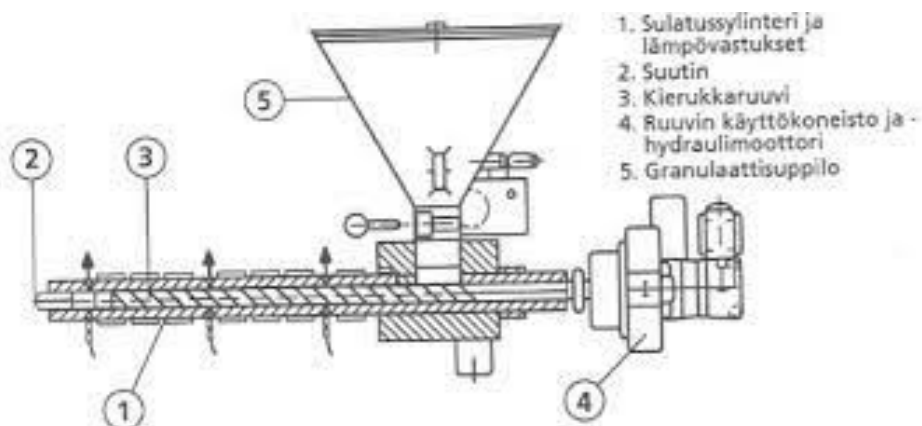
### 2.2.2 Sulkuyksikkö

Sulkuyksikkö muodostaa useimmin ruiskuvalukoneesta kookkaimman osan. Se koostuu liikkuvasta ja kiinteästä muottipöydästä, johon muotti kiinnitetään yleensä johteiden väliin. Sulkuyksiköitä on myös johteettomia malleja, jotka helpottavat muotin asentamista. Johteettomien sulkuyksiköiden käyttö on melko vähäistä. Niitä käytetään vielä pienemmissä malleissa, sillä niiden tukeva runko lisää sulkuyksikön painoa, joten kookkaimmissa malleissa paino nousee merkittävästi. Sulkuyksikön tärkeimpiin ominaisuuksiin kuuluu muotin sulkeminen ja kappaleen ulostyöntö. Sulkuominaisuuden takia sulkuyksikön pitää pystyä luomaan suuri sulkuvoima, jotta muotinpuolikkaat pysyvät kiinni toisissaan ruiskutuksen ja jälkipaineen aikana. Sulkuyksiköt jaetaan mekaanisiin ja hydraulisiin sulkuyksiköihin. (Järvelä ym. 1999, 93–94.)

Mekaanisen sulkuyksikön toiminta perustuu liikkuviin niveltankoihin, jota kutsutaan polvinivel-sulkumekanismiksi. Pienimmissä koneissa käytetään yleensä kahden niveltangon tai niveltankoparin sulkumekanismia. Tässä tapauksessa niveltankoparia liikuttaa keskimmäiseen niveleen kiinnitetty hydraulisylinteri. Tällä helpolla ja edullisella sulkumekanismilla ei kuitenkaan saa tehtyä suuria avausliikkeitä ja avautumisnopeus on suuri vasta avautumisen lopussa. Suuremmissa koneissa niveltankojen määrää kasvatetaan, jotta saadaan suurempi muottiavauma samanpituuisella mekaniemillä ja kokonaispituutta kasvatettua. Polvinivel-mekanismit ovat stabiileja ja nopeita, mutta sulkunopeus ei ole vakio. (Järvelä ym. 1999, 95–96.)

Hydraulisten sulkuyksiköiden toiminta perustuu sulkusylinterille, joka synnyttää tarvittavan sulkuvoiman. Sulku tapahtuu suuremman pääsylinterin ja pienemmän kuljetussylinterin avulla. Rakenteen ansiosta pääsylinteriin ei tarvitse pumpata suuria määriä öljyä, koska pumppusysteemi muodostaa korkeapaineen, jonka avulla sulku tapahtuu. Sulun aikana pääsylinterissä on suuri öljytyyny, jonka ansiosta muottia saadaan painumaan enemmän kokoon. Öljytyyny varmistaa muotin kiinni pysymisen ruiskutuksen aikana, sillä hydraulinen sulkusysteemi antaa enemmän periksi. (Järvelä ym. 1999, 97.)

### 2.2.3 Ruiskutusyksikkö



Kuva 2. Ruiskuvalukoneen ruiskutusyksikkö (Kurri 2008,76).

Kuvasta 2. voidaan nähdä ruiskutusyksikön rakenne ja mistä osista se koostuu. Kurri (2008, 76) mukaan ruiskutusyksikön tehtäviin kuuluu muovigranulaatin vastaanottaminen, muovin plastisointi, sekoitus sekä muovin ruiskutus muottiin. Näiden edellä mainittujen tehtävien lisäksi ruiskutusyksikkö luo jälkipaineen, joka vaikuttaa kappaleen jäähtymiseen ja jäähmettymiseen (Järvelä ym. 1999, 101).

Kuten kuvasta 2. nähdään, ruiskutusyksikkö muodostuu viidestä pääkomponentista. Käytetyimmät lämmitysmuodot lämpövastuksissa ovat joko sähkö- tai nestelämmitys. Yleisempänä käyttömuotona on sähkölämmitys. Sähkövastusten suosio johtuu niiden edullisuudesta ja helppokäyttöisyydestä. Sähkövastuslämmitys on hyvin säädettävissä ja niillä voidaan saavuttaa suuri energia tiheys pinta-ala yksikköä kohden.

Nestelämmitystä käytetään harvemmin. Nestelämmitys on kalliimpi asentaa sekä sillä ei saavuteta yhtä korkeita lämpötiloja kuin sähkövastuksilla. Menetelmän huomattava etu on kuitenkin nopea jäähdytys. Tätä menetelmää käytetään lämpötilaherkkien raaka-aineiden käsittelyssä. (Järvelä ym. 1999, 108.)

Ruiskuvalukoneen päässä sijaitsee sylinterin suutin, josta sulaa muoviainetta ruiskutetaan muottiin. Suuttimet jaotellaan avoimiin ja sulkusuuttimiin. Nimensä mukaan avoin suutin on sulkeutumaton, ja sitä käytetään yleensä yksinkertaisten ja yksipesäisten muottien ruiskutuksessa. Koska avointa suutinta ei saada suljettua, sen huonoja puolia on muoviainetta valuminen. Yleisimmin sulkusuuttimet ovat jousen tai hydraulikan avulla toimivia. Jousisuuttimen toiminta perustuu suuttimen ympärillä

olevaan jouseen, joka avautuu paineen avulla. Jousisuuttimet vaativat melko korkean avautumispaineen, jotta jousi avautuu, joten matalapaineiden käyttö ruiskutuksessa on hankalaa. Jousisuuttimen huonoihin puoliin kuuluu jousen lyhyt käyttöikä. Hydrauliset suuttimet ovat kalliimpia kuin jousisuuttimet mutta käytöltään luotettavampia. (Järvelä ym. 1999, 106.)

Ruiskutusyksikön kierukkaruuvien tärkeimpiä tehtäviä on siirtää muovimassa kohti suutinta, josta ruiskutus tapahtuu. Kierukkaruuvien pyöriessä, muovimassa plastisoituu ja sekoittuu tasalaatuiseksi. Muovimassa sulaa matkalla kohti syöttövyöhykettä sisäisen kitkan ja lämpövastusten ansiosta. Ruuveja on erilaisia riippuen käytettävästä muovilaadusta. (Järvelä ym. 1999, 103.)

Ruiskutusyksikön toiminta lähtee käyttökoneistuksesta. Käyttöyksikön toiminta voi perustua sähköön tai hydraulikkaan. Yhä suuremmissa määrin suositaan enemmän sähköisiä koneita, koska sähkökoneella voidaan saada aikaan nopeammat liikkeet, tarkemmat säädöt liikkeisiin, pienempi energian tarve sekä sähkökäyttöisten koneiden melutaso on alhaisempi verrattuna hydraulisiin koneisiin. Käyttöyksikkö on vaikea saada kokonaan sähköiseksi, sillä suurten ruiskutusnopeuksien saaminen on vaikeaa ja keernatoiminnot ovat hankala saada toimimaan ilman hydraulikkaa. (Järvelä ym. 1999, 108.)

Ruiskutusyksikön yksinkertaisempiin osiin kuuluu syöttösuppilo, jonka tärkein tehtävä on syöttää muovigranulaatit ruiskutusyksikköön. Vaikka osa on yksinkertainen, sillä on omat vaatimuksensa. Syöttösuppilon tulee olla helppo asentaa ja ottaa pois, sen pitää olla pölytiivis ja helppo puhdistaa sekä sen tulee olla helposti tyhjennettävissä. Syöttösuppilo voi tarvittaessa sisältää sekoittimen varsinkin pulverimaisten materiaalin kanssa, jotta suppilo ei tukkeutuisi. (Järvelä ym. 1999, 101.)

#### 2.2.4 Käyttöyksikkö

Käyttöyksikkö toimii käsikädessä ohjausyksikön kanssa. Ohjausyksikkö antaa käskyt käyttöyksikölle, jonka mukaan se toimii. Sähköisten käyttöyksiköiden valmistus on

vähäistä, joten keskitytään hydraulisen käyttöyksikön toimintaan. Hydrauliyksikkö koostuu muun muassa sähkömoottorista, hydraulipumpusta, hydraulimoottorista, sylinteristä, kytkimestä, venttiileistä ja suodattimista. Näiden komponenttien avulla saadaan aikaan koneessa tapahtuva liike, joka on käyttöyksikön tärkein tehtävä. (Kurri 2008, 79.)

### 2.2.5 Ohjausyksikkö

Ohjausyksikkö toimii ruiskuvalukoneen aivoina, sen tehtäviin kuuluu ohjata ja säätää ruiskuvaluprosessia. Ohjausyksikkö koostuu tietokoneen keskusyksiköstä, johon kuuluu keskusmuisti, mikroprosessori, näyttö sekä levyasema. Ohjausyksikön päätehtäviin kuuluu ohjaus-, säätö-, ja valvontatehtävät. (Kurri 2008, 78.)

Näihin ohjaukseen liittyviin tehtäviin kuuluu muun muassa lämpötilojen säätely, pyörimisnopeus, ruiskutusnopeus, jälkipaine, pöydän liikkeet sekä keernatoiminnot. Ohjausyksikössä sijaitsevan muistin avulla voidaan tallentaa laajasti jaksojen arvoja, joiden avulla voidaan tarkkailla laatua. Näitä arvoja ovat muun muassa jaksoaika, ruiskutusaika, jäähdytysaika ja sylinterilämpötilat. (Järvelä ym. 1999, 111.)

### 2.3 Ruiskuvalumuotti

Muotti toimii yhtenä tärkeimmistä komponenteista ruiskuvaluprosessissa. Ilman ruiskuvalumuottia ruiskuvalusta ei saataisi lopputuotetta. Muotin tärkeimpiin tehtäviin kuuluu muovisulan vastaanottaminen, kaasujenpoisto, keernatoiminnot, jäähdytys sekä lopputuotteen ulostyöntö. Ruiskuvalumuotin valmistus vaatii tarkkaa suunnittelua, jotta valmistettavasta kappaleesta saadaan halutunlainen. Muotit valmistetaan yleensä karkaistavasta työkaluteräksestä, jotta se kestää muotin saaman rasituksen. Muotit voivat olla joko yksipesäisiä tai monipesäisiä. Yksipesäisillä muoteilla valmistetaan yleensä suurempia tuotteita, kun taas monipesäisellä muotilla monta pientä tuotetta. Muotin pesän tulee olla kutistuman verran suurempi kuin lopullinen kappale tulee olemaan sekä lopullisen tuotteen muotoinen. Muotille on hyvä tehdä säännöllistä huoltoa, sillä lopputuote on riippuvainen muotin kunnosta. (Kurri 2008, 95–96.)



## 2.4 Oraksen pienmuovituotanto Rauman tehtaalla

Oraksen tehtaalla tuotannon pienmuovituotteiden valmistus on tällä hetkellä sijoittunut 4-halliin työkaluvalmistuksen pariin. Pienmuovituotteita valmistavat koneet ovat Arburg ja Baybyplast. Molemmilla koneilla käytetään sekä yksipesäisiä- että monipesäisiä muotteja. (Henkilökohtainen tiedonanto 4.1.2023.)

Molempien koneiden toiminta perustuu hydraulikkaan. Baybyplast on ominaisuuksiltaan yksinkertaisempi ja vanhempi ruiskuvalukone. Se on otettu käyttöön vuonna 1997. Baybyplast on melko pieni ja painaa vain noin 120 kg ja se on sijoitettu työtason päälle. Baybyplastin mitat ovat 986 mm x 583 mm x 478 mm. (Henkilökohtainen tiedonanto 4.1.2023.)



Kuva 3. Baybyplast ruiskuvalukone (kuva: Milla Rantanen).

Arburg on uudempi ja se on otettu käyttöön vuonna 2013. Koska Arburg on uudempi ruiskuvalukone, siinä on enemmän erilaisia ominaisuuksia. Arburg on huomattavasti isompi kuin Baybyplast ja painaa 1630 kg. Sen mitat ovat 2635 mm x 1185 mm x 1180 mm. (Henkilökohtainen tiedonanto 4.1.2023.)



Kuva 4. Arburg ruiskuvalukone (kuva: Milla Rantanen).

### 3 KNL-LASKENTA

#### 3.1 KNL-laskenta yleisesti

KNL- laskenta tulee sanoista käytettävyys, nopeus ja laatu, kansainvälisesti lyhenne muuttuu muotoon OEE, joka tulee sanoista Overall Equipment Effectiveness. KNL-laskenta on osa Japanissa 1970-luvulla kehitettyä TPM (Total Productive Maintenance) ajattelutapaa. TPM perustuu ajatukseen, jolla pyritään saavuttamaan täydellinen tuotanto ilman pysähdyksiä, vikoja, hidastumisia sekä konerikkoja. KNL-laskenta on yksi mittari TPM tuotannon seuraamiselle, jolla voidaan parantaa koneiden ja tuotantolaitosten tehokkuutta. (Pinja 2022.)

KNL:n tulos 100 % tarkoittaa kirjaimellisesti täydellistä tuotantoa, silloin tuotetaan vain hyviä tuotteita, niin nopeasti kuin mahdollista sekä taukoamatta. Silloin mittarin jokainen osa-alue toimii moitteettomasti. (OEE:n www-sivut.)

KNL-laskennassa käytetään kolmea pääkategoriaa, jotka vaikuttavat toisiinsa. Kuntoetaan huomioon nopeus, laatu ja käytettävyys ja muutetaan ne numeerisiksi arvoiksi, saadaan selvitettyä osatekijät, jotka vaikuttavat kokonaistehokkuuteen. (Pinja 2022.) KNL-laskukaava yhdistää nopeuden, käytettävyyden ja laadun. Jokainen osatekijä lasketaan erikseen, jonka jälkeen ne kerrotaan keskenään. (OEE:n [www-sivut](#).)

### 3.1.1 Laatu

Laadulla tarkoitetaan hyvien kappaleiden osuutta kokonaistuotannosta. Virheellisillä tuotteilla tarkoitetaan valmistettuja yksiköitä, jotka eivät täytä laatutavoitteitaan. Laskelmassa huomioidaan myös tuotteet, mitkä joudutaan uusimaan tai ne hylätään kokonaan. (Novotek:n [www-sivut](#).) Laatutekijä saadaan kaavasta:

$$Laatu = \frac{\textit{Tuotantomäärä} - \textit{Virheelliset tuotteet}}{\textit{Tuotantomäärä}}$$

### 3.1.2 Nopeus

Nopeudella tarkoitetaan toteutunutta tuotantonopeutta verrattuna ideaaliseen tuotantonopeuteen. Toteutunut tuotantonopeus eli nettokäyttöaika koostuu ajasta, josta on vähennetty kaikki nopeushäviöt kuten koneen kulumisen, käyttäjien tehottomuuden sekä huonot raaka-aineet. (Novotek:n [www-sivut](#).) Nopeustekijä saadaan numeeriseen arvoon kaavasta:

$$Nopeus = \frac{\textit{Toteutunut tuotantonopeus}}{\textit{ideaalinen tuotantonopeus}}$$

### 3.1.3 Käytettävyys

Käytettyä mitataan arvoa tuottavan ajan suuruudesta. Eli kuinka paljon tuotantoajasta käytetään kappaleiden valmistukseen ilman pysähdyksiä. Näitä pysähdyksiä voivat olla muun muassa kone- tai laiteviat, materiaalipula, asetusaika sekä muutokset.

(Novotek:n [www-sivut](#).) Laskukaavassa vähennetään käytetystä ajasta, arvoa tuottamaton aika ja se jaetaan käytetyllä ajalla.

$$\text{Käytettävyys} = \frac{\text{Käytetty kokonaisaika} - \text{seisokki}}{\text{Käytetty kokonaisaika}}$$

### 3.1.4 Kokonaistehokkuus

Kun kaikki kolme osatekijää on saatu selville, voidaan laskea kokonaistehokkuus. Kokonaistehokkuus ilmoitetaan yleensä prosentteina. Lopullinen kokonaistehokkuus saadaan laskettua kaavasta:

$$\text{KNL} = \text{laatu} \cdot \text{nopeus} \cdot \text{käytettävyys}$$

Kun lopullinen kokonaistehokkuus on saatu laskettua, arvoa tulisi ymmärtää. Täydellinen tuotanto, johon pyritään, on 100 %, ja sitä tulisi tavoitella. Siihen on kuitenkin lähes mahdoton päästä, sillä erilaiset seikat vaikuttavat arvoon. 85 % arvo on hyvä pitkän aikavälin tavoite. Jos yrityksen tuotannon kokonaistehokkuus on 60 %, on syytä miettiä parannusvaihtoehtoja, sillä varaa parantaa olisi. Alle 40 % on melko matala tulos, jota on helppo lähteä parantamaan erilaisilla toimenpiteillä. (Nexusintegra:n [www-sivut](#).)

### 3.1.5 Osatekijöiden parantaminen

Koska kokonaistehokkuus koostuu kolmesta osatekijästä, jokaisen osatekijän tulisi olla mahdollisimman korkea. Ajan käyttö on merkittävässä roolissa jokaisessa osatekijässä. Käytettävyystekijän parantamisessa on syytä keskittyä siihen vaikuttaviin seikkoihin. Näitä ovat laiteviat, asetus aika sekä muut aikaa vähentävät tekijät kuten työkalujen rikkoutuminen sekä palaverit ja tauot. Suunnitelmallisuus sekä ennakointi nousevat tässä kohtaa esille. Jos mahdollinen laitteen häiriö pystytään tunnistamaan ennen tapahtumaa, siihen on helpompi varautua sekä riski pidempiaikaiselle

pysähdykselle pienenee. Suunnitelmallisuus asetusajan ja taukojen kannalta vähentää arvoa tuottamatonta aikaa. (Villanen 2013.)

Nopeustekijän tarkastelussa kannattaa ottaa huomioon tuotantonopeus sekä mahdolliset lyhyet pysähdykset. Tuotantonopeus tulisi tunnistaa eri tuotteiden välillä sekä suunnitella optimaalinen nopeus. Huolellisen suunnittelun avulla voidaan mahdollistaa nopein mahdollinen tuotantonopeus. On syytä kiinnittää myös huomiota laitteen pysähdyksiin ja selvittää juurisyyt niille. Kun laite saadaan toimimaan ilman suurempia pysähdyksiä, kokonaistehokkuutta saadaan parannettua. (Villanen 2013.)

Laatutekijää tarkkaillessa kannattaa kiinnittää huomiota hylättävien ja korjattavien tuotteiden määrään. On syytä selvittää, kuinka paljon aikaa kuluu näiden tuotteiden käsittelyyn. Laatutekijää on helppo parantaa kunnossapidon ja laadunhallinnan avulla. (Villanen 2013.)

### 3.2 KNL-laskuesimerkki

Seuraavaksi käydään läpi kuvitteellinen esimerkki KNL-laskusta havainnollistamaan, kuinka kokonaistehokkuus lasketaan. Käytetään esimerkkinä yritystä, jonka vuoron pituus on 8 tuntia eli 480 minuuttia. Työpäivään kuuluu kaksi lyhyttä kahvitaukoa, joiden pituus on 15 minuuttia eli kahvitaukoihin kuluu yhteensä 30 minuuttia. Työpäivään kuuluu myös 30 minuutin ruokatauko. Analysoitavassa päivässä tuotantokoneen suunnittelemattomien seisahduksien osuus on 35 minuuttia. Tuotannon optimaalinen tuotantokyky on 30 kpl/min ja tuotantomäärä on 8400 kpl. Valmistetuista tuotteista hylättyjen/korjattavien tuotteiden osuus on 500kpl.

Näiden tietojen pohjalta voidaan laskea suunniteltu tuotantoaika, mikä on:

**Suunniteltu tuotantoaika** = (Vuoron pituus – Tauot) = (480 – 60) = 420 minuuttia.

Tehollinen tuotantoaika saadaan laskettua vähentämällä suunnitellusta tuotantoajasta seisokit pois eli se saadaan laskettua seuraavasti:

**Tehollinen tuotantoaika** = (Suunniteltu tuotantoaika – Seisokit) = (420 – 35) = 385 minuuttia.

Jotta saadaan laskettua laatukriteerit täyttävien kappaleiden määrä, on laskettava hyväksytyjen tuotteiden osuus tuotantomäärästä:

**Hyväksytyt tuotteet** = (Tuotantomäärä – Virheelliset tuotteet) = (8400 – 500) = 7900 kappaletta.

Näiden taustatietojen pohjalta päästään laskemaan käytettävyys, tehokkuus ja laatu.

**Käytettävyys** = (Tehollinen tuotantoaika / Suunniteltu tuotantoaika)  
 = 385 min / 420 min = 0,91666  
 ≈ **92 %**

**Nopeus** = (Tuotantomäärä / Tehollinen tuotantoaika) / Optimaalinen tuotantokyky  
 = (8400 kpl / 385 min) / 30 kpl/min = 0,72727  
 ≈ **73 %**

**Laatu** = (Hyväksytyt tuotteet / Tuotantomäärä)  
 = 7900 kpl / 8400 kpl = 0,9404  
 ≈ **94 %**

Nyt on saatu laskettua kaikki KNL:n vaikuttavat osatekijät. Lopullinen tehokkuus voidaan laskea näiden pohjalta.

**KNL** = (Käytettävyys · Nopeus · Laatu)  
 = 0,92 · 0,73 · 0,94  
 = 0,631304  
 ≈ **63 %**

## 4 RISKIT

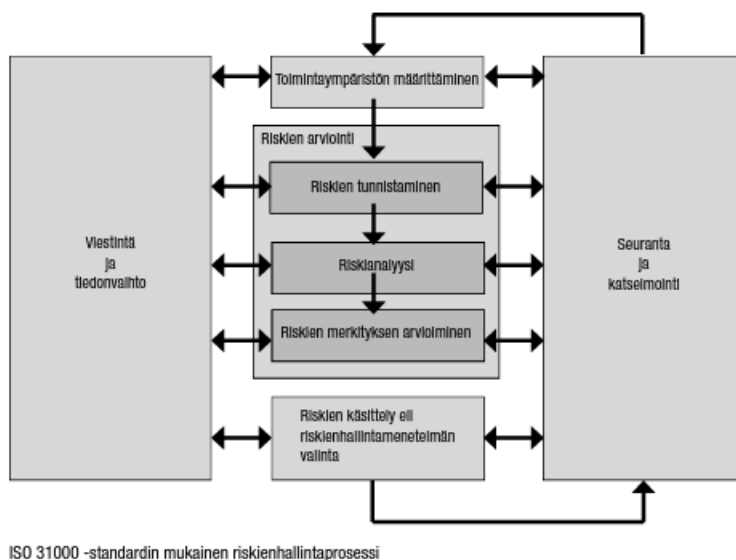
### 4.1 Riskit yleisesti

Kaikkeen toimintaan liittyy riskejä. Riskien vaikutus toimintaan voi olla joko positiivinen tai negatiivinen. Liiketoiminnassa pureudutaan yleensä riskeihin, jotka vaikuttavat uhkaavasti liiketoimintaan. Näitä tekijöitä pyritään kartoittamaan ja hallitsemaan riskienhallinnan avulla. (Juvonen ym. 2014. 7.)

Riski sanana herättää ihmisissä erilaisia ajatuksia. Nämä ajatukset ovat yleensä negatiivisia ja herättävät ajatuksen siitä, että jotain epämiellyttävää voi tapahtua joko omaisuudelle tai jollekin henkilölle. Riskiin liittyy kolme tekijää, joiden mukaan se koetaan. Näitä tekijöitä ovat epävarmuus, odotukset sekä laajuus ja vakavuus. Epävarmuustekijä nousee vahvasti esille myös SFS-ISO 31000 standardissa. Sen mukaan riski on epävarmuuden vaikutus tavoitteisiin. Tämä osatekijä on riskin määritelmän kannalta tärkeä, sillä jos vaikutus tapahtumaan tai asiaan on ennalta tiedossa, ei voida puhua riskistä. Toisena osatekijänä on odotukset, jotka vaikuttavat siihen millaisena riski koetaan. Riskin aiheuttama laajuus ja merkityksellisyys ovat myös suuressa osassa riskin kokemista. Liiketoiminnassa panokset ovat usein suuret, jolloin riskien merkityksellisyys ja laajuus korostuu. (Juvonen ym. 2014. 8–9.)

### 4.2 Riskienhallinta

Riskienhallinta on tärkeässä osassa yrityksen menestymisen kannalta. Riskien tunnistaminen ja käsittely, auttaa yritystä ennakoimaan, varautumaan ja mahdollisesti estämään vakavien riskien toteutumisen. (Juvonen ym. 2014. 16.)



Kuva 5. Riskienhallintaprosessi (Juvonen ym. 2014. 18).

Riskienhallintaprosessi lähtee liikkeelle toimintaympäristön määrittelystä. Toimintaympäristön määrittely koostuu neljästä osa-alueesta, joita ovat riskinottohalu, riskienhallintaprosessi, liiketoimintaympäristö sekä organisaatio. Nämä tekijät määrittelemällä, riskien hallinta ja johtaminen selkeytyvät. Organisaation on hyvä selvittää toimintaympäristön määrittelyssä, minkälaisia riskejä on olemassa, miten niitä keestetään ja mitkä seuraukset tunnistetuilla riskeillä mahdollisesti ovat. (Juvonen ym. 2014. 17–18.)

Seuraavana vaiheena riskienhallintaprosessia on riskien arviointi. Tämä vaihe koostuu kolmesta osatekijästä, joita ovat riskien tunnistaminen, riskianalyysi sekä riskien merkityksen arvioiminen. Riskianalyysi pitää sisällään riskien merkityksen arvioinnin riskienhallinnan terminologiassa. Merkittävimpana vaiheena on riskien tunnistaminen. On oleellista tunnistaa olemassa olevat riskit, jotta niihin voidaan reagoida. Riskien tunnistamiseen on olemassa erilaisia menetelmiä. Yleisimmin käytettyjä tunnistamismenetelmiä ovat erilaiset kysymyssarjat, haavoittuvuusanalyysi, PK-HAAVA, HA-ZOP sekä vikapuuanalyysi. Kun erilaisia menetelmiä apuna käyttäen, riskit on saatu tunnistettua, seuraa arviointivaihe. Tässä vaiheessa arvioidaan tunnistettujen riskien todennäköisyydet ja suuruudet. Arviointivaihetta kutsutaan riskianalyysiksi. Sen avulla riskeihin voidaan varautua paremmin. Riskianalyysissä jokainen riski analysoidaan yksityiskohtaisesti ja määritellään suurin mahdollinen vahinko. Se voidaan ilmaista prosentteina riskikohteen arvosta sekä rahallisena menetyksenä. Tämän



selvityksen myötä organisaatio saa selville riskien merkittävyyden. Suurien ja merkittävien riskien kohdalla yritys pystyy siirtämään riskin pois esimerkiksi vakuuttamalla. Pienien riskien kohdalla ennustaminen on helpompaa sekä yritykselle kohdistuvat menetykset ovat tällöin pienemmät. (Juvonen ym. 2014. 19–20.)

Riskienhallintaprosessin seuraavana vaiheena on riskeihin varautuminen. Tässä vaiheessa toteutetaan mahdolliset suojelutoimenpiteet ja valitaan riskienhallintamenetelmä. Kun merkittävät riskit ovat tiedossa niihin tulee varautua tehokkaasti, näitä riskejä ovat esimerkiksi silloin kuin riski kohdistuu ihmishenkeen. Maltillisimpiin riskeihin pyritään varautumaan taloudellisemmin. (Juvonen ym. 2014. 19.)

Näiden prosessien rinnalla kulkevat seuranta ja katselmointi sekä viestintä ja tiedonvaihto. Riskien seuranta ja katselmointi pitää huolen siitä, että riskienhallinnan mukaisia toimenpiteitä toteutetaan myös käytännössä. Organisaation tulee kartoittaa mahdolliset riskit säännöllisesti ja toimia riskin vakavuuden mukaan. Viestintä ja tiedonvaihto ovat oleellinen osa riskienhallintaa, jotta organisaation johdolla on käsitys siitä toteutuvatko riskienhallinnan mukaiset toimenpiteet myös arjessa. Johdon tulee tarvittaessa raportoida riskienhallintapolitiikan mukaisesti myös hallitukselle. (Juvonen ym. 2014. 19.)

### 4.3 Riskimatriisi

Riskien arvioinnin apuvälineenä voidaan käyttää riskimatriisia. Riskimatriisin avulla arvioidaan riskien suuruus ja merkitys organisaatiolle. Matriisissa riski sijoittuu sen vaikutuksen ja vakavuuden mukaan. Riskimatriisi koostuu neljästä tasosta, joita hahmotetaan värikoodein. Punainen väri on kriittisin riski. Punaisen tason riski vaatii välttämättömiä toimia ja seurantaa. Seuraava taso on merkattu oranssilla värillä ja se kuvastaa merkittävää riskiä. Merkittävää riskiä on pienennettävä suunnitelman avulla ja sitäkin on seurattava. Kolmas taso on kohtalainen riski ja se on merkitty keltaisella värillä. Kohtalainen riski ei vaadi välttämättömiä toimenpiteitä mutta sen kehitystä on seurattava. Vihreän tason riski on matala riski. Se ei vaadi organisaation toimia mutta

se on silti huomioitava. Jokaista tasoa kuvaa riskiluku, joka on todennäköisyys x vaikutus. (Valtiovarainministeriön www-sivut n.d.)

<b>todennäköisyys</b>	4				
	3				
	2				
	1				
		1	2	3	4
	<b>vaikutus</b>				

Kuva 6. Riskimatriisi (Valtiovarainministeriön www-sivut n.d.).

## 5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS JA TULOKSET

### 5.1 KNL-laskennan toteutus

Kapasiteetin riittävyyttä lähdettiin tutkimaan KNL-laskennan avulla. Kohdeyrityksestä saatujen tietojen perusteella, suoritettiin laskelma molempien tutkittavien ruiskuvalukoneiden tehokkuudesta. Laskennasta saatujen tulosten perusteella pystytään tekemään tarvittavia johtopäätöksiä.

Vuoron pituus	8h	480min
Taukojen pituus	15	min
Taukojen määrä	2	
Tauot yhteensä	30	min
20sek/kpl		
yksipesäisellä	3kpl/min	
monipesäisellä		
2 pesäinen	6kpl/min	
3 pesäinen	9kpl/min	
4 pesäinen	12kpl/min	
5 pesäinen	15kpl/min	
Asetusaika		
Arburg	1h	
Baybyplast	45min	
Suunnittelemattomat seisahdukset		
	30min	

Kuva 7. KNL-laskelman taustatiedot.

KNL-laskenta aloitettiin selvittämällä taustatiedot, joihin kuuluivat työvuoron pituus ja siihen kuuluvat tauot. Nämä tiedot ovat tärkeässä roolissa laskelmaa ajatellen, jotta pystytään laskemaan tuotantoaika. On myös oleellista selvittää, kuinka monta kappaletta kone pystyy suunnitellusti tuottamaan minuutissa. Taustatietoihin on merkitty erilaisten muottien tuottamat kappalemäärät per minuutti, sillä laskelmassa käytettyjä esimerkkituotteita valmistetaan erilaisilla muoteilla. Koneiden asetus aika on otettava myös huomioon, sillä se on tuottamaton aika. Tämän takia asetus aika lisätään suunnittelemaniin seisahduksiin, koska sen aikana kone ei pysty tuottamaan kappaleita. Taustatietojen selvityksen jälkeen laskelma voitiin aloittaa.

Taulukko 1. KNL-laskelma lukituslevystä ja välirenkaasta

<b>Arburg</b>				<b>Baybyplast</b>		
Lukituslevy	1	Pesäluku		Välirengas	4	Pesäluku
<b>Suunnittelemattomat seisahdukset</b>	90	min		<b>Suunnittelemattomat seisahdukset</b>	75	min
<b>Optimaalinen tuotantokyky</b>	3	kpl/min		<b>Optimaalinen tuotantokyky</b>	12	kpl/min
<b>Tuotantomäärä</b>	2952	kpl		<b>Tuotantomäärä</b>	3368	kpl
<b>Hylätyt/korjattavat (kpl)</b>	30	kpl		<b>Hylätyt/korjattavat (kpl)</b>	34	kpl
<b>Suunniteltu tuotantoaika</b>	450	min		<b>Suunniteltu tuotantoaika</b>	450	min
(Vuoron pituus-Tauot)				(Vuoron pituus-Tauot)		
<b>Tehollinen tuotantoaika</b>	360	min		<b>Tehollinen tuotantoaika</b>	375	min
(Tuotantoaika-Seisokit)				(Tuotantoaika-Seisokit)		
<b>Hyväksytyt tuotteet</b>	2922	kpl		<b>Hyväksytyt tuotteet</b>	3334,32	kpl
(Tuotantomäärä- Virheelliset)				(Tuotantomäärä- Virheelliset)		
<b>Käytettävyys</b>	0,8			<b>Käytettävyys</b>	0,83	
(Tehollinen/Suunniteltu)	<b>80,0 %</b>			(Tehollinen/Suunniteltu)	<b>83,3 %</b>	
<b>Nopeus</b>	2,73	1.00		<b>Nopeus</b>	0,75	
(Tuotantomäärä/Tehollinen tuotantoaika)	<b>273 %</b>	<b>100 %</b>		(Tuotantomäärä/Tehollinen tuotantoaika)	<b>74,8 %</b>	
/Optimaalinen tuotantokyky				/Optimaalinen tuotantokyky		
<b>Laatu</b>	0,99			<b>Laatu</b>	0,99	
(Hyväksytyt/Tuotantomäärä)	<b>99,0 %</b>			(Hyväksytyt/Tuotantomäärä)	<b>99,0 %</b>	
<b>KNL</b>	<b>72,0 %</b>			<b>KNL</b>	<b>61,5 %</b>	
(Käytettävyys x Nopeus x Laatu)				(Käytettävyys x Nopeus x Laatu)		

KNL-laskelmia toteutettiin eri tuotteille, jotta saataisiin kokonaiskuva molempien koneiden kokonaistehokkuudesta. Tehokkuutta laskettaessa on ensin selvitetty suunniteltu tuotantoaika sekä tehollinen tuotantoaika, jotka saatiin laskettua taustatietoja hyödyntäen. Seuraavana vaiheena selvitettiin kokonaistuotannosta hyväksytyjen tuotteiden osuus. Näiden tietojen pohjalta pystyttiin laskemaan kokonaistehokkuuden osatekijät käytettävyys, nopeus ja laatu. Lopullinen KNL-vastaus saatiin kertomalla osatekijät keskenään.

Taulukko 2. Laskelman keskiarvot

KA KNL	
Arburg	80,4 %
Baybyplast	70,6 %
KA käytettävyys Arburg	
83,1 %	
KA käytettävyys Baybyplast	
83,3 %	

Tutkimuksessa suoritettiin laskelma seitsemälle eri tuotteelle, yhteensä laskelmia toteutettiin kahdeksan, joista neljä olivat Arburgin ja neljä Baybyplastin. Kokonaistehokkuuden keskiarvoksi saatiin Arburgilla 80,4 %, joka on huomattavasti korkeampi kuin Baybyplastilla, jonka kokonaistehokkuus oli vain 70,6 %. Tähän arvoon vaikuttivat Baybyplastin alhaisemmat arvot nopeuden osalta.

Kapasiteetin riittävyyden kannalta on oleellista tarkastella laskelmissa käytettävyyden osatekijää. Taulukosta 2. voidaan nähdä koneiden käytettävyyden keskiarvot. Nämä arvot eivät eroa toisistaan juurikaan. Arvo 80 % itsessään on melko hyvä, mutta parantamisen varaa toki on. Arvoa voidaan parantaa nostattamalla tehollista tuotantoaika, jolloin suunnitellun ja tehollisen tuotantoajan ero pienenee.

## 5.2 Riskien kartoitus ja riskimatriisi

Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena oli luoda riskimatriisi siirron vaikutuksista. Ensimmäisenä vaiheena lähdettiin kartoittamaan, mitkä mahdolliset riskit tulee huomioida. Riskien tunnistamisessa käytettiin laadullista tutkimusta ja haastateltiin kohdeyrityksen henkilökuntaa.





Taulukko 5. Riskimatriisi

Todennäköisyys	4										
	3		O-02								
	2		V-01	S-01, O-01, V-02							
	1										
			1	2	3	4					
		Vaikutus									
		Todennäköisyyden arvot		Vaikutuksen arvot							
		4	Lähes varma	4	Kriittinen			Sietämättömiä riskejä on :	0kpl		
		3	Todennäköinen	3	Merkittävä			Merkittäviä riskejä on:	4kpl		
		2	Mahdollinen	2	Kohtalainen			Kohtalaisia riskejä on :	1kpl		
		1	Epätodennäköinen	1	Vähän/ei vaikutusta						

Kun riskit on saatu tunnistettua ja riskianalyysi tehtyä, voidaan riskit sijoittaa riskimatriisiin. Riskit ovat merkitty matriisiin tunnuksilla, jotka löytyvät taulukosta 3. Jokainen riski sijoittuu matriisiin todennäköisyyden ja vaikutuksen perusteella. Matriisista voidaan nähdä, että tunnistetut riskit ovat kaikki joko merkittäviä tai kohtalaisia. Nämä riskit on siis huomioitava ja varsinkin merkittäviin riskeihin on laadittava suunnitelma, jotta niitä voidaan lieventää. Kohtalaisen riskin osalta, ei vaadita jatkotoimenpiteitä, mutta sen mahdollisuus on huomioitava.

### 5.3 Siirron soveltuvuustaulukko

Soveltuvuustaulukkoa lähdettiin luomaan teknisten ominaisuuksien pohjalta, jotka ovat oleellisemmat siirron kannalta. Näitä ominaisuuksia olivat materiaalien ja muotien yhteensopivuus sekä käyttövoima ja kiinnittimet. Taulukkoon merkittiin ominaisuuksien soveltuvuus Arburgiin ja Baybyplastiin asteikolla 1–3.



Taulukko 6. Soveltuvuustaulukko

	Arburg	Baybyplast
<b>Materiaalit</b>		
Materiaali 1	1	1
Materiaali 2	1	1
Materiaali 3	1	1
Materiaali 4	1	1
Materiaali 5	1	1
<b>Muotit</b>		
<b>kiinnittimet</b>		
Hydrauliikka	1	1
Sähkö	3	3
<b>Muoto</b>		
Pyöreät	1	1
Muut	1	3
<b>Koko</b>		
Pienet	1	1
Isommat	1	3
<b>Adapterimuotti</b>	3	1
<b>Sulkuyksiköt</b>		
hydraulinen	1	1
mekaaninen	3	3
1 = Soveltuu hyvin		
2 = Soveltuu kohtalaisesti		
3 = Ei sovellu		

Kuten taulukosta 6. voidaan nähdä, kaikki raaka-ainemateriaalit sopivat kummallekin koneelle. Molempien koneiden käyttö perustuu hydrauliikkaan, joten se ei tuota ongelmia siirron yhteydessä, mutta muottien kohdalla voidaan nähdä pieniä eriävaiisyyksiä. Arburg on uudempi ruiskuvalukone ja siihen sopivat kaikki käytössä olevat muotit. Baybyplastin kohdalla muottien käytössä on rajoitteita. Baybyplastiin sopivat ainoastaan pienemmät, pyöreän muotoiset, adapteriin sopivat muotit. Tämä ei ole siirron kannalta merkittävää, sillä tuotteita valmistetaan mahdollisesti jatkossa pelkästään Arburgilla, johon sopivat kaikki muotit. Siirron kannalta merkittävään osaan nousevat käyttöohjelmat, jotka ohjaavat konetta tuottamaan tietyn kappaleen. Baybyplastilla luodut ohjelmat tulisi siirron yhteydessä ohjelmoida yksitellen Arburgille, jotta Baybyplastilla valmistettuja tuotteita voitaisiin tehdä Arburgilla.

## 5.4 Tulosten arviointi

### 5.4.1 Kapasiteetin riittävyys

KNL-laskennan tuloksia tarkkaillessa on syytä kiinnittää huomio käytettävyyden osatekijään. Koska työn tarkoituksena oli selvittää Arburgin kapasiteetin riittävyyttä, tarkastellaan tarkemmin tämän koneen tuloksia. Arburgin käytettävyyden keskiarvo oli 83,1 %. Tulos on itsessään melko hyvä, mutta arvossa on varaa myös korotukselle. Tämä tarkoittaa, että käyttökapasiteettia voidaan nostaa. Arvoa saadaan nostettua lisäämällä aikaa, jolloin kone käy ilman seisahduksia.

Kapasiteetin riittävyyttä tarkastellessa on myös syytä kiinnittää huomiota asetusajaan ja suunnittelemattomien seisahdusten pituuteen. Nämä tekijät lyhentävät koneen arvoa tuottavaa aikaa, joten niiden minimoiminen on taloudellisesti kannattavaa. Asetusaika on pitkälti riippuvainen koneen ominaisuuksista, mutta kaikki mahdollinen aika, johon pystytään vaikuttamaan, on syytä karsia pois hyvällä suunnittelulla. Suunnittelemattomien seisahdusten syyt tulee aina selvittää. Tällä hetkellä tämä aika on noin puoli tuntia. Jos siitä pystyttäisiin karsimaan edes vähän, sillä olisi suora yhteys tehokkaampaan tuotantoon. Seisahduksien aika olisi hyvä kellottaa, ja sitä kautta tarkkailla ajan pituutta. Tätä kautta syiden selvittäminen olisi helpompaa ja aikaa pystyttäisiin lyhentämään vähentämällä pysähdyksiin johtavia tekijöitä.

Taulukko 6. Kapasiteetin riittäminen

Arburgilla valmistettavat tuotteet:	29391	kpl
Baybyplastilla valmistettavat tuotteet:	137673	kpl
yht.	167064	kpl
Arburgin tehollinen tuotantoaika päivässä	360	min
yksipesäisellä muotilla	3	kpl/min
yhdessä työpäivässä	1080	kpl
viikossa	5400	kpl
Kokonaiskapasiteetin valmistukseen kuluva aika (viikoissa)	30,9	

Tällä hetkellä Arburgilla valmistetaan vuositasolla 29 391 kpl tuotteita, kun taas Baybyplastilla 137 673 kpl. Eli Arburgin tulisi valmistaa vuositasolla yhteensä 167 064 kpl tuotteita. Valmistettavia tuotteita sekä muotteja on erilaisia, mutta jos ajatellaan kuvitteellinen tilanne, että jokainen tuote valmistettaisiin yksi pesäisellä muotilla, viisi päivää viikossa, kappalemäärä saataisiin tuotettua 31 viikossa. Laskelma on laskettu Arburgin nykyisen tehollisen tuotantoajan mukaan, jolloin nykyisellä toiminnalla kapasiteetin tulisi riittää tuottamaan molempien koneiden tuotteet.

#### 5.4.2 Riskien tarkastelu

Riskeihin varautuminen on tärkeää. Varautumalla ja tunnistamalla mahdolliset riskit pystytään ennakoimaan ja pienentämään riskien vaikutusta. Tunnistamisen jälkeen on laadittava suunnitelma riskien varalle.

Riskimatriisia varten opinnäytetyössä kerättiin haastattelujen avulla mahdollisia siirrostä aiheutuvia riskejä. Työssä tunnistettiin viisi mahdollista riskiä, joita olivat: kapasiteetin riittäminen, koneen rikkoutuminen, henkilöstöressurssit, koneiden sijainti ja muotin rikkoutuminen. Tunnistetut riskit arvioitiin vaikutuksen ja todennäköisyyden perusteella sekä siirrettiin riskimatriisiin. Matriisista voidaan nähdä, että riskit sijoituvat vakavuudeltaan matriisin puoliväliin. Tämä tarkoittaa, että kyseessä ei ole kaikkein vakavampia riskejä mutta kuitenkin sellaisia, että niihin on varauduttava.

Riskeihin varautumiseen voidaan laatia erilaisia suunnitelmia, mutta kerron seuraavaksi mikä olisi oma ehdotukseni riskeihin varautumiseen. Opinnäytetyössä on laskettu kapasiteetin riittävyttä, mutta todellisuudessa tilanteet voivat muuttua. Kapasiteetin riittävyttä tulisi tarkkailla ja seurata koneen käytössä. Myös jatkolaskelmia olisi hyvä tehdä käytön edetessä. Jos tilanne näyttää huonolta, koneen käyttöä tulisi harkita myös iltavuorossa. Koneen rikkoutumiseen tulisi varautua säännöllisillä huoltotoimenpiteillä sekä konetta tulisi käyttää ohjeiden mukaisesti. Myös koneen valvonta nousee isoon rooliin ja mahdollisiin poikkeaviin tilanteisiin puututtaisiin. Henkilöressurssien riskin kohdalla olisi syytä varautua useampaan käyttäjään. Vuorossa tulisi olla koneen käyttäjälle varahenkilö, joka osaa käyttää konetta tarvittaessa. Sijainnin suhteen ehdottaisin, että molemmilla koneilla olisi oma käyttäjänsä, jolloin molemmilla koneilla olisi valvoja häiriötilanteen sattuessa. Koneiden käyttäjät voisivat kommunikoida sähköpostin välityksellä tarvittavista tuotteiden valmistuksista. Tässä tilanteessa kommunikointi ja viestintä nousee tärkeään rooliin, jotta koneiden käyttäjät eivät kulu aikaansa siirtymällä koneiden välillä. Muotin vaurioitumiseen varautuminen on melko samanlaista, kun koneen rikkoutumiseen varautumisessa. Säännöllisillä huoltotoimenpiteillä ja tarkastuksilla, muotin käyttöikä voidaan pidentää.

#### 5.4.3 Soveltuvuustaulukon analysointi

Soveltuvuustaulukosta voidaan nähdä, ettei teknisten ominaisuuksien kannalta siirrolle ole estettä. Materiaalit soveltuvat kummallekin koneelle sekä muotit, joita käytetään nyt Baybyplastissa sopivat käytettäväksi myös Arburgilla. Siirron kannalta ainoa huomioitava asia on ohjelmien siirtäminen Baybyplastilta Arburgille. Ohjelmien siirto on syytä aikatauluttaa, siten että se ei vaikuta valmistettavien kappaleiden tuotantoon.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, onko kahden ruiskuvalukoneen kapasiteetin siirtäminen yhdelle koneelle mahdollista. Työ toteutettiin Oraksen Rauman

tehtaan työkalupuolelle, jossa ruiskuvalukoneet tällä hetkellä sijaitsevat. Selvitys lähti yrityksen tarpeesta siirtää toinen kone muuhun tarkoitukseen.

Tilannetta lähdettiin selvittämään KNL-laskennan, riskimatriisin ja soveltuvuustaulukon avulla. Työhön liittyvää aineistoa kerättiin haastattelujen avulla, sekä jo yrityksestä löytyvää valmista dataa hyödynnettiin. Näiden tietojen pohjalta pystyttiin tekemään tutkimus.

Tutkimuksen tuloksia tarkkailemalla voitiin arvioida, että siirto olisi mahdollinen. KNL-laskennan tulokset osoittivat kapasiteetin riittävyyden. Riskit huomioiden ja niihin varautumalla siirto voitaisiin suorittaa. Soveltuvuustaulukosta voidaan nähdä, että tarvittavat tekniset ominaisuudet täsmäävät koneiden välillä.

## LÄHTEET

Gröhn, J. 'Kuinka paljon ruiskuvalukone maksaa?'. Greenfox. 16.9.2018. Viitattu 2.12.2022. <https://greenfox.com/kuinka-paljon-ruiskuvalukone-maksaa/>

Hirsijärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. uud. p. Helsinki: Tammi

Juvonen, M., Koskensyrjä, M., Kuhanen, L., Ojala, V., Pentti, A., Porvari, P. & Talala, T. 2014. Yrityksen riskienhallinta. Helsinki: Finva Oy. Viitattu 12.1.2023. <https://www.ellibslibrary.com/book/9789525684650>

Järvelä, P., Syrjälä, K & Vastela, M. 1999. Ruiskuvalu. Tampere: Plastdata

Järvinen, P. 2017. Muovit ja muovituotteiden valmistus. Porvoo: Bookwell

Karonen, J. 2021. Kahden vuoden takainen uhkakuva Oraksen Rauman tehtaan 70 työpaikan katoamisesta katosi: ”ketään ei tarvitse irtisanoa” – näillä keinoilla yritys voitti vaikeudet. Satakunnan kansa 9.11.2021. Viitattu 2.12.2022. <https://www.satakunnankansa.fi/satakunta/art-2000008382032.html>

Kurri, V., Malen, T., Sandell, R. & Virtanen, M. 2008. Muovitekniikan perusteet. 4. uud. p. Helsinki: Opetushallitus

Nexusintegra:n www-sivut. Viitattu 9.1.2023. <https://nexusintegra.io/oee-and-production/>

Novotek:n www-sivut. Viitattu 9.1.2023. <https://www.novotek.fi/etusivu/ratkaisut-ja-tuotteet/knl-oee/>

OEE:n www-sivut. Viitattu 6.12.2022. <https://www.oee.com/>

Oraksen työntekijä. 4.1.2023. Henkilökohtainen tiedonanto

Oraksen www-sivut. Viitattu 2.12.2022. <https://www.oras.com/fi/oras/historia>

Oras invest:n www-sivut. Viitattu 2.12.2022. <https://orainvest.fi/fi/omistukset/>

Pinja. 'Mitä on OEE/KNL?'. Pinja Blogi. 25.5.2022. Viitattu 6.12.2022.  
<https://blog.pinja.com/mita-on-oee-knl>

Valtiovarainministeriön www-sivut. n.d. Viitattu 11.1.2023. <https://vm.fi/documents/10623/307569/Liite+7+-+Riskimatriisi/>

Villanen, H. 2013. Tuotantokoneiden kokonaistehokkuus. Prosessitaito. PDF-dokumentti. Viitattu 9.1.2023. [http://www.prosessitaito.fi/Tuotantokoneiden\\_kokonaistehokkuus\\_OEE.pdf](http://www.prosessitaito.fi/Tuotantokoneiden_kokonaistehokkuus_OEE.pdf)

## LIITE 1

## KNL-laskennan tulokset

<b>Arburg</b>				<b>Baybyplast</b>			
Lukituslevy	1	Pesäluku		Välirengas	4	Pesäluku	
<b>Suunnittelemattomat seisahdukset</b>	90	min		<b>Suunnittelemattomat seisahdukset</b>	75	min	
<b>Optimaalinen tuotantokyky</b>	3	kpl/min		<b>Optimaalinen tuotantokyky</b>	12	kpl/min	
<b>Tuotantomäärä</b>	2952	kpl		<b>Tuotantomäärä</b>	3368	kpl	
<b>Hylätyt/korjattavat (kpl)</b>	30	kpl		<b>Hylätyt/korjattavat (kpl)</b>	34	kpl	
<b>Suunniteltu tuotantoaika</b>	450	min		<b>Suunniteltu tuotantoaika</b>	450	min	
(Vuoron pituus-Tauot)				(Vuoron pituus-Tauot)			
<b>Tehollinen tuotantoaika</b>	360	min		<b>Tehollinen tuotantoaika</b>	375	min	
(Tuotantoaika-Seisokit)				(Tuotantoaika-Seisokit)			
<b>Hyväksytyt tuotteet</b>	2922	kpl		<b>Hyväksytyt tuotteet</b>	3334,32	kpl	
(Tuotantomäärä- Virheelliset)				(Tuotantomäärä- Virheelliset)			
<b>Käytettävyys</b>	0,8			<b>Käytettävyys</b>	0,83		
(Tehollinen/Suunniteltu)	<b>80,0 %</b>			(Tehollinen/Suunniteltu)	<b>83,3 %</b>		
<b>Nopeus</b>	2,73	1.00		<b>Nopeus</b>	0,75		
(Tuotantomäärä/Tehollinen tuotantoaika)	<b>273 %</b>	<b>100 %</b>		(Tuotantomäärä/Tehollinen tuotantoaika)	<b>74,8 %</b>		
/Optimaalinen tuotantokyky				/Optimaalinen tuotantokyky			
<b>Laatu</b>	0,99			<b>Laatu</b>	0,99		
(Hyväksytyt/Tuotantomäärä)	<b>99,0 %</b>			(Hyväksytyt/Tuotantomäärä)	<b>99,0 %</b>		
<b>KNL</b>	<b>72,0 %</b>			<b>KNL</b>	<b>61,5 %</b>		
(Käytettävyys x Nopeus x Laatu)				(Käytettävyys x Nopeus x Laatu)			



## LIITE 2

<b>Arburg</b>			<b>Baybyplast</b>		
Tukikappale	2	Pesäluku	pidike	2	Pesäluku
<b>Suunnittelemattomat seisahdukset</b>	90	min	<b>Suunnittelemattomat seisahdukset</b>	75	min
<b>Optimaalinen tuotantokyky</b>	6	kpl/min	<b>Optimaalinen tuotantokyky</b>	6	kpl/min
<b>Tuotantomäärä</b>	3500	kpl	<b>Tuotantomäärä</b>	186	kpl
<b>Hylätyt/korjattavat (kpl)</b>	35	kpl	<b>Hylätyt/korjattavat (kpl)</b>	2	kpl
<b>Suunniteltu tuotantoaika</b>	450	min	<b>Suunniteltu tuotantoaika</b>	450	min
(Vuoron pituus-Tauot)			(Vuoron pituus-Tauot)		
<b>Tehollinen tuotantoaika</b>	360	min	<b>Tehollinen tuotantoaika</b>	375	min
(Tuotantoaika-Seisokit)			(Tuotantoaika-Seisokit)		
<b>Hyväksytyt tuotteet</b>	3465	kpl	<b>Hyväksytyt tuotteet</b>	184	kpl
(Tuotantomäärä- Virheelliset)			(Tuotantomäärä- Virheelliset)		
<b>Käytettävyys</b>	0,80		<b>Käytettävyys</b>	0,83	
(Tehollinen/Suunniteltu)	<b>80,0 %</b>		(Tehollinen/Suunniteltu)	<b>83 %</b>	
<b>Nopeus</b>	1,62	1.0	<b>Nopeus</b>	0,08	1.00
(Tuotantomäärä/Tehollinen tuotantoaika)	<b>162,0 %</b>	<b>100 %</b>	(Tuotantomäärä/Tehollinen tuotantoaika)	<b>8,3 %</b>	<b>100 %</b>
/Optimaalinen tuotantokyky			/Optimaalinen tuotantokyky		
<b>Laatu</b>	0,99		<b>Laatu</b>	0,99	
(Hyväksytyt/Tuotantomäärä)	<b>99,0 %</b>		(Hyväksytyt/Tuotantomäärä)	<b>99,0 %</b>	
<b>KNL</b>	<b>79,2 %</b>		<b>KNL</b>	<b>82,2 %</b>	
(Käytettävyys x Nopeus x Laatu)			(Käytettävyys x Nopeus x Laatu)		

LIITE 3

<b>Arburg</b>			<b>Baybyplast</b>		
pidike	1	Pesäluku	Aluslevy	3	Pesäluku
<b>Suunnittelemattomat seisahdukset</b>	90	min	<b>Suunnittelemattomat seisahdukset</b>	75	min
<b>Optimaalinen tuotantokyky</b>	3	kpl/min	<b>Optimaalinen tuotantokyky</b>	9	kpl/min
<b>Tuotantomäärä</b>	38	kpl	<b>Tuotantomäärä</b>	8364	kpl
<b>Hylätyt/korjattavat (kpl)</b>	0	kpl	<b>Hylätyt/korjattavat (kpl)</b>	83,64	kpl
<b>Suunniteltu tuotantoaika</b>	450	min	<b>Suunniteltu tuotantoaika</b>	450	min
(Vuoron pituus-Tauot)			(Vuoron pituus-Tauot)		
<b>Tehollinen tuotantoaika</b>	360	min	<b>Tehollinen tuotantoaika</b>	375	min
(Tuotantoaika-Seisokit)			(Tuotantoaika-Seisokit)		
<b>Hyväksytyt tuotteet</b>	38	kpl	<b>Hyväksytyt tuotteet</b>	8280	kpl
(Tuotantomäärä- Virheelliset)			(Tuotantomäärä- Virheelliset)		
<b>Käytettävyys</b>	0,80		<b>Käytettävyys</b>	0,83	
(Tehollinen/Suunniteltu)	<b>80,0 %</b>		(Tehollinen/Suunniteltu)	<b>83 %</b>	
<b>Nopeus</b>	0,04	1.0	<b>Nopeus</b>	2,48	1.00
(Tuotantomäärä/Tehollinen tuotantoaika)	<b>3,5 %</b>	<b>100 %</b>	(Tuotantomäärä/Tehollinen tuotantoaika)	<b>247,8 %</b>	<b>100 %</b>
/Optimaalinen tuotantokyky			/Optimaalinen tuotantokyky		
<b>Laatu</b>	0,99		<b>Laatu</b>	0,99	
(Hyväksytyt/Tuotantomäärä)	<b>99,0 %</b>		(Hyväksytyt/Tuotantomäärä)	<b>99,0 %</b>	
<b>KNL</b>	<b>79,2 %</b>		<b>KNL</b>	<b>82,2 %</b>	
(Käytettävyys x Nopeus x Laatu)			(Käytettävyys x Nopeus x Laatu)		

## LIITE 4

<b>Arburg</b>			<b>Baybyplast</b>		
Aluslevy	3	Pesäluku	tukirengas	1	Pesäluku
<b>Suunnittelemattomat seisahdukset</b>	30	min	<b>Suunnittelemattomat seisahdukset</b>	75	min
<b>Optimaalinen tuotantokyky</b>	9	kpl/min	<b>Optimaalinen tuotantokyky</b>	3	kpl/min
<b>Tuotantomäärä</b>	8364	kpl	<b>Tuotantomäärä</b>	778	kpl
<b>Hylätyt/korjattavat (kpl)</b>	84	kpl	<b>Hylätyt/korjattavat (kpl)</b>	8	kpl
<b>Suunniteltu tuotantoaika</b>	390	min	<b>Suunniteltu tuotantoaika</b>	450	min
(Vuoron pituus-Tauot)			(Vuoron pituus-Tauot)		
<b>Tehollinen tuotantoaika</b>	360	min	<b>Tehollinen tuotantoaika</b>	375	min
(Tuotantoaika-Seisokit)			(Tuotantoaika-Seisokit)		
<b>Hyväksytyt tuotteet</b>	8280	kpl	<b>Hyväksytyt tuotteet</b>	770	kpl
(Tuotantomäärä- Virheelliset)			(Tuotantomäärä- Virheelliset)		
<b>Käytettävyys</b>	0,92		<b>Käytettävyys</b>	0,83	
(Tehollinen/Suunniteltu)	<b>92,3 %</b>		(Tehollinen/Suunniteltu)	<b>83 %</b>	
<b>Nopeus</b>	2,58	1.0	<b>Nopeus</b>	0,69	
(Tuotantomäärä/Tehollinen tuotantoaika)	<b>258,1 %</b>	<b>100 %</b>	(Tuotantomäärä/Tehollinen tuotantoaika)	<b>69 %</b>	
/Optimaalinen tuotantokyky			/Optimaalinen tuotantokyky		
<b>Laatu</b>	0,99		<b>Laatu</b>	0,99	
(Hyväksytyt/Tuotantomäärä)	<b>99,0 %</b>		(Hyväksytyt/Tuotantomäärä)	<b>99,0 %</b>	
<b>KNL</b>	<b>91,1 %</b>		<b>KNL</b>	<b>56,7 %</b>	
(Käytettävyys x Nopeus x Laatu)			(Käytettävyys x Nopeus x Laatu)		