



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Juho Niemi-Korpi

KAKSIKOMPONENTTI
LÄMMÖNJOHTOPASTAN ANNOSTELUN
STABILOINTI

Case Danfoss

Tekniikka

2021

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Juho Niemi-Korpi
Opinnäytetyön nimi	Kaksikomponentti lämmönjohtopastanannostelun stabi- lointi
Vuosi	2021
Kieli	suomi
Sivumäärä	30
Ohjaaja	Osku Hirvonen

Tutkimuksen taustalla, on tilaajan tarve selvittää, kuinka paineilma-annostelija saataisiin toimimaan tiettyjen rajojen sisällä sekä hukan minimointi. Tutkimusmenetelmänä tutkimuksessa käytettiin koneen koeajoja. Koeajot suoritettiin paineilmakäyttöisellä annostelijalla. Tutkimusaineostona käytettiin tilaajalta löytyvää osaamista muun muassa tilaajaa haastatteleamalla.

Tutkimuksessa havaittiin, että tuubien säilytysasennot, sekoitusnokkien leikkaus sekä pursotusten välissä kulunut aika vaikuttavat kaikki lopputulokseen. Tutkimustulokset osoittavat, että suurin merkitys on sekoitusnokkien leikkauksella, tuubien säilytysasennolla ei ollut tutkimustuloksissa suurta merkitystä. Pursotusten välissä kulunut aika vaikutti kyllä tulokseen jonkin verran, mutta suurta merkitystä ei ollut sillä, oliko tauko lyhyt vai pitkä.

Tutkimustulokset näyttävät, että sekoitusnokkien leikkauksella on merkitystä, kun taas tuubien säilytysasentojen ero ei tuota suurempia muutoksia. Taukojen osalta huomattiin myös, että riippumatta siitä onko tauko lyhyt vai pitkä, niin heittälyjä tulee.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Konetekniikka

ABSTRACT

Author	Juho Niemi-Korpi
Title	Dose Stabilization of Two Component Thermal Paste Dispenser
Year	2021
Language	Finnish
Pages	30
Name of Supervisor	Osku Hirvonen

The background to this thesis is the company's need to find out how the compressed air dispenser could be used within certain limits and to minimize the waste. In this thesis test-drives with the machine were used as a research method. The test-drives were made with a compressed air dispenser. Interviews of the company's employees were also used as a research method.

In the study it was observed that the storage position of the tubes, cutting the mixing spouts and the time between the pipings all affected the test results. The test results show that the biggest effect was when the mixing spouts were cut or the time between the pipings changed. The effects were smaller on the storage position of the tubes. There were some effects on the result if there were pauses between the pipings, but it did not matter much if the pauses were short or long.

The results show that the cutting of the mixing sprouts is relevant but the storage position of the tubes did not make a big difference on the results. With the pauses it turned out that regardless of the pauses being short or long there were still changes in the results.

Keywords Compressed air dispenser, two component paste, and thermal
paste

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Tutkimuksen tausta.....	7
1.2	Tutkimuksen tavoite	7
1.3	Tutkimuksen rajaus.....	7
1.4	Tutkimusmenetelmä ja tutkimusaineisto	7
2	CASE DANFOSS	9
2.1	Danfoss Drives.....	11
3	TUTKIMUKSESSA KÄYTETTYJÄ KÄSITTEITÄ.....	12
4	PROSESSIN MUUTTUJAT.....	13
4.1	Sekoitusnokka	13
4.2	Paine.....	13
4.3	Tuubin säilytys	13
5	KOMPONENTIT	15
5.1	Kaksikomponenttinen pasta	15
5.2	Paineilma-annostelija.....	15
5.3	Paineilma-ajastin.....	16
5.4	Vaaka.....	16
6	KOESUUNNITELMA JA KOKEET	18
6.1	Koesuunnitelma	18
6.2	Sekoitusnokan leikkaus.....	19
6.3	2K-pastatuubi.....	19
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	20
7.1	Tulokset.....	21
7.2	Tutkimuksen käyttö jatkossa	26
7.3	Tutkimuksen luotettavuus	27
7.4	Pohdinta	27
7.5	Jatkotutkimusehdotukset	27

LÄHTEET	30
---------------	----

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Danfoss Drives Vaasa (SLO 2021.)	9
Kuvio 2. Danfoss Drives taajuusmuuttajia (Danfoss Drives 2021.).....	11
Kuvio 3. Spiraalipursotusnokka. (Nordson 2021.)	13
Kuvio 4. Pastatuubien säilytyslaatikko. (Danfoss 2021.)	14
Kuvio 5. Sulzer Mixpac dp 400 paineilma-annostelija. (Adhesive Dispensers 2021.)	16
Kuvio 6. Kern Eg 220-3NM tarkkuus vaaka. (Vaakatalo 2021.)	17
Kuvio 7. Tutkimustulosten raja-arvot.	20
Kuvio 8. Tutkimustuloksia eri tuubi asennot.	21
Kuvio 9. Tutkimustuloksia, 4 bar.....	22
Kuvio 10. Tutkimustuloksia, lämmönjohdin pastan pursottaminen osa 1.....	23
Kuvio 11. Tutkimustuloksia, lämmönjohdin pastan pursottaminen osa 2.....	23
Kuvio 12. Tutkimustuloksia, kaksi painallusta 20 min tauolla, tuubi tyhjäksi asti. 24	
Kuvio 13. Tutkimustuloksia, jatkuvat pursotukset 5 bar.	25
Kuvio 14. Tutkimustuloksia, kaksi painallusta 60 min tauolla, tuubi tyhjäksi asti.25	
Kuvio 15. Sekoitusnokan leikkauskohta	26
Kuvio 16. Annostelu- ja ohjainlaite (Hotmelt 2021.)	29

1 JOHDANTO

Tutkimukseni perehtyy kaksikomponenttisen lämmönjohtoaineen määrän annostelun stabilointiin paineilmakäyttöistä annostelijaa käyttäen, huomioon tulee ottaa myös erilaisia muuttujia kuten paino ja aika.

1.1 Tutkimuksen tausta

Tutkimuksen taustalla, on tilaajan tarve selvittää, kuinka paineilma-annostelija saataisiin toimimaan tiettyjen rajojen sisällä sekä hukkan minimointi.

1.2 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoite, on löytää tutkimuksen tilaajalle tiettyihin rajoihin määräytyvä annostelu kaksikomponenttiselle lämmönjohtoaineelle, jotta paineilmakäyttöinen annostelija toimisi määritettyjen raja-arvojen sisällä ja minimoida hukka. Tavoitteena on myös laskea, paljonko hukkaa tulee per tuubi, kun sekoitusnokkia vaihdellaan sekä selvittää kuinka saada sekoitusnokkien vaihto minimiin. Sekoitusnokia tullaan kokeilemaan eri kokoisia, huomioitava tässä on sekoitusnokan pituus ja aineen sekoittuminen sekoitusnokassa. Sekoitusnokassa oleva kierre hoitaa aineen sekoittumisen tässä tapauksessa lämmönjohto pastan.

1.3 Tutkimuksen rajaus

Tutkimus on rajattu käsittämään vain yhtä konetta sekä yhtä kaksikomponenttista lämmönjohtoainetta ja tutkimuskysymykset sekä apukysymykset on pyritty pitämään kompaktina ja tutkimusta tukevana.

1.4 Tutkimusmenetelmä ja tutkimusaineisto

Tutkimusmenetelmänä käytetään koneen koeajoja, pitää sisällään koeajo suunnitelman, itse koeajot paineilma käyttöisellä annostelijalla ja tulosten kirjaamisen. Tutkimusaineistona tullaan käyttämään tilaajan haastatteleamalla tilaajan

työntekijöitä, etsimällä aineistoa esim. Googlesta sekä sopivasta kirjallisuudesta. Tutkimuksessa hyödynnetään tilastollisia menetelmiä.

2 CASE DANFOSS

Danfoss on yritys, joka on perustettu 1933, yrityksen perustaja on Mads Clausen. Yrittäminen alkoi hänen vanhempiensa maatilalta Tanskan Nordborgissa.



Kuvio 1. Danfoss Drives Vaasa (SLO 2021.)

1930-luvulla Hänen saavutuksiaan olivat termostaattiset paisuntaventtiilit, painekytkimet vesiventtiilit, termostaatit, suodatinkuivaimet. Työntekijöitä vuosikymmenen lopussa oli 26.

1940-luvun alku oli kansainvälistymisen ja rakentamisen aikaa, viennin määrä kasvoi. Uusia tuotteita otettiin käyttöön kuten öljypolttimien suuttimia ja säätimiä, tällöin työntekijä määrä oli kasvanut jo 179 henkilöön.

1950-luvulla alettiin rakentaa maailmalle verkostoa ja optimoitiin tuotantoa, ensimmäisen kompressorien valmistusvuoden aikana kompressoreja valmistettiin niin paljon, että määrä tuotti 10 % myyntiliikevoiton Danfossille. Sarjatuotantoon tuli tällä vuosikymmenellä termostaattiset paisuntaventtiilit. Työntekijöiden määrä vuoteen 1958 mennessä oli kasvanut 3 000 henkilöön.

Vuonna 1961 Danfoss osti ensimmäisen EDP-järjestelmän ja Tanskan teollisuuden siihen mennessä suurin tietokone ostettiin vuonna 1969. Hydraulikka komponenttien valmistus aloitettiin ja 1962 tapahtui muutto uuteen pääkonttoriin. Täähän asti Mads Clausen oli johtanut 5000 henkilön yritystä vanhasta maatalosta. Danfossin perustaja kuoli 1966, häneltä jäi perinnöksi 305 patenttihakemusta ajalta 1965-69.

1970-luvulla Danfoss painotta energiatehokkuutta, hydraulinen testikenttä perustetaan Nordborgiin ja yrityksessä otetaan käyttöön skannaava mikroskooppi. Vuonna 1974 Danfossin VLT-taajuusmuuttajat ohjaavat Audin tehtaalla siirtolinjoja. Työntekijöitä Danfossilla 1977 oli 11 000.

1980-luvulla tietokoneavusteinen (CAD) suunnitteluohjelma otetaan käyttöön. 1985 Danfossille myönnetään ”Excellent environment administration” palkinto. Vuonna 1986 Danfossilla oli 13 285 henkilöä töissä.

1990-luku oli kestävän kehityksen aikakausi, ISO9001-laatusertifiointi otetaan käyttöön Danfossin tehtailla. Vuosituhannen loppuun mennessä työntekijöitä Danfossilla oli 19 000 henkilöä.

2000-luvulla Danfoss kasvaa ostamalla paljon yrityksiä. Danfoss pääsee maailman eettisimpien yritysten joukkoon. Danfossin työntekijä määrä 2008 vuoteen mennessä 32 000 tuhanteen henkilöön.

2010-luvulla Danfoss selviää maailmanlaajuisesta talouskriisistä voimakkaampana kuin koskaan. Useampia yrityksiä siirtyy Danfossin omistukseen. Danfoss ostaa myös Vaconin Vaasalaisen taajuusmuuttaja valmistajan. Vuosina 2006-2016 myynnin liikevaihto kaksinkertaistuu ja yrityksen henkilöstö kasvaa 22 prosenttia.

2020-luvulla yhtiöllä on kunnianhimoinen tavoite, Danfossin tavoitteena on olla hiilineutraali 2030 vuoteen mennessä. Naisten osuus johtotehtävissä nousee 30 prosenttiin vuoteen 2025 mennessä.

2.1 Danfoss Drives

Danfoss Drives on taajuusmuuttajia valmistava yritys, se on ollut sähkömoottorien muuttuvan nopeudenohjauksen markkinajohtajayli 50 vuoden ajan. Danfoss Drivesilla on myös tehdas Vaasassa. Työntekijöitä Vaasan tehtaalla on 629. Ennen kuin Danfoss Drives osti 1.1.2014 taajuusmuuttaja valmistajan nimi oli Vacon. Vacon on perustettu 1993.



Kuvio 2. Danfoss Drives taajuusmuuttajia (Danfoss Drives 2021.)

Danfoss Drivesillä on tavoite tehdä asiat eri tavalla. Yritys on keskittynyt 100 prosenttisesti taajuusmuuttajiin ja niiden kehittämiseen, valmistukseen ja toimittamiseen. Tämä tarkoittaa sitä, että asiakas voi valita parhaat laitteet omalle sovelluksellensa, ja Danfoss Drives toimittaa asiakkaan valintaan sopivan taajuusmuuttajan.

Yritys on tehnyt arvion, jonka mukaan vuonna 2025 yli 5 miljardia ihmistä, eli yli puolet arvioidusta maailman väestöstä, hyötyy joko välittömästi tai välillisesti Danfoss Drivesin tuotteiden eduista. Edut ovat näkyvissä ihmisten jokapäiväisessä elämässä. Danfoss Drivesin taajuusmuuttajat auttavat säästämään vuodessa vastaavan määrän energiaa, kun mitä koko maailma kuluttaisi 60 tunnin aikana. (Danfoss 2021.)

3 TUTKIMUKSESSA KÄYTETTYJÄ KÄSITTEITÄ

Tutkimuksessani käytän käsitteitä, joita olen tässä pyrkinyt avaamaan tutkimuksen lukemisen helpottamiseksi.

Kaksikomponenttilämmönjohtoaine – Kaksikomponenttilämmönjohtoaine on lämmönjohto pastaa, joka siirtää lämpöä yhdestä komponentista toiseen. Näin saadaan johdettua lämpöä.

Nahoittuminen – Nahoittuminen tarkoittaa aineen muuttumista nahkamaiseksi, se ei ole silloin kuitenkaan vielä kuiva.

Paineilmakäyttöinen annostelija – Paineilmakäyttöinen annostelija on paineilma toiminen annostelija, jossa mäntä työntää paineella pastaa sekoitusnokan lävitse.

Pneumatiikka – Pneumatiikalla tarkoitetaan prosessia missä energiamuoto muuttuu pneumaattiseksi energiaksi ja jatkumona tälle pneumaattisesti tehty energia muuttuu mekaaniseksi työksi.

Pursotus – Pursotus tarkoittaa aineen puristamista annostelijalla suuttimen läpi sekoitusnokan reiästä tässä tapauksessa käytetään paineilmakäyttöistä annostelijaa. (Suomisanakirja 2021.)

Sekoitusnokka – Sekoitusnokan tarkoitus on sekoittaa 2-komponentti lämmönjohtoaine nokassa olevien kierteiden avulla, jotta se on sekoittunut valmiiksi ja on valmis levitettäväksi komponentin pinnalle.

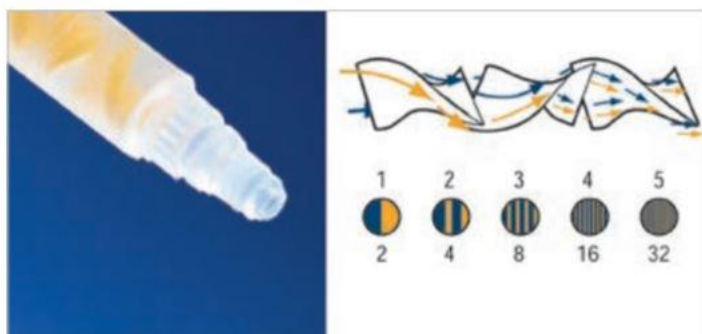
Stabilointi – Stabilointi tarkoittaa aineen vakautumista. (Suomisanakirja 2021.)

4 PROSESSIN MUUTTUJAT

Tutkimuksessa keskityin selvittämään useita eri muuttujia, jotka vaikuttavat kaksikomponenttipastan sekä sekoitusnokkien toimivuuteen.

4.1 Sekoitusnokka

Sekoitusnokassa Mixpac MC 10-18, on irtonainen spiraalin muotoinen kierukka sisällä, joka on tähän käyttö tarkoitukseen todettu toimivaksi, sekoittaa pastan kahdesta eri ainesosasta kaksikomponenttiseksi lämmönjohdinpastaksi. Uusi sekoitusnokka toimii samalla periaatteella kuin vanhakin.



Kuvio 3. Spiraalipursotusnokka. (Nordson 2021.)

4.2 Paine

Paineilma-annostelijassa on oma paineen säädin, jossa on mittari, josta näkee tarkan paineen, koska muuten ei voida olla varmoja paljonko järjestelmässä on painetta. Valmistajan mukaan paineilma-annostelija maksimi käyttöpaine 6 bar. Käyttöpaineena paineilma-annostelijassa on nyt 4 bar. 4 barin käyttöpaine paineilma-annostelijassa on todettu käytännössä riittäväksi. Lopulliset testit on tehty 5 baarilla, jota tullaan käyttämään jatkossakin.

4.3 Tuubin säilytys

Pastatuubit säilytetään normaali tuotantotilassa suurin osa tuubeista hyllyssä korkealla trukkilavan päällä, jossa lämpötila hieman korkeampi. Osaa pastatuubeista

säilytetään tuotantotilassa käsien korkeudella, laatikossa pastatuubin pohja alaspäin. Pastatuubit ovat pakattuna pahvilaatikkoon vaahtomuovin palasten sekaan, tällä tavalla pakattuna ne eivät rikkoudu kuljetuksessa.



Kuvio 4. Pastatuubien säilytyslaatikko. (Danfoss 2021.)

5 KOMPONENTIT

Komponentteina koneessa on kaksikomponenttipasta, paineilma-annostelija, paineilma-ajastin sekä vaaka.

5.1 Kaksikomponenttinen pasta

Pastana käytetään kaksikomponenttista pastaa, joka on 2x400 ml tuubissa, sen paino on 1 kg. Kyseessä on kaksikomponenttinen lämmönjohtopasta, joka kovettuu huoneenlämmössä. Pastaa käytetään lämpörajapintojen täyteaineena. Pastalla erinomainen lämmönjohtavuus ja lämmön siirtymiseen pastaa tarvitaan optimaalinen määrä, ei liikaa eikä myöskään liian vähän.

5.2 Paineilma-annostelija

Paineilma-annostelijalla tarkoitetaan annostelijaa, joka on tarkoitettu kaksikomponenttisille aineille. Paineilma-annostelijalla saadaan tarkkoja annostelumääriä, silloin kun se on kytkettynä paineilma-ajastimeen. Paineilma-annostelija vaatii toimiakseen rinnalle paineilma-ajastimen, jolla säädellään annostelua. Ajastimella varmistetaan oikea ainemäärä siihen määritetyllä ajalla ja kun aika on kulunut, paineilma-ajastin katkaisee paineen, näin ollen ainetta tulee oikea määrä. Annostelija toimii liipaisimesta kevyellä sormenpainaluksella ja paineilma-annostelijoissa on veto-ominaisuus. Tämä veto-ominaisuus poistaa tuubissa olevan paineen, joten sekoitusnokka ei jää vuotamaan.

Paineilma-annostelijassa on oma paineilmamittari kiinni. Käyttöpaine annostelijalla on 4 bar ja maksimipaine paineilma-annostelijassa on 6 bar. On useita syitä miksi ei voida käyttää käsikäyttöistä annostelijaa kaksikomponenttiselle pastalle. Ensinnäkin komponentin tarkkaa pastan määrää on haastava ennustaa. Toiseksi annostelija on raskas, ja sen vakaana pitäminen sekä oikean määrän pursottaminen samaan aikaan on erittäin haastavaa. Varsinkin kuin paineen poistaminen olisi myös oman käden varassa, vetämällä mäntää ulos päin tuubista, siltikin suutin jää hetkeksi vuotamaan ja likaamaan paikkoja. (Hot Melt 2021.)



Kuvio 5. Sulzer Mixpac dp 400 -paineilma-annostelija. (Adhesive Dispensers 2021.)

5.3 Paineilma-ajastin

Paineilma-ajastimena on käytössä tilaajan itse valmistama paineilma-ajastin. Tilaajan itse valmistamassa paineilma-ajastimessa logiikka antaa lämmönjohdinpastaa määrätyn ajan runkoon, näin saadaan varmistettua oikea määrä pastaa.

5.4 Vaaka

Vaakana käytetään Kern Eg 220-3NM -mallia. Kern Eg 220-3NM on tarkka, ja tarkoitettu maksimissaan 220 grammaisille komponenteille. Vaa'assa on tallennus, jolla saadaan punnittua mitta-astia ja sen jälkeen punnittava aine. Vaakaa käytetään lämmönjohdinpastan mittaamiseen, jotta varmistutaan siitä, että painot pysyvät sallittujen rajojen sisällä. Koneen tarkkuus on 0,001 g ja kone verifioidaan kerran vuodessa. (Vaakatalo 2021.)



Kuvio 6. Kern Eg 220-3NM -tarkkuusvaaka. (Vaakatalo 2021.)

6 KOESUUNNITELMA JA KOKEET

Koesuunnittelu (Design of Experiments, DOE) on menetelmä, jolla voidaan tehokkaasti tutkia syy- ja seuraussuhdetta muuttuvissa prosesseissa, jotka vaihtelevat laidasta laitaan. Koesuunnittelun tarkoituksena on löytää lähteet, jotka aiheuttavat vaihtelua ja määrittellä näiden vaikutus ja selvittää mikä lähteiden vaikutus on tehtävään työhön. Koesuunnittelussa on myös tarkoitus selvittää muuttujien vaikutuksia keskenään.

Havainnointitutkimuksessa tarkastellaan erinäisten muuttujien vaikutusta prosessin lopputulokseen ja mitä toimenpiteitä tämä aiheuttaa. Suunnitelluissa kokeissa asetetaan erilaisia arvoja, jonka jälkeen ohjataan prosessimuuttujia. (Karjalainen 2007.)

6.1 Koesuunnitelma

Tässä työssä koesuunnitelma pitää sisällään käytännössä tehtäviä kokeita, havaintoja tuotannosta, ammattilaisten haastatteluja sekä perehtymällä saatavilla olevaan aineistoon ja kirjaamalla tuloksia. Päädyin tekemään koesuunnitelman ennen testien aloittamista, jotta testien kulku olisi helpompaa. Koesuunnitelma pitää sisällään suunnitelman siitä, kuinka monta testiä tehdään, millä säädöillä testit tehdään ja millä aikaväleillä testit tehdään.

Kokeissa mitataan lämmönjohtopastan ainemäärää. Kokeissa käytetään erilaisia aikavälejä ja tavoite kokeilla on saada tulokset pysymään tiedossa olevien raja-arvojen sisällä. Merkityksellisiä muuttujia ovat paino, aika ja pursotusten aikaväli. Mittaus suoritetaan pursottamalla pastaa mitta-astiaan, joka punnitaan puntarilla, sama asia toistetaan niin monta kertaa, kun tarve vaatii.

Kokeissa on pursotettu 400 ml:n pastatuubit tyhjäksi asti, yhdessä kokeessa pursotettiin tuubi tyhjäksi asti ja jatkettiin uudella tuubilla. Kokeissa pursotuskertoja tuli maksimissaan 19 silloin tuubi loppui ja yksi koe tehtiin tuubilla, joka oli säilytetty eri asennossa. Kokeissa pursotusten määrä vaihteli 18-19 pursotuksen välillä,

kokeet, joissa pursotuksia tehtiin 19 kpl tuubi loppui ja viimeinen pursotus jäi vaajaaksi.

6.2 Sekoituskokan leikkaus

Sekoituskokka on täynnä kaksikomponenttipastaa ja leikkauksen avulla oli tarkoitus selvittää, voisiko käyttää lyhempää tai ohuempaa sekoituskokkaa. Sekoituskokan leikkaukseen käytettiin seuraavia työkaluja: puristinta, jolla sekoituskokka saatiin pysymään paikoillaan, rullamittaa sekä rautasaha.

Katsoin silmämääräisesti sekoituskokasta leikkauskohdat, tutkimalla kohdan, jossa pasta on sekoittunut. Tämä onnistui helposti, sillä kaksikomponenttisessä pastassa käytettävät kaksi eri ainesosaa ovat eri värisiä. Toinen ainesosa on sävyltään valkoinen, ja toinen ainesosa on harmaa.

Sekoituskokan mittaaminen suoritettiin rullamitalla. Ensimmäinen leikkaus tehtiin 150 mm kohdalla, sillä aikaisemmin tehdyn havainnon mukaan tämä oli se kohta, jossa kaksikomponenttinen pasta oli sekoittunut. Toinen leikkaus tehtiin 100 mm kohdalla, jolloin havaittiin, että pasta oli sekoittunut myös tässä kohtaa. Kun mentiin alle 100 mm kaksikomponenttipasta ei ollut sekoittunut kunnolla.

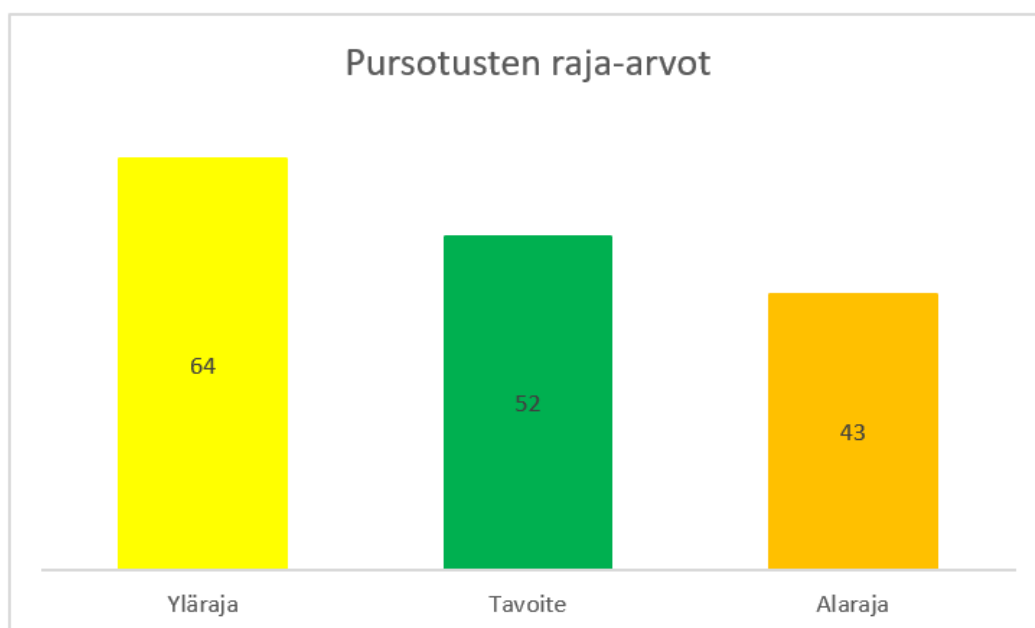
Tässä sekoituskokan leikkauksessa tutkittiin sitä missä kohtaa kaksikomponenttipasta on sekoittunut ja minkä pituisia nokkia mahdollisesti voitaisiin käyttää. 100 mm lyhyempää nokkaa ei kannattaisi enää käyttää.

6.3 2K-pastatuubi

Pastatuubin ensimmäisessä kokeessa oli tarkoituksena tehdä silmämääräisiä havaintoja pastatuubista leikkaamalla tuubi auki molemmista päistä. Havaintojen perusteella koostumus oli hyvinkin samanlaista, mahdollisesti vähän juoksevampaa pastatuubin päissä riippuen säilytysasennosta. Ennen kuin kaksikomponenttinen pasta sekoittuu sekoituskokassa, pasta on kahdessa erillisessä tuubissa joista toinen pasta on valkoista ja toinen harmaata.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

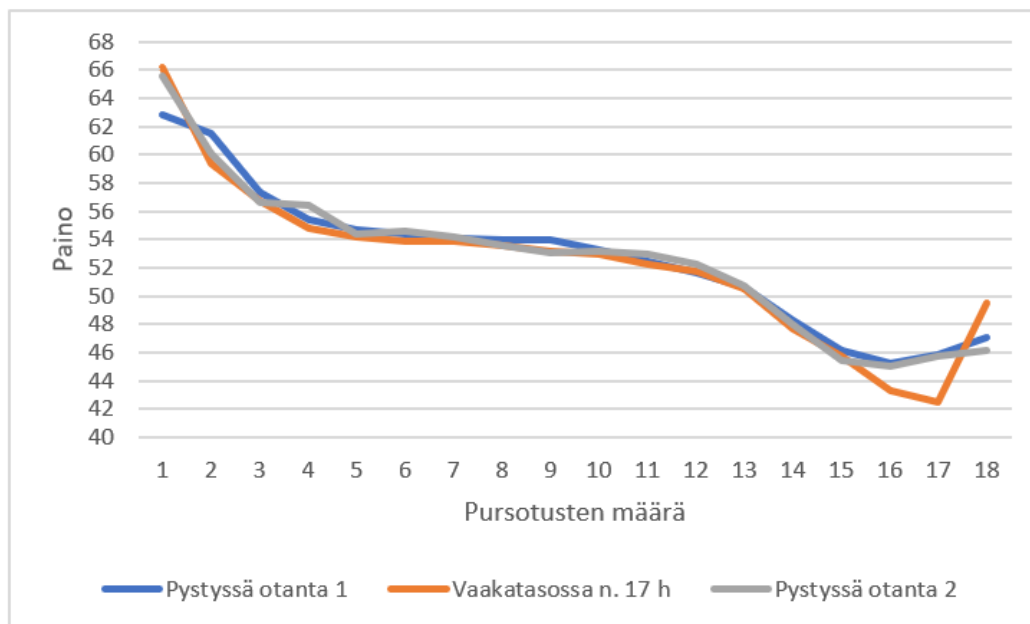
Alla olevien taulukoiden avulla nähdään kuinka tuubien asennot, sekoitusnokkien leikkaus sekä pursotusten aikaväli vaikuttaa lopputulokseen. Tutkimustulokset näyttävät, että tuubien asennoiden merkitys vähäinen, kun taas sekoitusnokkien leikkauksella on isompi merkitys. Taukojen osalta huomattiin myös, että riippumatta siitä onko tauko lyhyt vai pitkä, niin heittelyjä tulee.



Kuvio 7. Tutkimustulosten raja-arvot.

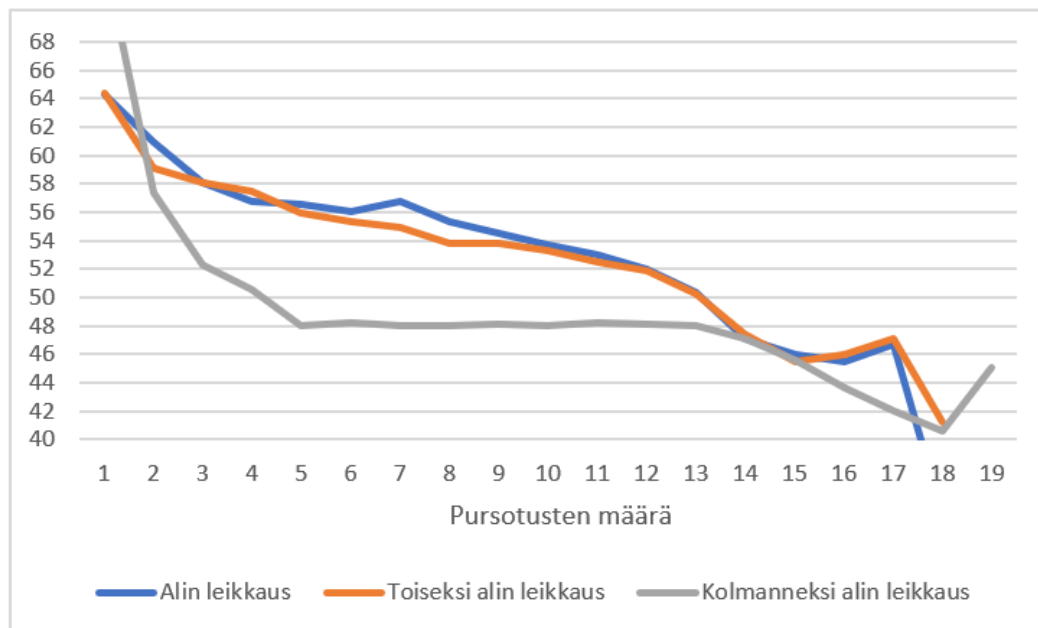
Yllä olevasta taulukosta näkyy tutkimuksessa käytettävien pursotusten raja-arvot. Tarkemmin tutkimustulokset on selostettu seuraavassa luvussa.

7.1 Tulokset



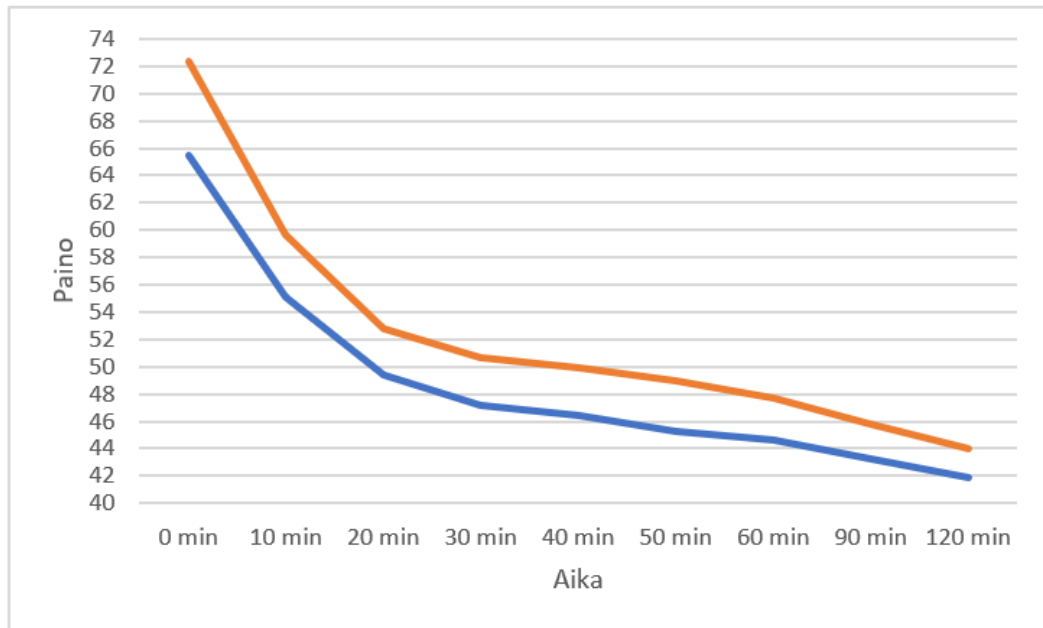
Kuvio 8. Tutkimustuloksia eri tuubiasennot.

Yllä olevasta graafista nähdään eri asennoissa olleiden tuubien pursotuksia, pursotuksille on annettu raja, joiden sisällä täytyy pysyä, alaraja 43 ja yläraja 64. Tuubin asennoilla on merkitystä, kuten yllä olevasta graafista nähdään ensimmäinen pystyssä ollut tuubi näyttää pysyvän rajoissa ensimmäisestä pursotuksesta lähtien. Vaakasuorassa ollut tuubi ei pysy rajoissa kahden ensimmäisen pursotuksen aikana, 16 ja 17 pursotuksen aikana tulee notkahdus. Toinen pystyssä ollut tuubi pysyy rajoissa kahta ensimmäistä pursotusta lukuun ottamatta. Voidaan todeta, että tuubin säilyttäminen pystyasennossa on parempi vaihtoehto. Tuubin säilytys asennolla ei kuitenkaan ole merkitystä, koska erot ovat minimaalisia ja eivät vaikuta merkittävästi painoihin.

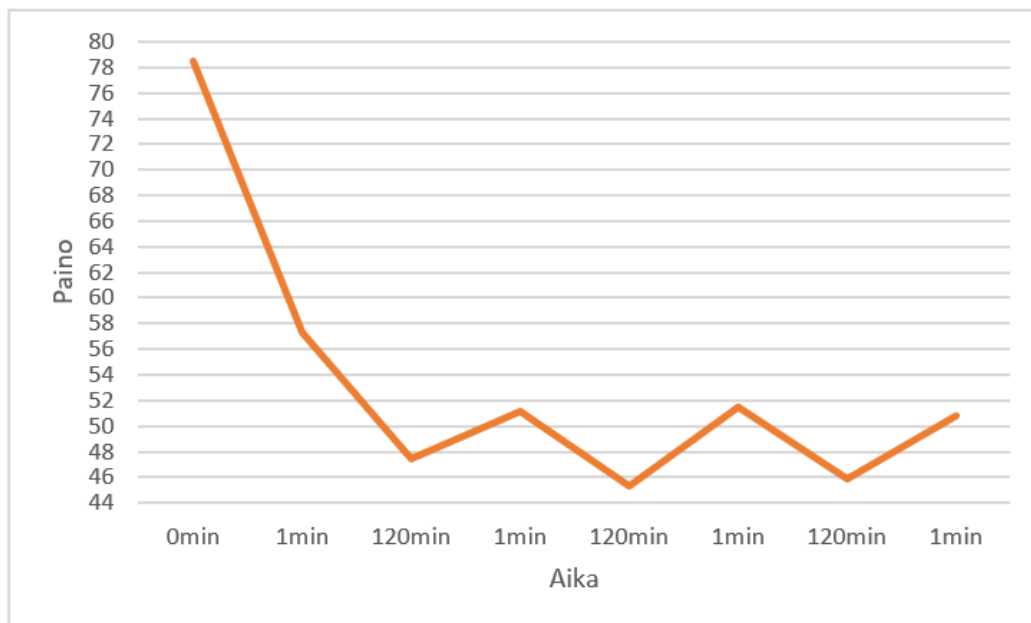


Kuvio 9. Tutkimustuloksia, 4 bar.

Tutkimus osoittaa, että sekoitusnokan leikkaaminen alimmasta ja toiseksi alimmasta ei muuta arvoja merkittävästi, kolmanneksi alimman nokan leikkauksen kohdalla muutos on isompi. Leikkauskohdasta riippumatta muutosta tapahtuu arvoissa, mitä enemmän pursotuskertoja tulee, niin silloin mittausarvot laskevat, joistakin poikkeuksista riippumatta. Kaikista alin nokan leikkaus jätettiin kokonaan huomioimatta, koska reikä oli liian pieni.

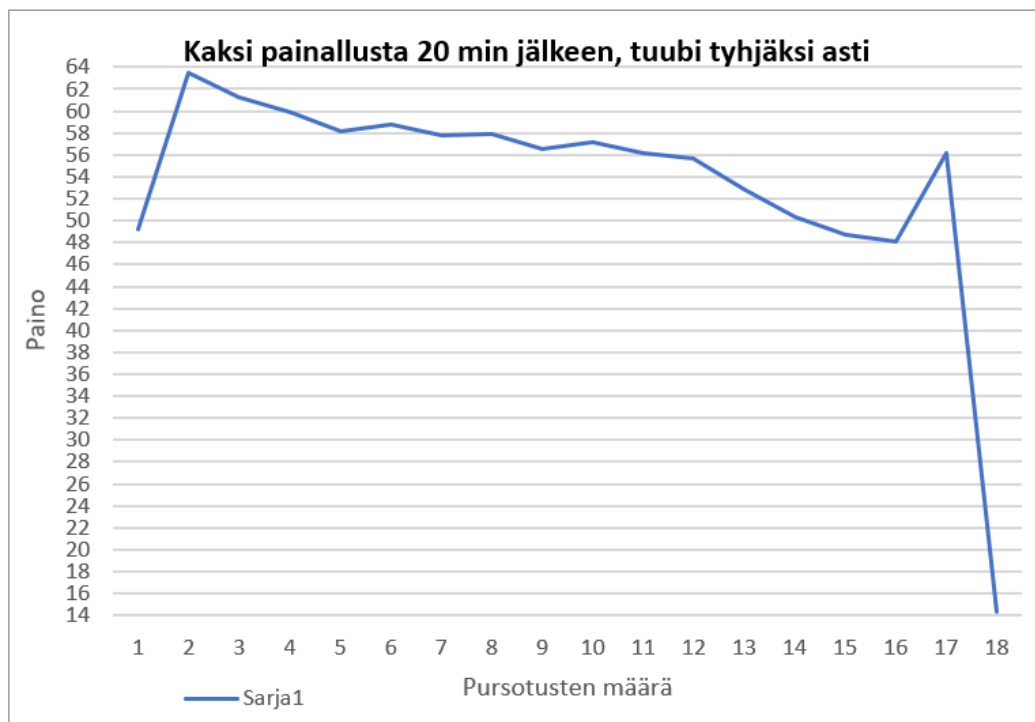


Kuvio 10. Tutkimustuloksia, lämmönjohdin pastan pursottaminen osa 1.



Kuvio 11. Tutkimustuloksia, lämmönjohdin pastan pursottaminen osa 2.

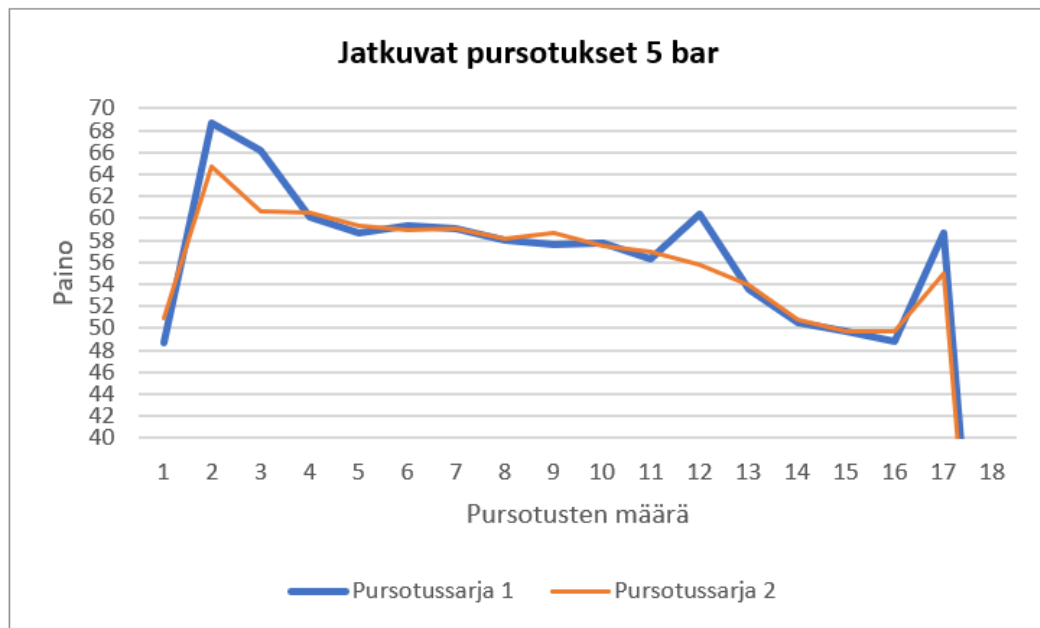
Tutkimustulokset osoittavat, arvojen heittelyä tulee, joka tapauksessa oli sitten kyseessä pieni tai iso tauko pursotusten välissä. Huomiota herättävää on ensimmäinen pursotus, joka on aina eri kuin sitä seuraavat pursotukset.



Kuvio 12. Tutkimustuloksia, kaksi painallusta 20 min tauolla, tuubi tyhjäksi asti.

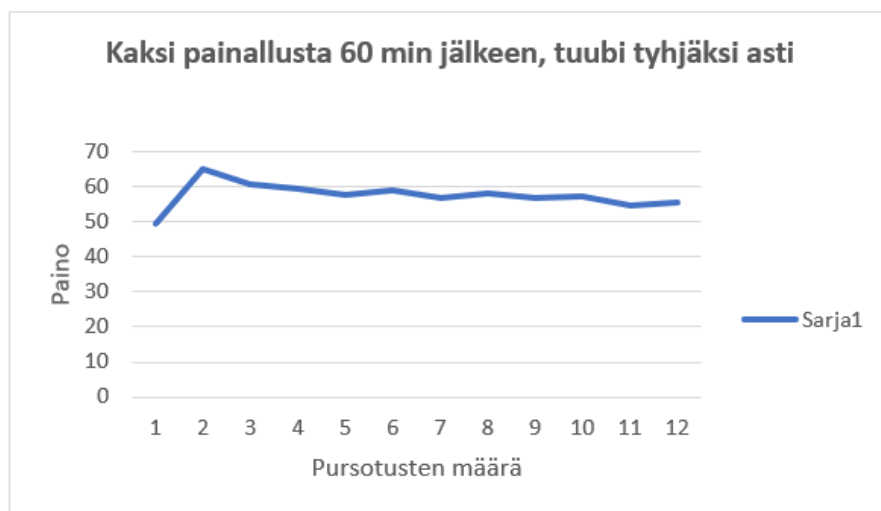
Näissä tutkimuksissa käyttöpaineena 5 bar, se todettiin toimivaksi ja tullaan käyttämään jatkossakin. Testeissä käytetty pursotus aika 24 sekuntia on määritetty paineilma-ajastimella.

Tässä kokeessa tutkittiin pastan muutosta pursotusten väin ollessa 20 minuuttia, voidaan todeta, että pitkät tauot eivät vaikuttaneet merkittävästi painoihin. Testissä painot eivät heitelleet juurikaan, niin kuin taulukosta kuvio 11. nähdään että käyrä on melko lineaarinen.



Kuvio 13. Tutkimustuloksia, jatkuvat pursotukset 5 bar.

Kuvio 13 osoittamissa tutkimustuloksissa tulos on hyvin lineaarinen, pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta. Tutkimustulokset pysyvät kuitenkin rajojen sisällä.



Kuvio 14. Tutkimustuloksia, kaksi painallusta 60 min tauolla, tuubi tyhjäksi asti.

Kuvio 14. taulukkoon viitaten tutkimuksia jatkettiin samasta tuubista vielä päivänä. Tämä sen takia että saisisimme tietoon, kuinka pasta käyttäytyy, kun se on ollut yön yli tuubissa 9 tuntia.

Aamulla ensin tuubiin vaihdettiin sekoitusnokka ja tehtiin kaksi pursotusta. Pursotukset onnistuivat hyvin, vaikka tuubi oli ollut käyttämättä yön yli, Painot pysyivät hyvin rajojen sisäpuolella ensimmäinen paino 51,287 ja toisen 49,298 eli voidaan todeta, että illalla käytettyä tuubia voidaan käyttää vielä seuraavana aamunakin, kun vaihdetaan sekoitusnokka. Näin ollen ei synny hukkaa, ei tarvitse heittää puolikasta tuubia pois, pelkän nokan vaihtamisesta ei tule kovinkaan suuri kuluja.



Kuvio 15. Sekoitusnokan leikkauskohta

Yllä olevassa kuvassa näkyvä leikkaus on se mitä käytetään ja tullaan käyttämään. Tämä on nokan ylin leikkaus, joka todettiin toimivan testeissä parhaiten ja antavan parhaimmat pursotustulokset. Leikkauksien jälkeen nokan pituus on 166 mm ja reiän koko 7mm^2 .

7.2 Tutkimuksen käyttö jatkossa

Tutkimus osoittaa, että linjalla tullaan jatkossa käyttämään seuraavanlaisia toimenpiteitä; sekoitusnokka leikataan ylimmästä kohtaa (kuten kuviossa 15. on osoitettu), pasta tuubien säilytykseen ei tule muutoksia (sillä säilytysasenoilla ei ole merkitystä) ja avattua pasta tuubia voidaan käyttää myös silloin, kuin se on seissyt yön yli (tosin tällöin aamuvuoron täytyy vaihtaa sekoitusnokka). Sekoitusnokan vaihtaminen takaa sen, että työt voivat jatkua, koska sekoitusnokka voi olla tukossa. Paineena paineilma-annostelijassa käytetään 5 bar ja paineilma-

ajastimen antamana pursotusaikana 24 sekuntia. Määritellyt rajat pastan painoille ovat yläraja 64, alaraja 43 ja tavoite 52. Linjalla pastan pursottaminen onnistuu hyvin ilman sekoitusnokan vaihtoa, riippumatta siitä onko kyseessä ollut 20 min tauko tai 60 min tauko. Vaiheaika on 20 minuuttia ja vaiheeseen kuuluu 2 pursotusta.

7.3 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksessa käytettävät välineet ovat luotettavia ja testejä on tehty sen verran monta, joten voidaan olettaa, että tutkimus on luotettava. Testeissä käytetyissä mitta astioissa, käytettiin numerointia, jolla voitiin varmistaa, jos joku punnitus jäi vaivaamaan niin se voitiin punnita uudelleen, koska pursotus kerrat oli kirjattu Exceliin.

7.4 Pohdinta

Mielestäni opinnäytetyön aihe oli hyvä ja mielenkiintoinen. Mielestäni tutkimuksessa käytettävät menetelmät olivat toimivia. Virheiden mahdollisuus on toki aina mahdollista, näissäkin kokeissa ihminen ohjaa paineilma-annostelijaa, joten virhe liikkeitä voi tulla. Paineilma-ajastin määrittää kuinka kauan pastaa tulee annostelijalle, joten virheiden määrä on pieni. Paineilma-ajastimelle voidaan määrittää aika kauanko yksi sykli kestää. Puntari on hyvin tarkka, joten siinä on suoja ympärillä. Esimerkiksi käden heilautuksesta aiheutuva ilmavirta muuttaa puntarin tuloksia tai pölyjen puhaltaminen puntarin päältä.

7.5 Jatkotutkimusehdotukset

Olisiko mahdollista löytää konetta, joka mittaisi ainemäärää sisäisesti se voisi esimerkiksi tarkoittaa sylinterissä olevaa anturia.

Kaksikomponenttisen pastan koostumuksen tutkiminen, muuttuuko aineen koostumus, kuinka lämpötila vaikuttaa pastan säilyvyyteen. Olisiko mahdollista löytää sellainen annostelija kaksikomponenttiselle pastalle, joka tarkkailisi pastan annostelua myös sisäisesti, tällä tavalla pastan painojen heittelemisen saataisiin kuriin.

Yksikomponenttiselle pastalle on olemassa kohtuu hintaisia laitteita, jotka tarkkailevat ainemääriä tarkemmin. Letkut kulkevat ainemäärämittarin lävitse suoraan paikkaan missä pastaa tarvitaan. Olisiko mahdollista käyttää samanlaista kaksikomponenttiselle pastalle.

Esimerkkinä annostelukone TS 350 digitaalisella annostelulla oleva ohjainyksikkö, joka soveltuu pastojen sekä nesteiden annosteluun. Annostelukoneella voidaan käyttää korkean sekä matalan viskositeetin aineita.

Yksikkö on tarkoitettu toistuvaan annosteluun ja on tarkka, yksikköön voidaan määrittää paineilma sekä annosteltavan syklin pituus sekunnin tuhannesosan tarkkuudella, näin ollen käyttäjälle löydetään sopiva asetus. TS 350 voidaan tallentaa kymmenen eri annostelu ohjelmaa. Annostelukonetta voidaan käyttää manuaalisesti sekä ajastetusti.

Yksikön lisäksi laitteistoon kuuluu virtajohto, jalkapoljin, ilmaletku, annostelusäiliö, kärkinäytteitä ja adapteri. Annostelukoneessa on takaisinimu toiminto varmistamaan, ettei tule liikaa ainetta. Tämä laitteisto on otettu esimerkiksi tähän työhön, koska tällä laitteella nähdään, tarkasti paljonko pastaa tulee ja siihen pystyy määrittelemään ajan, kuinka kauan pastaa tulee. Näytöstä nähdään suoraan määrä mitä tarvitaan. Nyt käytössä olevassa laitteistossa ei voida mitata sisäistä ainemäärää.



Kuvio 16. Annostelu- ja ohjainlaite (Hotmelt 2021.)

LÄHTEET

Adhesive Dispenser Ltd. 2021. <https://www.adhesivedispensers.co.uk/DP400-85-01.htm> Viitattu 28.6.2021.

Danfoss. 2021. <https://www.danfoss.com/fi-fi/about-danfoss/company/history/> Viitattu 23.8.2021.

Danfoss Drives. 2021. <https://www.danfoss.com/fi-fi/about-danfoss/our-businesses/drives/about-danfoss-drives/> Viitattu 27.9.2021.

Gluegun. 2021. <https://www.gluegun.com/products/infinity-bond-mch-10-18t-disposable-static-mixer-nozzle> Viitattu 20.6.2021.

Gluegun. 2021. <https://www.gluegun.com/products/sulzer-mixpac-400-ml-pneumatic-cartridge-gun> Viitattu 20.6.2021.

Hot Melt Oy. 2021. <https://teippijaliima.fi> Viitattu 10.6.2021.

Hot Melt Oy. 2021. Annostelulaitteet. <https://teippijaliima.fi/tuote/ts350-tech-con-annostelu-ja-ohjainlaite/> Viitattu 25.8.2021.

Karjalainen, T. 2007. Quality Know How. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/koesuunnittelu-tehokas-prosessin-sekae-datankeraeys-ja-analysoin/> Viitattu 10.6.2021.

Nordson. Tiivistyslaitteet. 2021. <https://www.nordson.com/fi-fi/divisions/industrial-coating-systems> Viitattu 24.8.2021.

Suomisanakirja. 2021. <https://www.suomisanakirja.fi/stabilointi> Viitattu 28.6.2021

Vaakatalo. 2021. <https://www.vaakatalo.com/cgi-bin/webio2kauppa?Tuotteet/Laboratoriovaaka/Tarkkuusvaaka/Kern EG ja EW tarkkuusvaaka&naytasivu=117&id=0&saitti=vaakatalo> Viitattu 19.6.2021