

Esko Vessari

Lastuamismesteen täytön automatisointi

Refimex Machinery Oy

Opinnäytetyö

Syksy 2020

SeAMK Tekniikka

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Esko Vessari

Työn nimi: Lastuamisnesteen täytön automatisointi

Ohjaaja: Samuel Suvanto

Vuosi: 2020

Sivumäärä: 34

Liitteiden lukumäärä:1

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Refimex Machinery Oy, joka on alihankintakonepaja Pirkanmaalla Mänttä-Vilppulassa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli keksiä ratkaisu, jolla välttyttäisiin turvallisuusviranomaisen määräämien valuma-aldaiden hankinnalta ja saataisiin kehitettyä yrityksen lastuamisnesteiden hallintaa.

Työn alkuvaiheessa oli jo selvää, että valuma-aldaiden sijoittaminen lastuamisneste tynnyreiden alle ei olisi järkevää tilankäytön tai käytettävyyden kannalta. Opinnäytetyö siirtyi hyvin pian keskitetyn lastuamisnesteen lähteen ja automatisoinnin suuntaan. Opinnäytetyössä selviteltiin aluksi olemassa olevien kaupallisten ratkaisuiden ominaisuuksia ja hintoja. Koska halutut ominaisuudet ja järjestelmien hinnat eivät kohdanneet, päätettiin selvittää räätälöidyn järjestelmän rakentamista. Räätälöidyn järjestelmän rakentamiskustannusten paljastuttua kaupallisia ratkaisuja huomattavasti edullisimmiksi, päätettiin järjestelmän teettää Robotmation Oy:llä.

Järjestelmän valmistuttua sekä ensimmäisten käyttökokemusten kartuttua, tehtiin ohjauslogiikkaan ja mekaniikkaan pieniä muutoksia. Näin järjestelmän tarkkuus ja käytettävyys saatiin halutulle tasolle.

Asiasanat: lastuamisneste, lastuamisnestejärjestelmä, lastuavatyöstö, konepaja, leikkuuneste, koneistus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Esko Vessari

Title of thesis: Cutting fluid automation

Supervisor: Samuel Suvanto

Year:2020

Number of pages:34

Number of appendices:1

The thesis was conducted for Refimex Machinery Oy. Refimex Machinery is a sub-contracting machine shop operating in Mänttä-Vilppula. The purpose of the thesis was to find a solution for the cutting fluid problems that the company had. The main problems proved to be the fact that the safety officer had ordered all cutting fluid barrels to have a catch can underneath. The company also wanted to improve coolant management.

Even at the beginning of the thesis it became clear that it did not make sense to install catch cans, because they simply would not fit, and they would make barrel replacement very difficult. The thesis moved on to studying concentrated systems or automated systems. It could soon be concluded that commercial systems were too expensive, or they did not have all features needed. After that, the idea of a tailor-made system emerged. A brief analysis proved that a tailor-made system would be much cheaper and would have all the features needed. Based on Refimex's previous good experience of cooperation with Robotmation Oy, the company was chosen to do the automation design and assembly.

At first, when the system became ready for operation, accuracy was not at the wanted level. After some mechanical updates and program improvement, accuracy and usability were in order.

Keywords: cutting fluid, cutting fluid system, machining, machine shop, coolant

SISÄLTÖ

| | |
|--|----|
| Opinnäytetyön tiivistelmä..... | 2 |
| Thesis abstract..... | 3 |
| SISÄLTÖ..... | 4 |
| Kuva- ja taulukkoluetelo | 6 |
| Käytetyt termit ja lyhenteet | 7 |
| 1 JOHDANTO | 8 |
| 1.1 Opinnäytetyön tausta | 8 |
| 1.2 Työn tavoitteet..... | 9 |
| 1.3 Yritysesittely | 9 |
| 2 LASTUAMISNESTEJÄRJESTELMÄT | 10 |
| 2.1 Lastuamislakkeen käyttö | 10 |
| 2.2 Lastuamislakkestyytit..... | 11 |
| 2.3 Lastuamislakke-emulsion koostumus | 12 |
| 2.4 Lastuamislakkeen täyttö ja ylläpito | 13 |
| 2.4.1 Ylläpito | 13 |
| 2.4.2 Täyttö | 13 |
| 2.5 Automaatointi..... | 14 |
| 2.5.1 Työstökonevalmistajan ratkaisu | 14 |
| 2.5.2 Keskitetty järjestelmä | 15 |
| 2.5.3 Konekohtainen sekoittaja | 16 |
| 3 AUTOMATISOITU LASTUAMISNESTEJÄRJESTELMÄ..... | 17 |
| 3.1 Tutkimus | 18 |
| 3.2 Automaatoidun lastuamislakkeen täytön hyödyt | 19 |
| 3.3 Valmiit ratkaisut..... | 20 |
| 4 TOTEUTUS..... | 21 |
| 4.1 Sijoitus tuotantotiloihin | 24 |
| 4.2 Putkitus ja kaapelireiitit | 25 |
| 4.3 Järjestelmän asennus | 26 |
| 4.4 Järjestelmän syöttövakuuksien kalibrointi | 29 |
| 5 POHDINTA | 32 |

| | |
|----------------|----|
| LÄHTEET | 33 |
| LIITTEET | 35 |

Kuva- ja taulukkoluetelo

| | |
|---|----|
| Kuva 1. Lastuamismesteen koostumus (Lastuamismesteopas 2020.) | 12 |
| Kuva 2. Haas Automatic coolant refill (Ruohonen 2020)..... | 15 |
| Kuva 3. Keskitettyjärjestelmä (Vessari 2020)..... | 15 |
| Kuva 4. Will-Fill (Dierickx 2020). | 16 |
| Kuva 5. Pylväsdiagrammi vahvuuksista (Vessari 2020)..... | 18 |
| Kuva 6. Oman järjestelmän pohdinta (Vessari 2020)..... | 21 |
| Kuva 7. Alustava suunnitelma (Vessari 2020). | 22 |
| Kuva 8. Järjestelmä asennettuna (Vessari 2020)..... | 27 |
| Kuva 9. Esimerkki täyttö prosessista (Vessari 2020). | 29 |
| Kuva 10. Vahvuuksien kehitys (Vessari 2020)..... | 30 |
| | |
| Taulukko 1 Keskimääräiset vauhvuudet (Vessari 2020). | 19 |
| Taulukko 2. Kustannus arvio (Vessari 2020)..... | 23 |

Käytetyt termit ja lyhenteet

| | |
|-----------------------|--|
| Lastuamisneste | Lastuamisneste on neste, jota käytetään lastuavassa työstössä jäähdyttämään sekä voitelemaan terää ja työkappaletta. |
| Työstökone | Työstökone on kone, jolla muotoillaan metallia, puuta tai muuta kiinteää ainetta materiaalia poistavilla menetelmillä. |
| Refraktometri | Refraktometrillä mitataan lastuamisnestekonsentraatin pitoisuutta valmiissa emulsiossa. Pitoisuus ilmoitetaan useimmiten yksikössä brix tai prosentti. |
| Emulsio | Emulsio on kahden toisiinsa sekoittumattoman nesteen seos. Esimerkiksi maito tai majoneesi ovat emulsioita. |

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta

Opinnäytetyö suoritetaan Refimex Machinery Oy:lle, joka on koneistuksen alihankintaa harjoittava yritys Pirkanmaalla Mänttä-Vilppulassa. Tarve lastuamismesteen täyttöjärjestelmän kehittämiseksi ilmeni, kun yrityksessä suoritettua turvallisuuskartoituksen yhteydessä huomattiin, että työstökoneiden yhteydessä olevien lastuamismesteen tynnyreiden alla tulisi olla valuma-altaat. Valuma-altaiden pitäisi olla varastoitavien nestesäiliöiden alla torjumassa mahdollinen vuoto. Valuma-altaiden sijoittamisen tekee hankalaksi se, että alun perin layoutissa ei ole huomioitu tarvetta valuma-altaalle, joten tynnyrit on sijoitettu osin ahtaisiin paikkoihin. Yrityksen Mäntän hallissa on 13 työstökoneita. Osa työstökoneista jakaa saman lastuamismestetynnyrin, joten 200 litran tynnyreitä on aloitus tilanteessa työstökoneiden yhteydessä 10 kappaletta.

Alkuperäinen suunnitelma oli selvittää kustannuksia ja käytännön toteutusta altaiden hankintaa ja sijoittelua silmällä pitäen. Työstökoneen yhteydessä olevan valuma-altaan tulisi olla pyörien päällä, sillä suurimmassa osassa sijoituspaikoista täyden tynnyrin nosto altaan päälle olisi mahdotonta. Valuma-altaiden hankinta- ja sijoituskustannuksia tutkittaessa huomattiin, että näennäisesti pieni muutos vaatii yllättävän suuren investoinnin ja paljon muutostöitä.

Valuma-allasratkaisuiden ennakoitua suurempien kustannuksien vuoksi ajatus kääntyi keskusjärjestelmän suuntaan. Keskusjärjestelmää oli mietitty yrityksessä jo aikaisemminkin, mutta taloudellisista syistä hanke oli jäänyt vain ajatuksen tasolle. Keskusjärjestelmä poistaa valuma-altaiden tarpeen, koska erillisiä lastuamismestetynnyreitä ei enää tarvittaisi, vaan ne korvattaisiin yhdellä keskitetyllä lastuamismesteen lähteellä.

1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on kartoittaa tarvittavat ominaisuudet lastuamisnestejärjestelmään sekä käyntiinajaa järjestelmä sen valmistuessa. Automaatiosuunnittelun ja automaation kasauksen hoitaa Robomation Oy.

1.3 Yritysesittely

Refimex Machinery Oy on vuonna 1988 perustettu vaativaan koneistuksen alihankintaan erikoistunut yritys. Refimex Machineryn toiminta kattaa yksittäiskappaleet ja prototyypit, pienerätuotannon sekä suursarjatuotannon. Refimexin Mäntän toimipisteellä on kymmenen uudenaikaista CNC-sorvia ja kolme CNC-työstökeskusta. Vilppulan toimipisteellä on 3 robottisolua, jotka sisältävät 3 vastakarasarvia, 2 työstökeskusta ja 3 Fanuc-kappaleenkäsittelyrobotia. Työntekijöitä molemmilla toimipisteillä yhteensä on 27. (Refimex Machinery 2020.)

2 LASTUAMISNESTEJÄRJESTELMÄT

2.1 Lastuamislästeen käyttö

Lastuavassa työstössä terää syötetään materiaalia vasten, tai vaihtoehtoisesti kappaletta voidaan syöttää terää vasten, jolloin kitkan myötä syntyy lämpöä. Lämpö ei ole toivottava asia terän eikä työstettävän kappaleen kannalta. Kitkan vähentämiseksi on kehitetty lastuamislästeitä ja muita tapoja, joilla työstötapauhtumassa syntyvää lämpöä saadaan laskettua. (Heinonen & Kalliolahti 2020.)

Lastuamislästeen tehtävänä lastuavassatyöstössä on myös lastunpoisto ja edellä mainittu työkappaleen jäähditys ja voitelu. Oikein käytettynä lastuamisläste parantaa tuottavuutta ja prosessivarmuutta, työkalujen suorituskykyä ja työn laatua. Lastuamisläste tasaa myös työstökoneen lämpöä ja näin ollen parantaa myös työstön tarkkuutta. (Sandvik Coromant 2020).

Lastuamisläste ehkäisee myös työstökoneen ja työkappaleen korroosiota. Lastuamislästeen käyttöä koneistuksessa kuitenkin kuvaillaan usein "välttämättömäksi pahaksi", sillä lastuamislästeen huonoja puolia on, että se usein sotkee ympäristönsä ja muodostaa hengitysilmaan öljysumua.

Lastuamislästeiden ainesosat ja työstettävästä materiaalista irtoavat epäpuhtaudet, esimerkiksi raskasmetallit ja mikrobit voivat aiheuttaa terveysongelmia työstökoneella työskenteleville koneistajille. Lastuamislästeestä syntyvän öljysumun poistoon käytetään yleensä työstökoneisiin kiinnitettyjä öljysumunerottimia. (Puustinen 2010.)

Kaikkein parhaiten lastuamislästeen jäähdyttävä vaikutus saadaan käyttöön, kun läste johdetaan oikeaan paikkaan, eli lastuamisläste suihkutetaan työstötapauhtumaan. Silloin terä säilyttää ominaisuutensa suurillakin lastuamislästeillä. (Heinonen & Kalliolahti 2020.)

CNC-työstökoneissa lastuamisläste on yleensä koneiden rakenteeseen integroidussa säiliössä. Säiliössä on korkeapaine pumppu, joka pumppaa

lastuamismesteen kanavia pitkin joko suoraan lastuavalla terälle (Thru coolant) tai suuttimen kautta kappaleeseen tai terään (Flood coolant). Työstökoneen alarakenne on suunniteltu niin, että suihkutettu lastuamismeste valuu takaisin työstökoneen säiliöön, usein erilaisten suodattimien läpi. Rakenne on usein suunniteltu niin, että valuva lastuamismeste kuljettaa lastut koneen sisäpinnoilta lastunkuljettimelle. Usein työstökoneissa on myös vain lastujen huuhteluun tarkoitettuja nestesuuttimia.

2.2 Lastuamismestetyypit

Lastuamismesteteet jaetaan yleensä kahteen erityyppiseen nesteeseen: emulsio-tyyppisiin ja suoriin öljyihin. Lisäksi lastuamismestettä voidaan käyttää perinteisen työkaluun tai työkappaleeseen suihkuttamisen lisäksi myös öljysumu- tai minimivoitelutekniikalla. Öljysumutekniikassa käytetty neste on yleisesti samaa, kuin työkappaleeseen suihkutettavakin neste. (Lastuamismesteopas 2020.)

Alla listattuna erilaiset lastuamismestetyypit.

- Emulsio: – veden ja öljyn sekoitus (vedessä 5–10 % öljyä), yleisin neste tyyppi. Voi olla synteettistä tai puolisynteettistä, mutta synteettisessä nesteessä ei ole mineraaliöljyä. (Lastuamismesteopas 2020.)
- Lastuamisoljy: – Suoria lastuamisoljyjä ei sekoiteta veteen, vaan ne käytetään sellaisenaan.

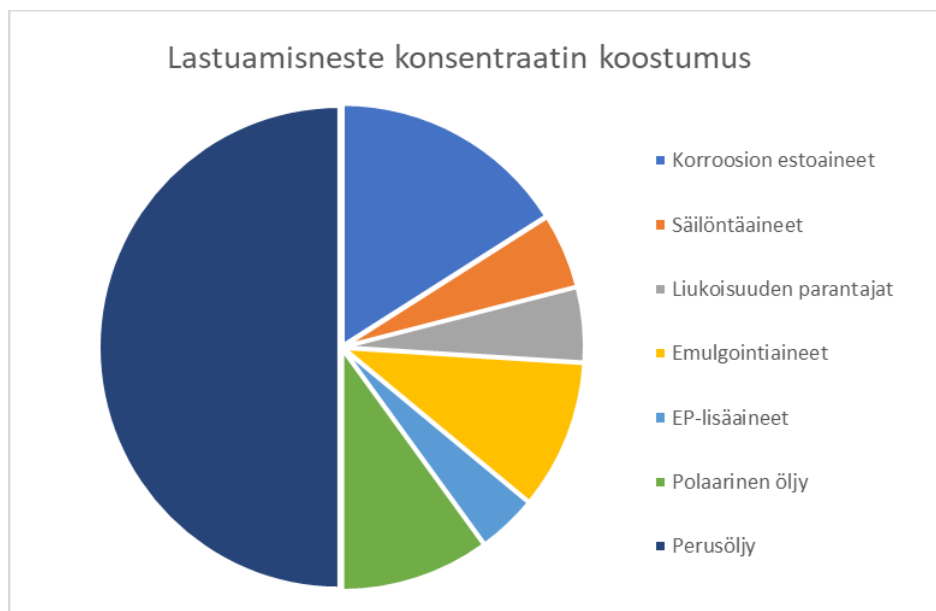
CNC-työstökoneissa käytössä on yleisimmin emulsio tyyppinen lastuamismeste, sillä yleiskäytössä olevat työstökoneet tarvitsevat lastuamismesteeltä jäähdytys- ja voiteluominaisuuksia. Emulsio on paras kompromissi, joka tarjoaa jäähdytyksen ja voitelun. Emulsionesteet voivat olla joko synteettisiä, puolisynteettisiä tai vaihtoehtoisesti täysin mineraaliöljypohjaisia.

Toiseksi yleisimpiä leikkuunesteitä ovat lastuamisoljyt (straight oils). Nimensä mukaisesti suorat lastuamisoljyt sisältävät pelkkää öljyä. Suoria lastuamisoljyjä käytetään työstöissä, joissa tarvitaan tavallista parempia voiteluominaisuuksia,

esimerkiksi syvän reiän porauksessa, kierteityksessä ja kalvamisessa. (Lastuamislempiteopas 2020.)

2.3 Lastuamislempite-emulsio

Lastuamislempitekonsentraatti muodostuu perusöljystä, estereistä ja rasvahapoista, emulgointiaineista, ruostesuoja-aineista, pH:ta säätelevistä lisäaineista, biosideista ja vaahtoamisenestoaineista. Lastuamislempite-emulsion ominaisuuksia on mahdollista muuttaa vaihtamalla raaka-aineiden pitoisuuksia. Nesteiden käyttöpitoisuus on normaalisti välillä 4–10 %. (Lastuamislempiteopas 2020.)



Kuva 1. Lastuamislempiteen koostumus (Lastuamislempiteopas 2020).

Kuvassa 1 on kuvattu eri ainesosien määrää lastuamislempitekonsentraatissa. Emulsiotyyppisessä lastuamislempiteessä liian matala lastuamislempiteen sekoitussuhde heikentää voitelevuusominaisuuksia ja voi aiheuttaa bakteerien kasvua nesteeseen, mikä voi aiheuttaa terveyshaittaa. Liian vahva neste taas heikentää nesteen jäädytysominaisuuksia ja lisää lastuamislempiteen käytön kustannuksia. Käytettävän emulsion vahvuus riippuu käytössä olevasta nesteestä, koska eri valmistajien ja tuotemerkkien välillä on eroja. Vahvuuteen vaikuttaa myös käyttötapa, usein vaikeammin lastuttavia materiaaleja työstettäessä vahvemmassa emulsiosta on apua.

2.4 Lastuamismesteen täyttö ja ylläpito

2.4.1 Ylläpito

Lastuamismestettä käytetään yleensä niin pitkään kuin se on mahdollista ilman, että se menettää liikaa ominaisuuksiaan. Käyttöikä vaihtelee käytettävän mesteen mukaan. Käyttöikään vaikuttaa myös itse käyttötapa. Työstökoneissa on usein eritasoisia suodatusjärjestelmiä, joiden tarkoitus on suodattaa lastuamismestestä työstössä syntyvät lastut sekä muut kappaleesta ja työkaluista irtoavat partikkelit. Lisäksi lastuamismesteen käyttöikää lyhentävät itse työstökoneesta peräisin olevat vuotoöljyt. Vuotoöljyjä, joita työstökoneista lähes poikkeuksetta lastuamismesteen joukkoon päätyy, ovat johteiden voiteluöljyt. Lisäksi koneista voi vuotaa myös hydraulioöljyjä ja muita voitelurasvoja lastuamismesteen sekaan. Vuotoöljyjä pyritään poistamaan käyttäen erilaisia öljynerottaja laitteita, eli ”oilskimmereitä”.

Työstökoneen ollessa käytössä mestestä haihtuu vettä ja sitä kulkeutuu pois lastujen mukana. Lastuamismestettä on lisättävä haihtumisen ja pois kulkeutumisen vuoksi, jotta työstökoneen säiliö saadaan pidettyä täynnä. Yleisesti lastuamismestestä haihtuu enemmän vettä kuin itse lastuamismeste konsentraattia. Tämä tarkoittaa sitä, että mesteen täyttövahvuuden on oltava matalampi, jos halutaan säilyttää tasainen vahvuus säiliössä. (Lastuamismesteen käyttö ja ylläpito 2020.)

2.4.2 Täyttö

Työstökoneiden säiliöitä joudutaan raskaassa koneistuksessa täydentämään lähes päivittäin. Nykyään on olemassa valmiita sekoittajaratkaisuja, jotta lastuamismestettä ei tarvitse käsin sekoittaa. Markkinoilla sekoittajia on mäntätoimisina ja ejektoriperiaatteella toimivia. Koneistavassa teollisuudessa on kuitenkin vielä yleistä myös käsin tehtävä sekoitus. Käsin sekoittaessa vakaan emulsion varmistamiseksi lastuamismesteöljy on lisättävä aina veteen eikä päinvastoin. Tämä varmistaa, että neste emulgoituu, koska muuten on vaarana, että emulsio purkautuu eli muuttuu käänteiseksi. Käänteinen emulsio tarkoittaa sitä, että

öljyssä on vesipisaroita. Sekoittajia käyttäessä käänteisemulsion vaaraa ei yleensä ole sekoittajassa tapahtuvan turbulenssin ansiosta.

2.5 Automatisointi

Lastuamismesteen täytön automatisointi on vielä harvinaista, johtuen osittain metallialan toimijoiden konservatiivisuudesta ja usein vanhasta konekannasta. Lähteistä on käynyt ilmi, että automatisoinnilla lastuamismesteen käytön kulut voivat vähentyä jopa 10–25 % (Nelson 2020).

Käyttökulujen vähentyminen perustuu säästettyyn lastuamismesteseen ja säästettyyn työaikaan. Automatisoinnilla on myös merkittävä vaikutus siisteyteen ja imagoon.

Automatisoinnin toteutukseen on yleisesti kolme tapaa. Työstökonevalmistajan oma ratkaisu, putkilinja-ratkaisu keskitetyllä nestelähteellä tai konekohtainen annostelijaratkaisu. Automatisoiduista lastuamismesteen täyttöratkaisuista lisää kappaleessa 3 Automatisoitu lastuamismestejärjestelmä.

2.5.1 Työstökonevalmistajan ratkaisu

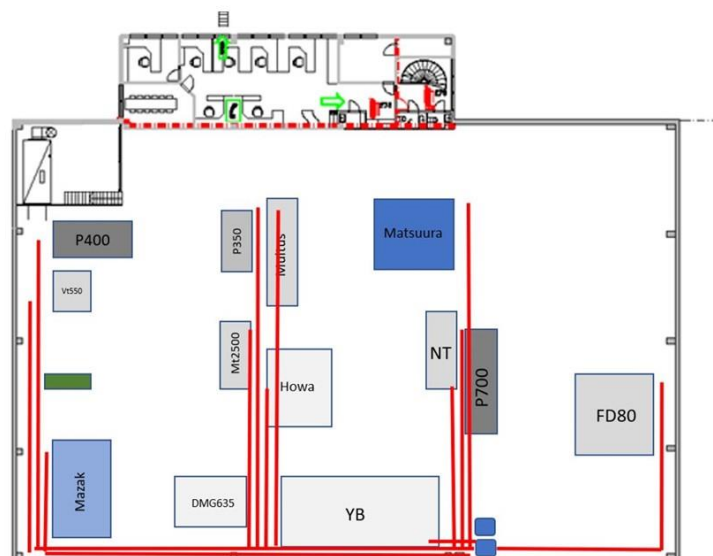
Useilla työstökonevalmistajilla on saatavilla lisävarusteena koneeseen lastuamismesteen pinnan seuranta, jonka perusteella erillinen sekoittaja annostelee lastuamismeste-emulsiota säiliöön. Työstökone valmistajien ratkaisuissa on yleisesti pieni erillinen säiliö, johon lastuamismestekonsentraatti lisätään. Kuvassa 2. Haasin ratkaisu.



Kuva 2. Haas Automatic coolant refill (Ruohonen 2020).

2.5.2 Keskitetty järjestelmä

Keskitetty järjestelmä jakaa yhdestä lähteestä valmiiksi sekoitettua lastuamisnestettä työstökoneille tuotantotiloihin sijoitettuja putkia pitkin. Keskitetyn järjestelmän ehtona on, että kaikki työstökoneet, joihin järjestelmä on kytketty, käyttävät samaa lastuamisnestettä. Järjestelmissä on valmistajasta riippuen mahdollista syöttää konekohtaisesti eri vahvuutta (konekohtainen putkitus) tai kaikille työstökoneille samaa perusvahvuutta (yksi päälinja). Kuvassa 3. mallinnus keskitetystä järjestelmästä, jossa punaiset viivat kuvaavat lastuamisnesteputkitusta.



Kuva 3. Keskitettyjärjestelmä (Vessari 2020).

2.5.3 Konekohtainen sekoittaja

Konekohtainen sekoittaja vastaa toimintaidealtaan työstökonevalmistajien tarjoamaa ratkaisua, mutta on helposti asennettavissa työstökoneen mallista tai merkistä riippumatta. Tämän tyyppinen ratkaisu tarvitsee kuitenkin koneen läheisyyteen lastuamismestekonsentraatti lähteen ja veden lähteen. Kuvassa 4 Will-Fill automaattinen lastuamismesteen sekoittaja. Will-Fill:ssä yhtenä ominaisuutena on mitata lastuamismesteen vahvuus ja pH, sekä säätää täyttövahvuutta näiden perusteella.



Kuva 4. Will-Fill (Dierickx 2020).

3 AUTOMATISOITU LASTUAMISNESTEJÄRJESTELMÄ

Automatisoitua järjestelmää mietittäessä aluksi lähdettiin selvittämään mahdollisten valmiiden järjestelmien olemassaoloa ja ominaisuuksia. Tietoa lastuamisnesteiden automatisoidusta täytöstä suomen kielellä on huonosti tarjolla. Englannin kielellä järjestelmiä ja tietoutta löytää enemmän. Tietoa järjestelmistä kysyttiin myös nykyiseltä lastuamisnesteiden toimittajalta Teknoma Oy:ltä. Teknoma Oy teki tarjouksen Houghtonin valmistamasta järjestelmästä. Muita järjestelmätoimittajia, joihin otettiin yhteyttä, olivat ETL Fluidexperts, Flexxcool, 168 Manufacturing ja Zebra Skimmers. Samassa yhteydessä mietittiin myös oman järjestelmän kehittämistä, sillä osassa Mäntän hallin työstökoneista ja kaikissa Vilppulan robottisoluissa on itse suunniteltu yksinkertaistettu automaattitäyttö.

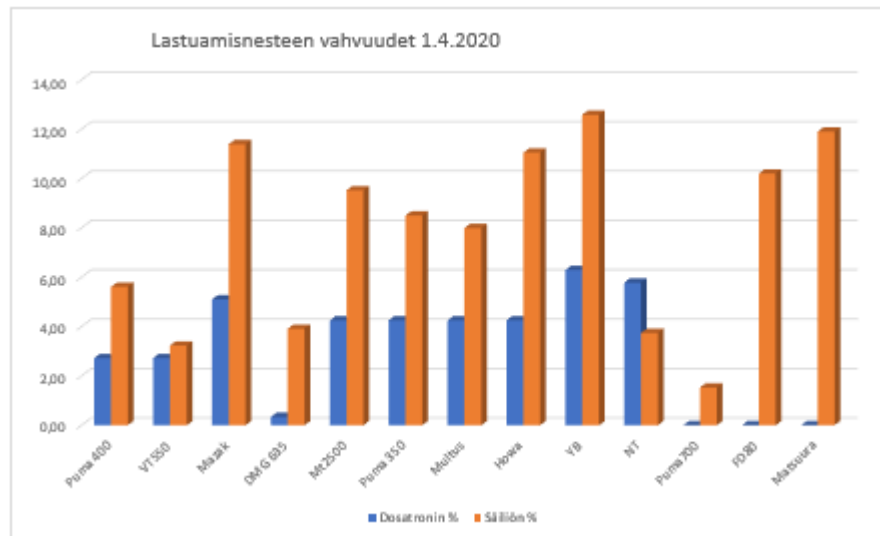
Suurin ominaisuusero eri järjestelmiä vertaillessa oli se, että toisissa on käytettävissä vain yksi täyttövahvuus ja toisissa oli taas mahdollista syöttää konekohtaista täyttövahvuutta. Vahvuuden säätelyn tarpeellisuuden kartoittamiseksi päätettiin tutkia lastuamisnesteiden vahvuuksia eri työstökoneilla. Tutkimuksessa kävi nopeasti ilmi, että vahvuudet vaihtelevat melko paljon. Osassa työstökoneita vahvuudet selvästi liian matalalla tasolla, osassa taas reilusti liian korkealla.

Muutaman viikon mittaisen tutkimuksen jälkeen tuloksista näkyy koneistajien karkea säätötyyli. Säätöä tehdään ”tapista tappiin” eli, kun huomataan lastuamisnesteiden vahvuus liian korkeaksi, käännetään sekoittaja laihimpaan asetukseen ja päinvastoin.

Samaa täyttövahvuutta käyttäessä ajan myötä eroa vahvuuksissa syntyisi varmasti, sillä eri työstökoneista lastuamisnesteiden haihtuminen ja nesteiden kulkeutuminen lastujen mukana eroaa jonkin verran. Tutkimuksen varhaisessa vaiheessa tuloksien perusteella todettiin, että vaikka käytettäisiin jokaiselle työstökoneelle samaa täyttövahvuutta, parantaisi se silti vahvuuksien hallintaa. Mikäli järjestelmän hinta ei kasva liikaa, hankitaan järjestelmä, jossa konekohtainen täyttövahvuus on mahdollista.

3.1 Tutkimus

Lastuamislestee vahvuuksia ja käyttäytymistä seurattiin viikoittain aikavälillä 1.4.2020 – 6.7.2020. Tutkimustulokset kirjattiin Excel-tiedostoon. Jokaisen viikon tuloksista luotiin myös pylväsdiagrammi visuaalista tarkastelua varten. Lisäksi laskettiin keskiarvoja ja keskihajontaa viikkokohtaisesti että myös mittaushistorian ajalta.



Kuva 5. Pylväsdiagrammi vahvuuksista (Vessari 2020).

Tutkittuja asioita olivat sekoittajasta tulevan lastuamislestee vahvuus ja koneen säiliössä olevan nesteen vahvuus. Tulosten pohjalta suoritettiin myös investointi- ja kululaskentaa perustuen oikeaan nesteen vahvuuteen, ylitäyttöjen loppumisen ja nesteen hoitoon käytetyn ajan vähentymisellä (Vessari 2020).

Laskennassa kuluihin otettiin huomioon nesteen ostohinta, hävityskustannukset ja työvoiman käyttö.

Muita asioita, joita selvisi tutkimalla ja tutustumalla syvällisemmin lastuamislesteeseen, oli nesteen iän vaikutus sen valonläpäisykykyyn eli refraktometrilukemaan. Lastuamislestee suomalaisen edustajan mukaan refraktometrikerroin vaihtelee vuoden käytön aikana välillä 1,7–1,3. Uuden nesteen 1,7 on tarkka lukema, mutta muutos ajan myötä ei ole tarkka, sillä muutoksen arvo on riippuvainen nesteen likaantumisesta ja vuotoöljyn määrästä. (Lehtonen 2020.)

Taulukko 1 Keskimääräiset vauhvuudet (Vessari 2020).

| 1.4.2020 | |
|----------------------------------|--------|
| Keskimääräinen säiliö % | 7,78 |
| Keskimääräinen täyttö % | 4,00 |
| Keskim täyttö määrä Kone/Päivä L | 114,72 |

Vertailemalla keskiarvoja
huomataan, että haihtumiskerroin
keskimäärin on
0,513445378

Tutkimuksesta selvisi, että täyttövahvuus eli sekoitetun nesteen vahvuus, jota täydennetään työstökoneiden säiliöön, on keskimäärin noin puolet tavoiteltavasta lastuamishuoneen säiliövahvuudesta.

3.2 Automatisoidun lastuamishuoneen täytön hyödyt

Automatisoimalla lastuamishuoneen täyttö, saadaan lastuamishuoneen vahvuus paremmin hallintaan. Automatisointi poistaa työstökoneella työskentelevän koneistajan täyttö- ja tynnyrinvaihtotyöt. (168 MANUFACTURING 2020.)

Automatisoitu järjestelmä poistaa erillisten sekoittajien tarpeen työstökoneilla. Automatisointi poistaa ylitäytön mahdollisuuden. Järjestelmän avulla vältetään myös valuma-aldaiden hankinnan tarve työstökoneiden lastuamishuoneetynnyreiden alle, mikä on kohdeyrityksen perimmäinen syy automatisoinnille.

3.3 Valmiit ratkaisut

Valmistajakohtainen listaus löydetyistä täyttöratkaisuista:

- ETL Fluidexpertsin laitteesta selvisi, että se on sama kuin Hougtonin tarjoama laite, sillä ETL valmistaa laitteet Hougtonille alihankintana.
- Flexxcool on kanadalainen valmistaja, joka on alun perin valmistanut laitteen omiin tarkoituksiinsa ja alkanut tämän jälkeen myydä sitä myös muille. Flexxcool erottuu muista valmistajista mahdollisuudella tarjota työstökonekohtaista lastuamismestevahvuutta. (Kociancic 2020.)
- 168 Manufacturing on amerikkalainen yritys, joka ei ole aikaisemmin toiminut Euroopan markkinoilla. 168 Manufacturingin laitteessa on myös mahdollista syöttää työstökonekohtaista vahvuutta. (Nelson 2020.)
- Zebra Skimmersiä edustaa Suomessa Tekupit Oy, josta kysyttiin tarjous laitteistosta.
- Hougtonin järjestelmässä on mahdollista toteuttaa automaattitäyttö, mutta ei konekohtaista täyttöä. Teknoma Oy pystyy toimittamaan Suomessa.

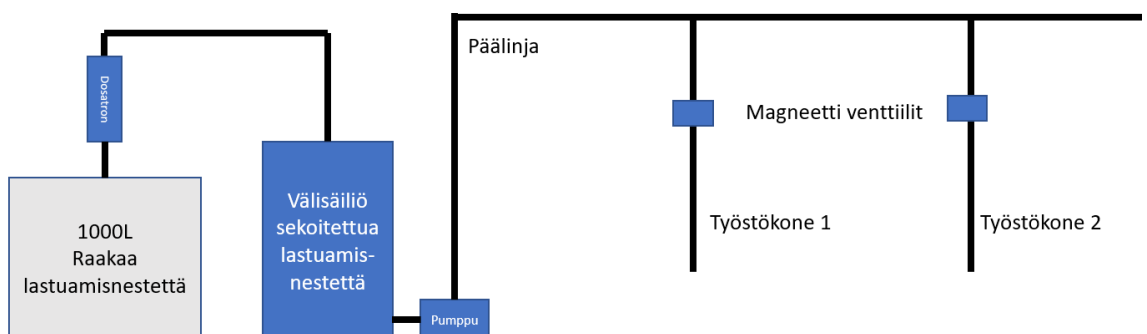
4 TOTEUTUS

Refimex Machinery Oy:llä on käytössä emulsiotyypinen lastuamislakki, merkiltään Quaker-Houghton 3618 HBFF. ”3618:n” ihanteellinen vahvuus on valmistajan suositusten mukaan 8,5 %, eli tällöin lastuamislakista on 91,5 % tavallista hanavettä. Käytettävä lastuamislakki sekoitetaan yrityksessä käyttäen erillisiä manuaalisesti ohjattuja sekoittajia.

Valmiiden järjestelmien hintoja selvittäessä ne paljastuivat odotettua suuremmiksi. Korkeiden hankintakustannuksien vuoksi ryhdyttiin selvittämään oman järjestelmän rakentamisen mahdollisuuksia ja kustannuksia.

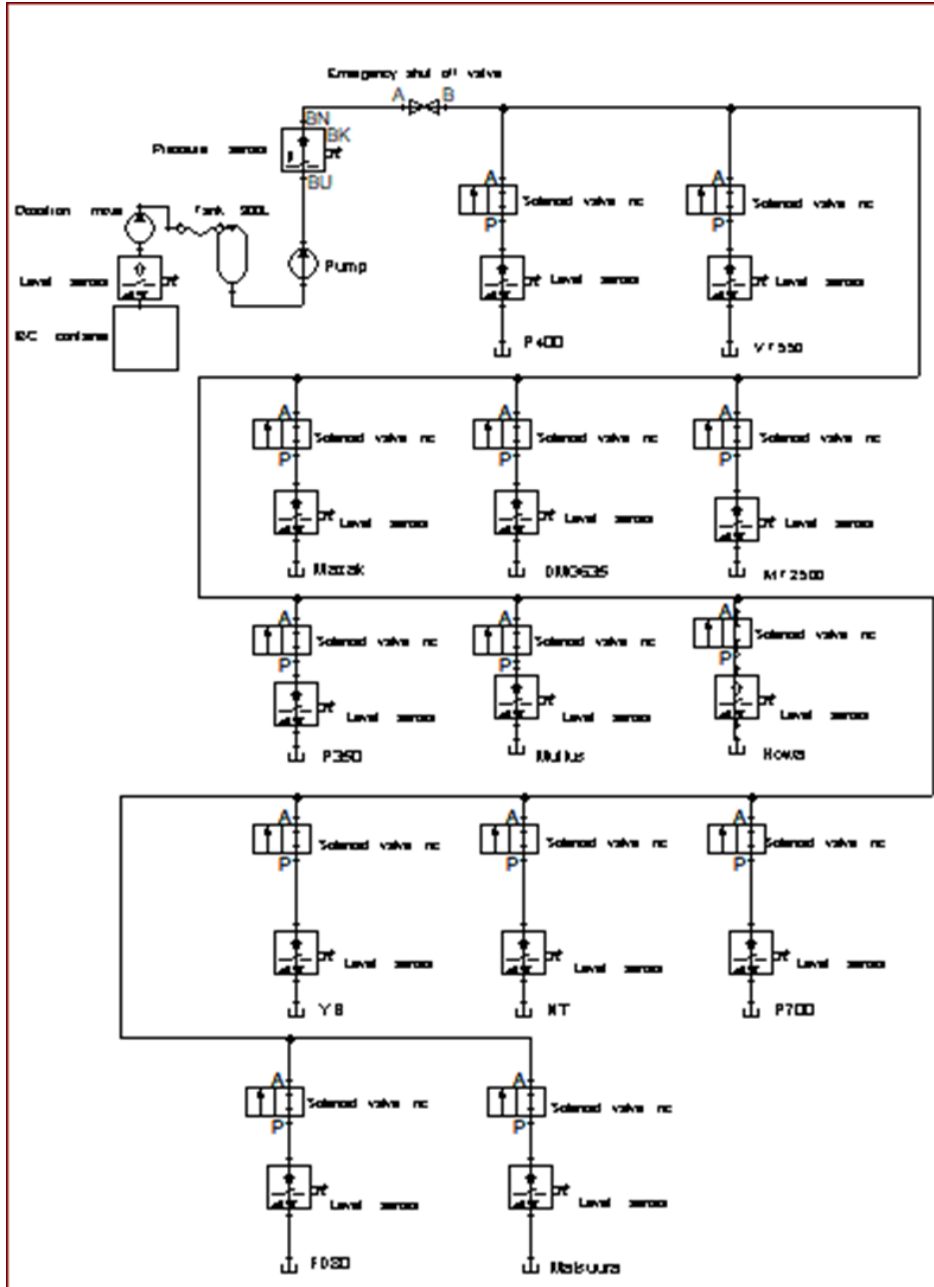
Omassa järjestelmässä ajateltiin käytettävän jo olemassa olevaa Dosatron merkistä sekoittajaa, joka sekoittaa lastuamislakkiöljyn ja veden valmiiksi emulsioksi. Emulsiota sekoitetaan välisäiliöön, joka on tilavuudeltaan luokkaa 200–500 litraa. Välisäiliöstä käyttövalmis lastuamislakki pumpattaisiin linjastoon. Linjastossa olisi työstökonekohtaiset magneettiventtiilit, jotka päästävät lastuamislakkeen työstökoneen säiliöön aina tarpeen vaatiessa. Järjestelmää ohjaa ohjelmoitava logiikka ja anturit, joista jälkimmäiset sijaitsevat työstökoneen säiliöissä. Toimintaperiaatetta havainnollistettu kuvassa 6.

Oman järjestelmän hahmotelma



Kuva 6. Oman järjestelmän pohdinta (Vessari 2020).

Järjestelmän putkituksesta ja pääkomponenteista piirrettiin Festo Fluidsim -ohjelmiston avulla parempi kuva havainnollistamaan järjestelmän rakennetta. Kuvassa 7 on siis kuvattu järjestelmän eri komponentteja, sekä tarvittavat anturit ja magneettiventtiilit.



Kuva 7. Alustava suunnitelma (Vessari 2020).

Taulukkoon 2 on koottu suuntaa-antavia hintoja oman järjestelmän rakennuskustannuksista. Arvion mukaan näyttää siltä, että oma järjestelmä tulisi asennuksineen halvemmaksi kuin kaupallisten järjestelmien pelkät komponentit.

Taulukko 2. Kustannusarvio (Vessari 2020).

| | |
|----------------------|--------------|
| Magneettiventtiilit | 1950 |
| Anturit säiliöön | 3900 |
| Varoanturit säiliöön | 1950 |
| Pumppu | 800 |
| Logiikka | 3000 |
| Välisäiliön anturi | 300 |
| IBC kontin anturi | 300 |
| Yhteensä | 12200 |

| | |
|----------------------|--------------|
| Kone vuokra | 1350 |
| Työautomaatio | 6400 |
| Työputkitus | 3200 |
| Putkitus raakaaineet | 1500 |
| Yhteensä | 12450 |

Yhteensä 24650

Oman järjestelmän rakentamiseen kysyttiin alustavaa hinta-arviota ja mietteitä paikalliselta automaatioyrittäjä Radiki Oy:ltä. Radiki Oy arvio hinnan huomattavasti korkeammaksi, mitä taulukossa 2 on laskettu. Varsinkin työn osuus nousi huomattavasti korkeammaksi. Asiaa kysyttiin myös Robomation Oy:ltä, joka on rakentanut aiemmin yritykseen muun muassa Vilppulan robottisolujen automaation.

Robomationin kanssa käydyn palaverin perusteella heräsi ajatus, että jokaiselle työstökoneelle asennettaisiin oma lastuamisnestelinja, sillä automaatiikan kulut eivät eroa käytettäisiin sitten yhtä täyttövahvuutta tai useampaa. Konekohtaisten linjojen hintaero päälinjatyyppiseen ratkaisuun on niin pieni suhteessa koko järjestelmän kustannuksiin, että konekohtaiset linjat päätettiin asentaa joka tapauksessa.

Konekohtaisen täyttövahvuuden toteutuskelpoisuutta päätettiin myös selvittää lisää Robomationin toimesta, sillä ainoa este sen toteutukselle oli sopivan sekoittajan löytyminen. Mikäli sopivaa sähköhjattua sekoittajaa ei löydetä, käytettäisiin alkuperäisen suunnitelman mukaan Dosatron sekoittajaa ja yhtä täyttövahvuutta.

Palaverin yhteydessä arvioitiin myös aikaisemmin lasketun kustannustaulukon oikeellisuutta ja tultiin siihen tulokseen, että hintaluokka on oikea ja että tarkkaa

hintaa pystyy arvioimaan tarkemmin vasta sitten, kun järjestelmän suunnitelma on valmis.

4.1 Sijoitus tuotantotiloihin

Järjestelmien kartoituksen ohessa alettiin myös suunnitella järjestelmän sijoitusta tuotantotiloihin sekä jakeluputkiston sijoittelua. Mahdollisia sijoituspaikkoja järjestelmälle keksittiin kolme: mittakopin katto, hitsauskopin seinusta ja toimistonpuoleinen seinusta. Kaikista potentiaalisista sijoituspaikoista tehtiin suuntaa-antava putkituksen pituuslaskelma, käyttäen yhden täyttövahvuuden putkitusta.

Huomioita sijoituskohteista

Hitsauskopin seinusta

- Sijainti on keskeinen ja tila on "ylimääräisenä".
- Turvallisuus hitsauskipinöiden takia?
- Päälinjan pituus 127,1 m.

Toimistonpuoleinen seinusta

- Hyllytilaa joutuu uhraamaan.
- Keskeinen sijainti.
- Päälinjan pituus 131,6 m.

Mittakopin katto

- Tila on ilman järkevää käyttötarkoitusta tällä hetkellä.
- Valuma-altaan sijoittelu/IBC kontin sijoitus katolla on hankalampaa.
- Päälinjan pituus 139,4 m.

Vaihtoehtoja punnittaessa todettiin, että näistä käyttökelpoisimmat vaihtoehdot ovat selkeästi hitsauskopin seinusta ja mittakopin katto. Putkitusreittejä verratessa huomattiin, että putkituksen kannalta vaihtoehdoilla ei ole merkittävää kustannuseroa, sillä päälinjojen pituudet vaihtelevat vain muutamia kymmeniä metrejä. IBC-kontin ja järjestelmän komponenttien sijoitusta päätettäessä on siis tärkeämpää miettiä helppoa kontin vaihtoa ja käytännöllisyyttä kuin raaka-ainekustannuksia.

Kokonaiskustannuksissa putkituksen raaka-aineiden osuus on suhteellisen pieni. Päälinjan lisäksi tulee vielä konekohtaiset putket $13 \cdot 7 = 91$ m.

Kokonaisputkituksen hinnaksi tulisi raaka-aineiden osalta
 $(139,4 + 91) \cdot 5 = 1152$ e (Olettaen, että putken metrihinta 5 e)

Mikäli järjestelmä rakennettaisiin tukemaan konekohtaista täyttövahvuutta, putkituspituus ja -kustannukset kasvavat merkittävästi. $(402,1 + 91) \cdot 5 = 2465$ e.

Raaka-aine hintojen lisäksi mukaan tulee myös ainakin viikon verran asennustöitä. Asennustyön kustannuksia on arvioitu taulukossa 2.

Robomationin kanssa pidettyjen palaverien jälkeen järjestelmä päätettiin sijoittaa hitsauskopin yhteyteen. Hitsauskopille sijoitettaessa ja käytettäessä konekohtaista putkitusta putkituksen pituus on noin $327,7 + 91 = 418,7$ m.

4.2 Putkitus ja kaapelireitit

Suunnittelun ja pohdinnan jälkeen päätettiin, että käytetään 15 mm:n vesiputkea lastuamismesteen syöttölinjana. Putken käyttöä puolsi halpa hinta ja aikaisempi kokemus putken toimivuudesta lastuamismesteen kanssa. Putket päätettiin asentaa kulkemaan tuotantotilojen seiniä kiertävän kaapelikourun alle. Työstökoneiden lastuamismestessäiliöiden pinnankorkeusantureiden johdot asennettiin kourujen päälle muiden johdotuksien joukkoon.

Putken kiinnittämistä suunniteltaessa ostettiin malliksi putkenkiinnitystä varten muutamia pikakiinnittimiä. Huomattiin kuitenkin, että koska putki on tarkoitus laittaa hallin seinustoilla kulkevien kaapelihyllyjen alapuolelle, perinteinen pikakiinnitin ei toimisi sellaisenaan, sillä kaapelihyllyn alapinnassa on T-ura. T-ura on niin leveä, ettei pikakiinnitintä saa tukevasti paikoilleen. Pikakiinnittimiä käyttäessä täytyisi T-uran päälle laittaa lista tai levy, jotta kiinnitys kaapelihyllyyn olisi tukeva. Vaihtoehtoisena kiinnityksenä kuitenkin mietittiin T-uran hyödyntämistä kiinnityksessä. Uran käyttö kiinnityksessä vaatisi sopivan vasarapääpultin.

Etsintätyön tuloksena löytyi sopivia T-ura muttereita. Kiinnittimiksi päätettiin hankkia muovisia hydrauliputken kiinnittimiä, jotka ruuvataan T-ura mutterilla kaapelikiskon uraan.

Putkituksen ja kaapeleiden asentamisessa kului noin puolitoista viikkoa. Putket vedettiin yhtä lukuun ottamatta suorasta putkesta ilman liitoksia. Kiinnikkeitä laitettiin noin metrin välein, jolloin putkituksesta tuli erittäin siistin näköinen ja selkeä.

4.3 Järjestelmän asennus

Yhteisissä palavereissa oli alustavasti suunniteltu logiikkakaapin ja käyttöpaneelin sijoittamista lastuamisneste-IBC-kontin päälle. IBC-konttia ja valuma-allasta soviteltaessa todettiin, että mikäli IBC-kontin alle sijoitetaan valuma-allas sekä kontin päälle logiikka- tai ohjauslaatikko, tulee yhdistelmästä niin korkea, että käyttö olisi mahdotonta ilman koroketta. Asennusvaiheessa käyttöpaneeli päätettiin käytännön syistä sijoittaa IBC-kontin taakse. Kuvassa 8 on esitetty valmis asennus.

Putkienveto aloitettiin 3.8.2020, ja aikaa tähän alun perin suunniteltiin viikko. Asennuksessa kuitenkin kului aikaa puolitoista viikkoa, koska samalla asennettiin antureiden johdotukset kaapelihyllyjen päälle. Robotmation sai sekoittaja/logiikkapaketin valmiiksi, ja varsinaisen järjestelmän komponenttien asennus aloitettiin 7.9.2020. Aikaa asennukseen ja testailuun suunniteltiin viikon verran. Asennus saatiin viikossa valmiiksi, mutta testaus jäi liian vähäiseksi. Testausta jatkettiin seuraavalla viikolla yhdessä Robotmationin kanssa. Testitöt sujuivat pääosin hyvin.



Kuva 8. Järjestelmä asennettuna (Vessari 2020).

Testauspäivän jälkeen järjestelmä jätettiin automaatile. Iltavuoron aikana kuitenkin Puma350 sorvi tulvi yli liiallisen täytön seurauksena. Järjestelmää seuraavina päivinä testaillessa huomattiin, että pinnankorkeuden anturit ottivat häiriöitä lastuamismestepumpuista. Häiriöongelmat saatiin loppumaan asentamalla kaikkiin antureihin maadoitusjohdot. Lisäksi antureiden pintarajoja säädettiin sopivimmiksi. Näiden korjaustoimien jälkeen järjestelmää pidettiin käynnissä valvottuna. Ongelmia ilmeni kuitenkin lisää. Järjestelmän monimutkainen vahvuuden laskenta ei tuntunut saavan laskettua sopivaa täyttövahvuutta. Lisäksi vedenpaineen tunnistuksessa on jatkuvia häiriöitä, jolloin laite sammuttaa annostelupumpun. Järjestelmässä on kuitenkin todellisuudessa paine, jolloin puhdasvesi virtaa täytettävälle työstökoneelle avoimista venttiileistä.

Vikoja ja vahvuudensäätelylaskennan parantelua varten Robotmationin ohjelmoijan kanssa suunniteltiin järjestelmän vahvuudensäätelylogiikka uusiksi. Täyttövahvuuden säätelyyn päätettiin historiaperustaisen säätelyn sijasta soveltaa yksinkertaisempaa kaavaa.

Työstökoneeseen täytettävän nesteen vahvuus määritetään kaavalla

(1)

$$(\text{Tavoite} / \text{Mitattu}) * \text{Täyttövahvuus} = \text{Syötettävä neste}$$

missä

Tavoite on tavoiteltava lastuamismesteen vahvuus

Mitattu on työstökoneen säiliöstä saatu mittaustulos

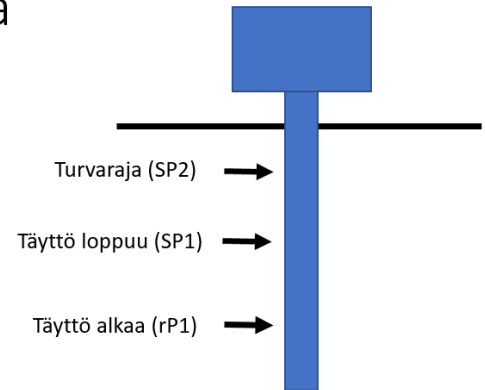
Täyttövahvuus on konekohtainen vakio

Kaavaan 1 annettavat vahvuusarvot sisältävät refraktometrikertoimen. Täyttövahvuuden oletusarvona on 3.2. Tätä muuttuvaa arvoa säädetään työstökonekohtaisesti, jolloin erilaisten työstökoneiden lastuamismesteen haihtumisesta johtuvat erot tasaantuvat.

Lisäksi täytön säätelyn logiikkaa muutettiin anturin toiminnan kannalta. Aikaisemmassa versiossa täyttöä tehtiin rajan rP1 käskystä tietty vähimmäislitramäärä. Vähimmäislitramäärä täytettiin koneelle, vaikka SP1 raja aktivoituisikin, tällöin koneen säiliö kuitenkin meni usein turvarajalle SP2. Tämä johtui useiden pienempisäiliöisten työstökoneiden suuresta pinnanvaihtelusta. Pinnakorkeuden vaihtelu työstökoneilla taas johtuu lastuamismesteen suihkuttamisesta työstötapahtumaan ja säiliöön paluun viiveestä. Rajojen nimitykset on havainnollisettu kuvassa 9.

Esimerkki täyttö prosessista

- VT550 pinta laskee alle rP1 rajan
 - Aloittaa täyttämisen
- Pinta nousee yli SP1 rajan tai litra määrä täyttyy.
 - Täyttö lopetetaan
- Pinta nousee tuntemattomasta syystä rajalle SP2
 - Täyttö estetty, antaa hälytyksen, eikä suostu täyttämään ennekuin poistuu SP2 rajalta.

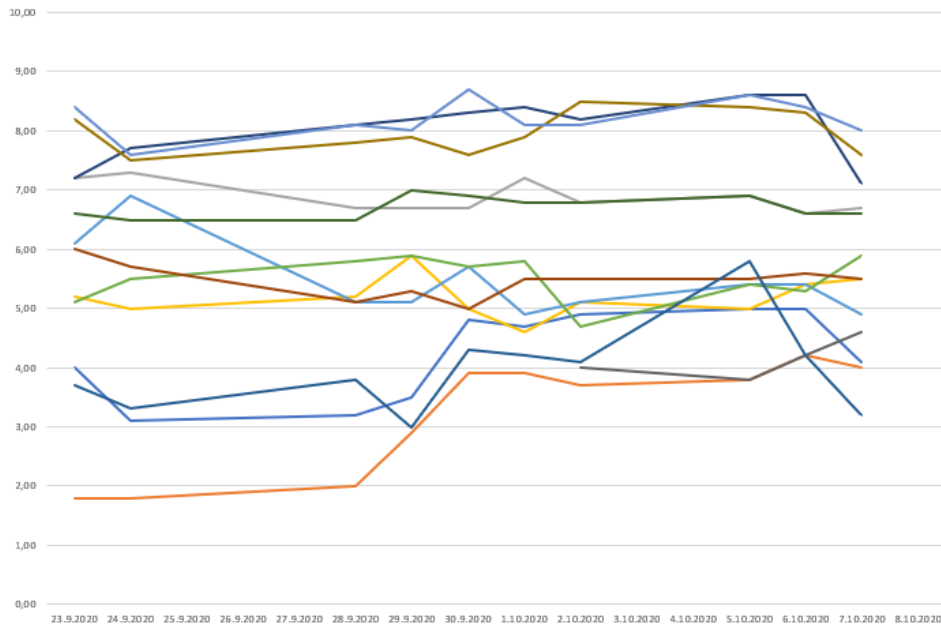


Kuva 9. Esimerkki täyttö prosessista (Vessari 2020).

4.4 Järjestelmän syöttövahvuuksien kalibrointi

Anturi- ja vahvuudensäätelyn logiikan päivittämisen jälkeen järjestelmän toiminta parani huomattavasti. Järjestelmää pidettiin automaattitäytöllä aina, kun hallissa oli joku töissä. Järjestelmän toiminta ja käyttö käytiin läpi koneistajien kanssa pienryhmissä. Lisäksi toiminnasta ja käytöstä tehtiin lyhyt ohjekirjanen, joka laminoitiin ja asetettiin järjestelmän hallintapaneelin yhteyteen.

Lastuamisnesteen vahvuuksien mittauksia ei, varmuuden vuoksi, vielä annettu kuitenkaan koneistajien käsiin, vaan päätettiin seuraavat viikot mittailta itse vahvuudet päivittäin. Lastuamisnesteiden vahvuuksien seurantaan helpottamaan tehtiin Excel-taulukkoon käyrä, joka kuvaa vahvuuksien kehittymistä työstökoneilla ajan kuluessa. Käyrä kuvassa 10.



Kuva 10. Vahvuuksien kehitys (Vessari 2020).

Osassa työstökoneita vahvuus oli päässyt järjestelmää testaillessa ja kehittäessä liian alhaiselle tasolle, joten näiden koneiden vahvuuksia päätettiin korjata keinotekoisesti, eli lisätä puhdasta lastuamismestekonsentraattia koneiden säiliöihin. Käyrässä näkyy tästä syystä osalla koneista jyrkkä vahvuuden kehittyminen.

Vahvuuksien kehitystä seuraamalla huomattiin kuitenkin, että vahvuudet eivät ole uudesta vahvuuden säätelyn kaavasta huolimatta korjaantumassa toivotulla tavalla. Tulosten perusteella työstökoneille syötettävää vahvuutta päätettiin säätää koneen tarpeiden mukaan. Säätöarvoa kutsutaan järjestelmässä ”Täyttövahvuudeksi”, joka on siis oletuksena kaavassa arvona 3.2.

Samoihin aikoihin muutamiin työstökoneisiin suoritettiin lastuamismesteen vaihto ja uudelleentäyttö suoritettiin käyttäen käsitäyttöominaisuutta järjestelmässä. Tässä yhteydessä kuitenkin huomattiin, että järjestelmällä on ongelmia suurempien vahvuuksien syöttämisen kanssa. Järjestelmältä 8 % vahvuista nestettä pyydetessä putkesta tulee kuitenkin selkeästi tätä laimeampaa.

Asian selvittämiseksi tehtiin testejä pyydettyjen vahvuuksien toteutumisen selvittämiseksi. Testeissä selvisi, että järjestelmän antamat vahvuudet saattoivat vaihdella pahimmillaan jopa noin 40 %. Asian selvittelyä jatkettiin Robotmationin kanssa, joka totesi, että annostelupumpun toiminnassa on ongelmia. Ongelmien ratkaisemiseksi käännyttiin pumpun valmistajan puoleen.

Pumpun valmistajan suosituksen mukaan pumpun pulssitaajuutta muutettiin pienemmäksi. Lastuamismestekonsentraatin kontissa oleva suodatin tarkistettiin, jolloin huomattiin, että suodattimesta oli irronnut kumiosa, joka kuristi hieman virtausta. Lisäksi veden sisääntuloon lisättiin virtauksen rajoitinventtiilit, joilla virtausnopeus saadaan pienemmäksi, jolloin annostelupumppu ehtii paremmin syöttää tarvittavan annoksen virtaavaan veteen. Korjaustoimien jälkeisten testien perusteella järjestelmä kykenee nyt syöttämään myös vahvemmat seokset riittävällä tarkkuudella.

5 POHDINTA

Lastuamismestejärjestelmän käyttöönotossa ilmeni monia ongelmia, jotka kuitenkin saatiin korjattua. Ongelmia tuotti aluksi osittain liian monimutkainen ja huonosti määritelty vahvuudensäätelylogiikka. Ongelmia oli myös itse mekaniikassa eli lähinnä veden liian nopeassa virtauksessa suhteessa annostelupumpun tuottoon. Ongelma korjattiin Robotmation Oy:n toimesta kuristamalla virtausta. Virtausnopeuden kuristamisen varjopuolena oli kuitenkin pienentynyt täyttönopeus, joka oli ensimmäisessäkin versiossa odotettua hitaampi.

Ratkaisuna olisi ollut vaihtaa mäntätyyppinen pumppu, jolla olisi suurempi tuotto ja tarkkuus, sillä kalvotoiminen pumppu ei ole riittävän tarkka tässä käyttötarkoituksessa. Hidas täyttönopeus hidastaa työstökoneiden ensitäyttöä, nesteiden vaihdon yhteydessä. Ensitäyttö olisi kuitenkin vaihtoehtoisesti mahdollista tehdä myös käyttämällä siirreltävää irtosekoittaja/tynnyrikärryä.

Mainituista puutteista huolimatta rakennettu järjestelmä on ainakin Suomen mittakaavassa edistynyt, sillä useissa konepajoissa lastuamismestejä hoidetaan vielä ämpäreillä täyttäen. Kuitenkin suurin etu järjestelmän hankinnassa on yrityksen imago, eli vaikutelma yrityksestä. Lastuamismestejärjestelmän ansioista tynnyrit ja sekoittajat saadaan poistettua, mikä tekee työympäristöstä siistin. Lisäksi nestevuodot ja muut roiskeet jäävät pois, mikä antaa myös siistin vaikutelman tuotantotiloista. Refimex Machinery:n tunnus lauseena on ”Enemmän kuin nykyaikainen konepaja”, mikä viimeistään nyt pitää paikkaansa.

LÄHTEET

Heinonen, M. & Kalliolahti, J. 2020. Koneistustekniikka. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Lastuamisnesteopas: Koottuja tietoja lastuamisnesteistä ja metallintyöstöstä. Ei päiväystä. [Verkkojulkaisu]. FUCHS OIL Finland Oy. [Viitattu 3.11.2020]. Saatavana: <https://www.camcut.fi/tuki/ladattavat/ladattavat-opaat/>

168 MANUFACTURING. 3.11.2020. Triple your CNC Production With Automated Coolant Delivery [Verkkosivu]. [Viitattu 3.11.2020]. Saatavana: <https://www.168mfg.com/>

Lehtonen, J. 2020. Asiantuntija. Teknoma Oy. Haastattelu 15.6.2020.

Kociancic, R. 6.4.2020. Tietoja Flexcool -järjestelmästä. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Esko Vessari. [Viitattu 6.4.2020].

Puustinen, H. Päivitetty 2010. Leikkuunesteiden käytön, kierrätyksen ja jätehuollon yleisopas. [Verkkokirja]. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu, Tekniikka Kuopio. [Viitattu 3.11.2020]. Saatavana Seamk Finna-palvelusta. Vaatii käyttöoikeuden.

Nelson, S. 31.3.2020. Tietoja 168 Manufacturing -järjestelmästä. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Esko Vessari. [Viitattu 31.3.2020].

Refimex Machinery Oy. 26.11.2020 Refimex Machinery [Verkkosivu]. [Viitattu 26.11.2020]. Saatavana: <https://www.refimexmachinery.fi/>

Sandvik Coromant. 1.12.2020 How to apply coolant and cutting fluid in turning [Verkkosivu]. [Viitattu 1.12.2020]. Saatavana: <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/knowledge/general-turning/pages/how-to-apply-coolant-and-cutting-fluid-in-turning.aspx>

Sandvik Coromant. 1.12.2020 How to apply coolant in parting and grooving [Verkkosivu]. [Viitattu 1.12.2020]. Saatavana: <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/knowledge/parting-grooving/pages/cutting-fluid-and-coolant.aspx>

Lastuamisnesteiden käyttö ja ylläpito. Ei päiväystä. [Verkkojulkaisu]. Blaser Swisslube. [Viitattu 3.11.2020]. Saatavana: <https://www.lastuamisnesteet.fi/fi/lastuamisnesteiden-kaytto-ja-yllapito>

Dierickx, P. 17.11.2020. Lupa Will-Fill kuvaan. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Esko Vessari. [Viitattu 25.11.2020].

Ruohonen, J. 16.11.2020. Lupa Haasin kuvaan. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Esko Vessari. [Viitattu 25.11.2020].

LIITTEET

Liite 1. Lastuamismenestysjärjestelmän käyttöohjeet

Liite 1. Lastuamisnestejärjestelmän Käyttöohjeet



Lastuamisnestejärjestelmä Käyttöohjeet



Yleistietoa järjestelmästä

Lastuamismestejärjestelmä syöttää jokaiselle työstökoneelle konekohtaista lastuamismeste vahvuutta. Vahvuus määräytyy työstökoneelle määritetyn tavoitearvon ja mitatun nesteen vahvuuden perusteella. Järjestelmä huomioi lisäksi nesteen ikääntymisestä johtuvan refraktometri kertoimen muuttumisen. Nesteen iän kompensoinnin takia järjestelmään syötettävät mittaus arvot annetaan aina ilman kerrointa.

Työstökoneiden nestesäiliöihin on asennettu anturit, jotka mittaavat säiliön pinnankorkeutta. Pinnankorkeuden laskiessa anturiin määritetyn täyttörajan alapuolelle täyttää järjestelmä säiliötä niin kauan, että anturiin määritetty yläraja aktivoituu tai konekohtainen maksimi litra määrä on saavutettu. Ylitulvimisen välttämiseksi anturissa on vielä hälytysraja, joka pakottaa venttiilin kiinni ja antaa vikailmoituksen. Mikäli pinta laskee takaisin normaali korkeuteen, kuittaantuu vikailmoitus itsestään.

Järjestelmä tallentaa historia tietoja lastuamismesteen täyttömääristä ja täyttöprosentteista. Lisäksi tallentuu laitteen vikahistoriaa ja mittaustietoja. Mikäli järjestelmä ei saa mittaustulosta määritetyin väliajoin, ilmestyy tästä huomautus vikakenttään, joka ei häviä ennen kuin uusi mittaustulos on annettu.

Järjestelmä kytketään pois päältä öiksi ja viikonlopuiksi, mikäli kukaan ei ole töissä. Sammutus tapahtuu painamalla punainen nappi aktiiviseksi ja sulkemalla päähana.

Kosketusnäyttöä näppäillessä on suositeltava käyttää näyttökynää, jolloin näyttö ei likaannu!

Käyttöliittymä

Valikko sisältäen:

Päänäkymä
Asetukset
Tilastotiedot
Käsiajot



Hätäseis

Automaatti asento/käynnistys

Käsiajo/sammutus

Vian kuittaus

Käyttöliittymä

Päänäkymä sisältää:

Mittaustulosten syötön
Konekohtaiset asetukset
Vikatieto palkin

Asetukset sisältää:

Yleiset järjestelmän asetukset

Tilastotiedot sisältää:

PC ja PLC tilastot
Lokit
Täyttö tilastot
Mittaus tilastot

Käsiajot sisältää:

Mahdollisuuden täyttää
työstökoneiden säiliöitä
manuaalisesti



Konekohtaiset asetukset

Lastuamistestien vaihtopäivämäärä.

Tästä saa työstökoneen pois automaattitäytön piiristä.

The screenshot shows a settings window titled "Nesteytyksen tiedot" (Mixing information) under the "Tuote" (Product) section. The interface includes several input fields and buttons. Red arrows point to the "Koneen nimi" (Machine name) field containing "Lazak", the "Leikkunesteen vaihtopäivä" (Cutting liquid change date) dropdown menu set to "keskiviikko 1 tammikuuta 20:", the "Automaattitajo" (Automatic) button, and the "OK!" button at the bottom right. The "Kytetty" (Used) button is also visible with a green checkmark.

| Parameter | Value |
|--------------------------------|------------------------------|
| Koneen nimi | Lazak |
| Leikkunesteen vaihtopäivä | keskiviikko 1 tammikuuta 20: |
| Rekratrometrikoroin | 1.39 |
| Mitattu vahvuus [%] | 6.9 |
| Mitattu todellinen vahvuus [%] | 9.59 |
| Tilavuus [l] | 1702 |
| Täyttöseos [%] | 2.17 |
| Jalkitaytto vahvuus [%] | 2.6 |
| Tavoite vahvuus [%] | 8 |
| viikon keskiarvo [l] | 157,3333333 |
| Täyttömaa [l] | 48 |

Sivulla muutetut asiat tulevat voimaan **OK!** napin painamisen jälkeen.

Lastuamismesteen vahvuuden mittaustiedon syöttäminen



Mitattu vahvuus syötetään kohtaan "Mitattu"

Tähän kohtaan siis vahvuus ilman refraktometri kerrointa!!



Eli kirjaa lukema suoraan refraktometrissä

Lastuamismesteen käsityttö

Jotta käsityttö on mahdollista täytyy järjestelmä asettaa käsikäyttö tilaan, joka tapahtuu **punaista** nappia painamalla.

Tämän jälkeen mennään **Käsiajot** sivulle.



Valitse listasta kone, jota haluat täyttää. Mahdollisuutena on myös valita irtoastia. Tämän jälkeen järjestelmä kysyy nesteen vahvuuden. Vahvuuden määrittelyn jälkeen syötä litra määrä. Tämän jälkeen järjestelmä täyttää halutun määrän haluttua vahvuutta.

Kun olet saanut käsitytön suoritettua laita järjestelmä takaisin automaatti asentoon!!

Annostelupumpun vikatilan kuittaus

Mikäli järjestelmän annostelupumppu menee syystä tai toisesta vikatilaan on ensiarvoisen tärkeää, että annostelu pumpussa ei kosketa mihinkään muuhun nappiin, kuin **Start/Stop** nappiin.



Pumpun muista napeista voi vahingossa muuttaa pumpun syöttösekvenssiä, jolloin lastuamismesteen vahvuuden säätely ei toimi oikein.

HUOM!!

Viimeinen töistä lähtijä, muista asettaa lastuamisnestejärjestelmä manuaali tilaan ja kääntää hana kiinni!!

Ensimmäinen töihin saapuva muista asettaa järjestelmä automaatti tilaan ja avata hana!!

