



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jere Koskela

KAPPALEIDEN PUHTAUS KONEISTUKSEN JÄLKEEN

ABB IEC LV Motors

Tekniikka
2023

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jere Koskela
Opinnäytetyön nimi	Koneistettujen kappaleiden puhtaus koneistuksen jälkeen
Vuosi	2023
Kieli	suomi
Sivumäärä	45 + 2 liitettä
Ohjaaja	Osku Hirvonen

Opinnäytetyö on tehty ABB IEC LV Motors Vaasan tehtaalle runkokoneistusosastolle. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä ohjeistus koneistetun kappaleen puhtauden toteamiselle sekä käytettävien pesu- ja leikkuunesteiden valvontaan.

Opinnäytetyössä puhtaus ohjeistuksen tekemisen lisäksi perehdyttiin pesu- sekä leikkuunesteiden ominaisuuksiin asiantuntijan avustuksella. Teoriaosuudessa kerrotaan tärkeimpiä pesu- sekä leikkuunesteiden ominaisuuksia ja reaktioita eri materiaalien kanssa.

Työn tuloksena oli, että saatiin luotua dokumentti koneistettujen kappaleiden puhtaudelle. Dokumentista löytyy myös tietoa nesteiden käytöstä, valvonnasta, kierrätyksestä sekä varastoinnista. Ohjetta voidaan käyttää ABB:n omiin tarpeisiin sekä käyttää hyödyksi alihankkijoiden sekä toimittajien pesuprosessien kehittämisessä ja valvonnassa.

ABSTRACT

Author	Jere Koskela
Title	Cleanliness of parts after machining
Year	2023
Language	Finnish
Pages	45 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Osku Hirvonen

The thesis was made for ABB IEC LV Motors Vaasa factory frame machining department. The purpose of the thesis was to make instructions for the cleanliness of the machined piece and monitoring for the washing fluids and cutting fluids to be used.

In the thesis in addition to making instruction for cleanliness. the characteristics of washing and cutting fluids were studied with the help of an expert. The theory part describes the most important properties of washing and cutting fluids and their reactions with dissimilar materials.

The result of the work was that a document was created for the cleanliness of the machined pieces. Document also contains information on the use, monitoring, recycling, and storage of fluids. The guide can be used for ABB's own needs, as well as for the development and monitoring of the washing processes of subcontractors and suppliers.

SANASTOA

Tensidi	Pesuaineen pesevä osa
Alkali	Emäksinen aine
Emulgaattori	Emulsion muodostamista edistävä aine
Emulsio	Kahden luonnostaan toisiinsa sekoittamattoman nesteen seos
Refraktometri	Mittalaite taitekertoimen mittaamiseen
Kalibrointi	Mittalaitteen näyttämän vertaamista tarkempaan mittaan
Titraus	Kemian analyysimenetelmä, jolla voidaan määrittää tunnetun aineen ainemäärä ja pitoisuus
Byretti	Asteikolla varustettu sylinterimäinen putkilo, jonka pohjalla on hana
Erlenmeyerpullo	Ympyräpohjaisen kartion muotoinen astia
Metyylioranssi	Kemiallinen yhdiste, jota käytetään pH-indikaattorina
Biosidi	Kemiallinen aine, jota käytetään eri tuotteissa tuhoamaan haitallisia pieneliöitä
Separointi	Erottamista. Esimerkiksi maidon ja kerman erottaminen toisistaan

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	8
2	YRITYSESITTELY.....	9
3	LEIKKUUNESTEET	10
	3.1 Päätehtävät.....	10
	3.2 Ominaisuudet.....	10
	3.3 Koostumus	11
	3.4 Seuranta.....	13
	3.5 Oikean leikkuunesteen valinta.....	19
	3.6 Leikkuunesteiden ja järjestelmien huolto	21
4	PESUNESTEET	25
	4.1 Päätehtävät.....	25
	4.2 Ominaisuudet.....	25
	4.3 Koostumus	26
	4.4 Seuranta.....	30
	4.5 Kappaleiden pesumenetelmät.....	31
	4.6 Pesunesteiden valintakriteerit.....	33
	4.7 Pesunesteiden ja Järjestelmien huolto	35
5	PUHTAUDEN SEURANTA ABB: LLÄ	37
	5.1 Leikkuunesteen seuranta	37
	5.2 Leikkuunesteen pitoisuuksien kirjaaminen	38
	5.3 Ulkoiset mittaukset	38
6	PUHTAUDEN SEURANTA TOIMITTAJILLA/ALIHANKKIJOILLA	40
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	44
	LÄHTEET	45

KUVA- TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Leikkuunesteryhmät.....	12
Kuva 2. Öljyä, vettä ja emulgointiainetta sisältävän nesteen periaate.	12
Kuva 3. Optinen refraktometri.	15
Kuva 4. Digitaalinen refraktometri.	15
Kuva 5. Vuotoöljyä leikkuunesteessä.	17
Kuva 6. Bakteeri- ja sienipitoisuuksien mittaaminen kontaktiliuskoilla.	18
Kuva 7. Erityyppisten lastuamislaitteiden plusset ja miinukset.	20
Kuva 8. Yleisimmät materiaalityypit.	21
Kuva 9. Pesunesteryhmät.	27
Kuva 10. Pesukone liuotinpohjaisen pesunesteen jäljiltä.	28
Kuva 11. Pesukone vesipohjaisen pesunesteen jäljiltä.	30
Kuva 12. Pesuprosessi vaikuttavat osa-alueet.	32
Kuva 13. Lastuja pesukoneessa.	36
Taulukko 1. Kysely leikkuunesteistä.....	40
Taulukko 2. Kysely pesunesteistä.....	41
Taulukko 3. Kysely mittauksista.	41

LIITELUETTELO

LIITE 1. ABB ohje

LIITE 2. Toimittajat ohje

1 JOHDANTO

Sain opinnäytetyön aiheeksi luoda ohjeistuksen koneistettujen kappaleiden puhtauteen ABB IEC LV Motorsin Vaasan tehtaalle. Olen työskennellyt tehtaalla kesäisin runkokoneistuspuolella, johon myös opinnäytetyö tehtiin.

Työn tavoitteena oli luoda ohjeistus ja vaatimukset koneistettavien kappaleiden puhtauden määrittämiselle. Eli miten pystytään todentamaan, että kappale on puhdas. ABB:llä koneistettujen kappaleiden puhdistus on hyvällä tasolla mutta itse puhdistusprosessista ei ole kirjallista dokumenttia olemassa. Myöskään leikkuu- ja pesunesteteiden seurannasta, mittauksista, vaihtoväleistä, puhdistuksesta ja pitoisuuksista ei ole olemassa kirjallista dokumenttia.

Tavoitteena oli myös selvittää alihankkijoiden sekä toimittajien pesumenetelmiä, jotta saadaan kuva, miten heillä kappaleiden puhdistus suoritetaan. Saatuja tietoja ja menetelmiä voidaan verrata ABB:n omiin pesumenetelmiin ja mahdollisesti puolin ja toisin parantaa kappaleiden puhtautta tulevaisuudessa.

Tulevaisuudessa luotua ohjetta kappaleiden puhtaudesta olisi mahdollista hyväksikäyttää alihankkijoiden sekä toimittajien kanssa.

2 YRITYSESITTELY

ABB yhtymä sai alkunsa vuonna 1988 kun ruotsalainen Asea ja sveitsiläinen Brown Bover yhdistivät liiketoimintansa. ABB on nykypäivänä sveitsiläinen teollisuuskonserni, jonka pääkonttori sijaistaa Sveitsissä Zürichissä. Toiminta ABB:llä keskittyy automaatiotekniikan ja sähkövoimatekniikan aloille. Suomessa ABB Oy on jatkanut edeltäjänsä Strömbergin jalanjäljissä vuodesta 1889. ABB Oy on ABB teollisuuskonsernin tytäryhtiö. (ABB 2023 b).

Nykypäivänä ABB:llä on toimintaa ympäri maailman. Suomessa ABB Oy:llä on toimintaa noin 20 paikkakunnalla ja tehdaskeskittymät sijaitsevat Helsingissä, Vaasassa, Porvoossa ja Haminassa. ABB Oy:n liikevaihto suomessa oli vuonna 2021 noin 2 miljardia euroa ja se työllisti suomessa noin 5 000 henkilöä. (ABB 2023 a).

ABB:n Vaasan tehdaskeskittymän päätuotteet ovat sähkömoottorit, pienjännite tuotteet ja -järjestelmät, sähkönsiirto ja jakelujärjestelmät, voimantuotannon järjestelmät, prosessiteollisuuden kokonaisprojektointi ja Electrification Service. (ABB 2023 a).

3 LEIKKUUNESTEET

3.1 Päätehtävät

Oikea leikkuuneste on yhtä tärkeä kuin oikea työkalu koneistusprosessissa. Oikea leikkuuneste voi vähentää suunnittelemattomia käyttökatkoja sekä pidentää työkalujen käyttöikää kuin myös itse leikkuunesteenkin käyttöikää. Oikealla leikkuunesteellä, sen hyvällä seurannalla ja asiaan kuuluvalla käsittelyllä voi pitää tuotannon käynnissä tasaisesti ja koneistettujen kappaleiden laadun korkeana. (Fuchs 2023 a).

Leikkuunesteitä eli lastuamisnesteitä käytetään pääasiassa koneistettavien kappaleiden ja työkalujen jäähdytykseen ja voiteluun. On kuitenkin tärkeää varmistaa myös metallilastujen/hiukkasten ja lian poistaminen. Lisäksi oikealla leikkuunesteen käytöllä saadaan pidettyä työkalut ja työstökoneet puhtaina ja tahmattomina. (Fuchs 2023 a).

3.2 Ominaisuudet

Työstökoneissa lastuamisnesteeltä vaaditaan tietynlaisia ominaisuuksia, jotta saavutetaan paras mahdollinen lopputulos niin koneistettavan kappaleen kuin työstökoneenkin kannalta. Tehokas jäähdytys ja voitelu auttavat työkaluja ja koneistettavaa kappaletta kuumenemasta liikaa koneistuksen aikana. Tällä saavutetaan myös koneistettavaan kappaleeseen parempaa pinnanlaatua kuin ilman leikkuunestettä suoritettulla koneistuksella. Myös työkalut kestävät pidempään ja niiden käyttöajat pysyvät pidempinä. Tehokas lastunkuljetus auttaa työstökoneita ja työkaluja pysymään puhtaina koneistuksen ajan. Tämä vähentää työkalurikkoja ja näin ollen myös vähentää hylättyjä kappaleita. (Fuchs 2023 a).

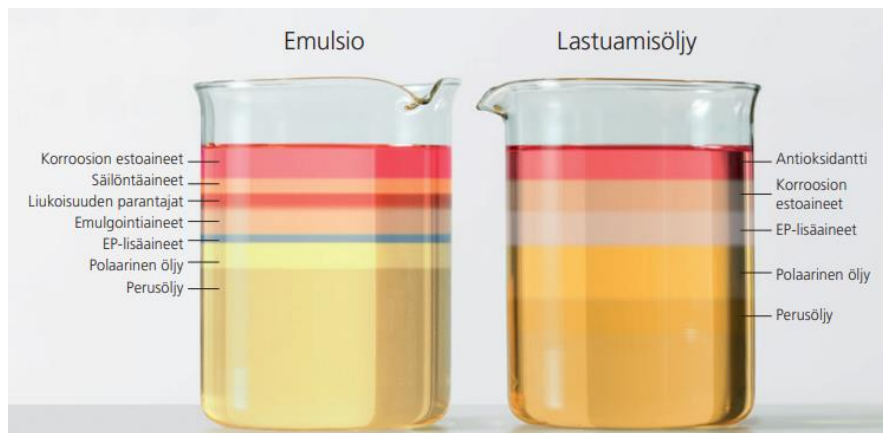
Jos koneistetuille kappaleille ei suoriteta koneistuksen jälkeen erillistä pesua silloin olisi hyvä ottaa huomioon, että leikkuunesteessä olisi hyvä korroosionsuojaus.

Tällä saadaan pienennettyä riskiä, että kappaleet eivät ruostuisi matkalla asiakkaalle tai odottaessa seuraavaa vaihdetta tuotannossa. Vähäinen vaahtoavuus kannattaa myös ottaa huomioon ominaisuuksia tarkastellessa. Kun leikkuuneste vaahtoa koneistuksen aikana mahdollisimman vähän, on silloin helpompi nähdä koneistuskeskuksen sisälle esimerkiksi, jos tarvitsee koeajaa uutta ohjelmaa tai tarkistaa esimerkiksi koneistettavan kappaleen mittoja. Silloin vaahto on ei toivottu vieras. Se haittaa näkyvyyttä ja sotkee työvaatteet.

Kun saadaan edellisiä ominaisuuksia ja koneistettavaa kappaletta huomioon ottaen valittua oikea leikkuuneste, saavutetaan sillä paljon hyviä asioita. Se mahdollistaa esimerkiksi suuremman lastuamisnopeuden mikä pienentää koneaikaa ja näin kappaleet tulevat valmiiksi nopeammin. Kappaleiden viimeistely paranee, joka tarkoittaa parempaa pinnanlaatua ja mittatarkkuuden parantumista. Tämä edesauttaa vähentämään hylättyjen kappaleiden määrää. Oikean leikkuunesteen valinta myös pidentää työkalujen ja teräpalojen käyttöikää. Työkalut ja teräpalat eivät kulu niin nopeasti, joten niitä voidaan käyttää pidempään ja niitä ei kulu niin paljon esimerkiksi vuoden aikana, joka myös näin ollen säästää rahaa.

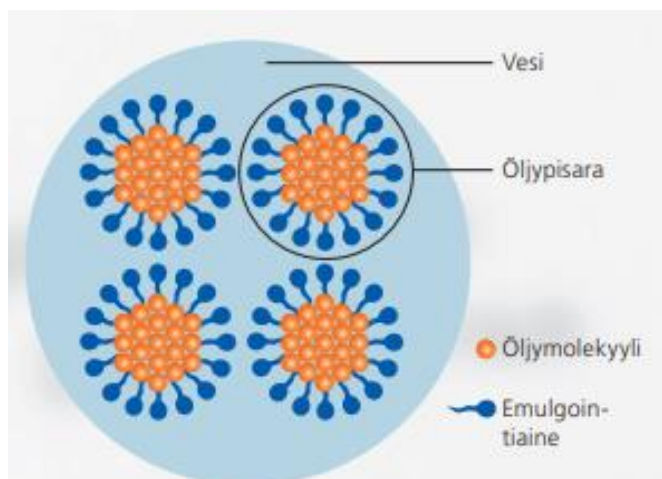
3.3 Koostumus

Leikkuunesteet voidaan jakaa kahteen ryhmään, vesisekoitteisiin leikkuunesteisiin (emulsiot, puolisynteettiset nesteet ja synteettiset nesteet) ja öljyihin (**Kuva 1.**). Yleisempinä näistä ovat nykyään vesisekoitteiset leikkuunesteet ja tarkemmin emulsiot. (Fuchs 2023 a).



Kuva 1. Leikkuunesteryhmät.

Emulsio sisältää öljyn ja veden seoksen, jota kutsutaan leikkuunesteeksi. Emulsio tehdään sekoittamalla konsentraattia veteen ei koskaan päinvastoin (**Kuva 2.**). Näin emulsion syntyminen onnistuu. Jos tekee päinvastoin eli sekoitetaan vettä konsentraattiin voi emulsio muuttua käänteiseksi. Tällöin tuloksena on vesipisaroita öljyssä eikä öljypisaroita vedessä. Tällöin emulsio ei toimi oikealla tavalla. (Fuchs 2023 a).



Kuva 2. Öljyä, vettä ja emulgointiainetta sisältävän nesteen periaate.

Emulsio vaatii aina veden ja öljyn lisäksi emulgaattorin toimiakseen oikein. Emulgaattorit ovat pinta-aktiivisia aineita, jotka ylläpitävät emulsiota alentamalla pinta jännitystä kahden keskenään sekoittumattoman aineiden välillä. Emulgaattorin avulla ainesosat saadaan pysymään yhdessä erottumatta. (Fuchs 2023 a). Käytännön esimerkki löytyy esimerkiksi majoneesin valmistuksesta. Majoneesin valmistuksessa öljy ja vesi saadaan pysymään yhdessä kananmunan keltuaisen avulla.

Emulsion ulkonäkö vaihtelee tuotteen ja öljypisaroiden koon mukaan. Isot öljypisarat saavat aikaan kermamaisen värin, kun taas pienet öljypisarat saavat aikaan läpikuultavan emulsion. Emulgaattorin määrä tuotteessa muodostaa öljypisaran koon. Pieni määrä öljyä tuotteessa tuottaa pienen pisarakoon. Tällä tuotteella on alhainen voitelukyky mutta hyvä pesuteho. Suuri määrä öljyä tuotteessa taas saa aikaiseksi suuren pisarakoon. Tällä tavoin tuotteesta saadaan hyvä voitelukyky mutta pesuteho huononee. Kappaleen pinta jää öljyiseksi. (Fuchs 2023 a).

Lastuamisöljyt erottuvat emulsiosta siten että niitä ei sekoiteta veteen vaan ne käytetään sellaisenaan. Tämän tapaisia lastuamisöljyjä käytetään erityisesti työstöissä, joissa tarvitaan erityisesti hyvää voiteluominaisuutta. Esimerkkinä syvän reiän porauksessa ja kierteityksessä. Tämän tyyppisten leikkuunesteiden voiteluominaisuudet ovat paremmat kuin vesiliukoisilla nesteillä mutta jäähdytysominaisuuden ovat huonommat. (Fuchs 2023 a).

3.4 Seuranta

Leikkuunesteen seuranta on erittäin tärkeää, jotta leikkuuneste toimis optimaalisesti. Pitoisuuden on pysyttävä suositeltujen raja-arvojen välissä toimiakseen tehokkaasti. Jos leikkuunesteen pitoisuus nousee liian korkeaksi, on emulsio silloin tahmaisempi, iho-ongelmien riski kasvaa ja itse leikkuunestettä kuluu enemmän. Jos taas leikkuunesteen pitoisuus laskee alle raja-arvojen alkaa emulsioon kerään-

tymään bakteereja, sienikasvustoa sekä korroosiota. Leikkuunesteen voiteluominaisuudet huononevat ja itse leikkuunestejärjestelmän ja koneistuksessa käytettyjen työkalujen käyttöikä vähenee. Siksi edellä mainittujen asioiden takia leikkuunesteen pitoisuutta on tärkeä valvoa ja mitata säännöllisin väliajoin.

Helpoin tapa mitata leikkuunesteen pitoisuutta on käyttää refraktometriä (**Kuvat 3–4.**). Refraktometri on mittalaite, joka mittaa nesteiden tai kiinteiden aineiden pitoisuutta valon taittumisen avulla. Refraktometri mittaa nesteen kokonaisöljypitoisuutta, eli mittalaitteen antama arvo sisältää myös järjestelmään mahdollisesti päässeeseen vuoto öljyn. Tämä täytyy ottaa huomioon varsinkin silloin, jos mittaus tuloksen saaminen on hankalaa. Silloin on mahdollista, että leikkuunestejärjestelmään on päässyt vuotamaan muita öljyjä. Esimerkiksi hydraulikkaöljyä tai johdevoiteluöljyä koneistuskeskuksesta. (Fuchs 2023 a).



Kuva 3. Optinen refraktometri.



Kuva 4. Digitaalinen refraktometri.

Refraktometrin puhtaalle mittausalustalle laitetaan tippa mitattavaa leikkuunestettä ja sen jälkeen mittalaitteesta voidaan katsoa leikkuunesteen pitoisuus prosentteina. Refraktometrin antama lukema täytyy kertoa vielä kertoimella, jota kutsutaan refraktometrikertoimeksi. Jokaisella vesiliukoisella leikkuunesteellä on oma refraktometrikerroin, joka löytyy pakkauksen etiketistä. Refraktometri kannattaa kalibroida ennen mittausta samalla vedellä, jolla leikkuuneste on ohennettu. Näin saavutetaan tarkemmat mittaustulokset. (Fuchs 2023 a).

Toinen tapa mitata leikkuunesteen pitoisuuksia on käyttää titrausta. Kun refraktometrillä mitataan kokonaisöljypitoisuutta, titrauksessa mitataan leikkuunesteen eri komponentteja. Titrauksessa tarvitaan enemmän mittausvälineitä kuin refraktometrillä mitattaessa. Tarvitaan byretti, erlenmeypullo, mietoa suolahappoliuosta ja indikaattoriksi metyylioranssia. Titrauksessa pitoisuus saadaan, kun titrauksessa kuluneen suolahapon tilavuus kerrotaan kyseistä lastuamisnestettä koskevalla kertoimella (refraktometrikerroin). (Fuchs 2023 a).

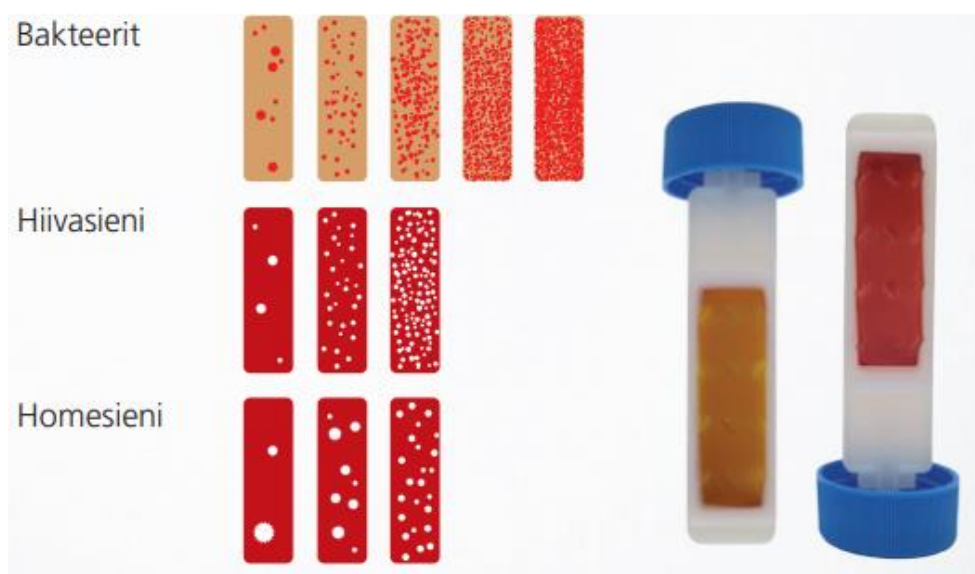
Jos leikkuunesteelle suoritetaan mittaukset sekä refraktometrillä ja tislamalla voidaan laskea vuotoöljypitoisuus. Vuotoöljyn pitoisuus mitataan seuraavasti. Refraktometrin pitoisuus – titrauksen pitoisuus = vuotoöljypitoisuus. Paras tapa toimia on vuotoöljyn kanssa paikantaa mahdolliset vuotokohdat ja korjata ne sekä poistaa vuotoöljy (**Kuva 5.**) leikkuunesteen seasta esimerkiksi kuorimauhalla tai öljynerottimella. (Fuchs 2023 a).



Kuva 5. Vuotoöljyä leikkuunesteessä.

Leikkuunesteiden seurannassa on myös tärkeää mitata nesteen pH-arvoa. Jos pH-arvo pääsee laskemaan liian alhaiseksi, on leikkuunesteen pitoisuus liian alhainen eikä neste silloin toimi optimaalisella tavalla. Alhainen pH-arvo tarkoittaa myös parempaa kasvualustaa leikkuunesteessä esiintyville bakteereille, joka taas edesauttaa korroosio ongelmien edistymistä leikkuunesteessä. Useimmissa leikkuunesteissä pH-arvon alarajaksi on määriteltä 9.0. Useimmissa leikkuunesteissä pH-arvo on jo valmiiksi 9–9.6 joka on myös ihanne raja-arvo nesteelle, jonka välissä leikkuunesteen pH-arvon tulisi olla. pH-arvoa voidaan mitata pH-mittareilla tai pH-liuskoilla, jotka ilmoittavat mitattavan nesteen pH-arvon. (Fuchs 2023 a).

Seurantamittauksien lisäksi leikkuunesteelle kannattaa tasaisin väliajoin tehdä bakteeripitoisuusmittauksia. Bakteerit eivät ole toivottu vieras leikkuunesteessä koska ne hajottavat leikkuunesteen komponentteja. Tällöin pH-arvo laskee ja sen seurauksena alkaa esiintyä korroosio-ongelmia sekä pahaa hajua. Onneksi bakteeripitoisuuden mittaaminen on yksinkertainen toimenpide. Helpoin tapa tähän on käyttää kontaktiliuskoja. Mitä enemmän kontaktiliuskoilla näkyy pisteitä, sen enemmän leikkuunesteessä on bakteerikantaa (**Kuva 6.**). Tällä tavalla mittauksen saaminen voi kestää kaksi päivää ennen kuin liuskalla näkyy pisteitä. Jos halutaan ottaa, tarkemmat mittaukset täytyy silloin suorittaa mittauksia laboratoriossa edistyneimmillä laitteilla. (Fuchs 2023 a).



Kuva 6. Bakteeri- ja sienipitoisuuksien mittaus kontaktiliuskoilla.

Leikkuunesteiden seurannan ja mittauksien lisäksi olisi suositeltavaa pitää mitaustuloksista mittauspöytäkirjaa. Jokaisen mitattavan kohteen tulokset kirjataan ylös joka mittauskerralla. Näin pystytään seuraamaan pitoisuuksien muutoksia helposti pidemmältä aikaväliltä. Jos leikkuunesteen pitoisuutta on tarvetta säätää mitaustulosten perusteella, myös tämä tieto on hyvä lisätä mittauspöytäkirjaan.

Esimerkiksi jos leikkuuneste on päässyt liian laihalle ja joukkoon lisätään 10 litraa raakaa leikkuunestettä tulisi mittauspöytäkirjaan merkata mittaustuloksen perään, että millaisia korjaustoimenpiteitä nesteelle on tehty. Tässä tapauksessa kirjattaisiin ylös, että leikkuunesteen sekaan on lisätty 10 litraa raakaa leikkuunestettä. Näin pystytään ajan tasalla siitä mitä leikkuunesteelle on tehty ja pystytään samalla seuraamaan auttaako nesteen lisääminen nostamaan leikkuunesteen pitoisuutta. Mittauspöytäkirjaan on myös hyvä kirjata ylös leikkuunesteiden vaihdot ja puhdistukset. Kun nämäkin tiedot kirjataan, pystytään helposti seuraamaan leikkuunesteen käyttöikää ja mittaustulosten tulkinta pysyy ajan tasalla.

On myös tärkeää, että kaikille on selvää kuka mittauksista ja leikkuunesteiden pitoisuuksien vahvuuden säädöistä on vastuussa. Jos tähän tehtävään ei ole valittu omaa vastuuhenkilöä ja jokainen työntekijä tekee omia mittauksia ja lisäälee leikkuunestettä oman maun mukaan, on todella vaikea seurata leikkuunesteiden kuntoa. Kuvitellaan tilanne, jossa yhdellä koneistuskeskuksella on aamuvuorossa ja iltavuorossa eri työntekijät töissä. Kumpikin tekee omat mittaukset ja lisäävät leikkuunestettä koneeseen. Kukaan ei tiedä kuinka paljon raakaa leikkuunestettä on lisätty koneeseen. Sitten kun leikkuunesteen kanssa alkaa ilmetä ongelmia on mahdollisen vian selvittäminen hyvin vaikeaa, kun ei tiedetä mitä leikkuunesteelle on tehty ja milloin. Siksi on tärkeää, että yks henkilö vastaa mittauksista ja leikkuunesteen pitoisuuden ylläpidosta sekä mittaustulosten kirjaamisesta mittauspöytäkirjaan.

3.5 Oikean leikkuunesteen valinta

Leikkuunestettä valittaessa on hyvä ottaa huomioon tiettyjä asioita. Vaikka useimmat koneet toimivat mainiosti sekä vesisekoitteisilla leikkuunesteillä että las-tuamisöljyillä on myös koneita, joissa on parempi käyttää tietyn tyyppisiä tuotteita. On otettava huomioon myös se, että mitä koneella ollaan koneistamassa ja millaisia ominaisuuksia leikkuunesteeltä vaaditaan (**Kuva 7.**).

<p>Lastuamisöljy</p> <p>Vaatimukset:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Korkeat voiteluvaatimukset – Korkeat pinnan sileyttä koskevat vaatimukset – Vaikeasti työstettävät materiaalit – ”Huoltovapaa” <p>Esimerkkejä:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Kovametallien hionta – Syvän reiän poraus – Vaikeasti työstettävien materiaalien kierteitys – Hampaiden jyräily – Tankoautomaatit <p>Miinukset:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Huonompi jäähdytys – Tahmaisuus koneen sisällä ja ympärillä – Palovaara 	<p>Lastuamisemulsio – vesisekoitteinen lastuamisneste</p> <p>Vaatimukset:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Korkeat jäähdytysvaatimukset – Suuret lastuamisnopeudet – Mahdollistaa useimpien materiaalien työstön <p>Esimerkkejä:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Sorvaus – Jyräily – Poraus – Hionta <p>Miinukset:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Edellyttää huoltoa/huoltoa – Nesteiden vaihdot – Suurempi allergioiden ym. haittavaikutusten riski
---	--

Kuva 7. Erityyppisten lastuamisnesteiden plussat ja miinukset.

Toisia materiaaleja on helpompi työstää kuin toisia (**Kuva 8.**). Esimerkiksi valurauta ja kupariseokset ovat työstettävyydeltään helpommasta päästä, kun taas titaani ja ruostumaton teräs vaikeammasta päästä. Huomiona kannattaa ottaa valuraudan ja kupariseoksien kanssa, että vaikka kyseisiä materiaaleja onkin helpompi työstää, irtoaa niitä koneistettaessa pieniä metallihiukkasia lastujen lisäksi. Nämä hiukaset tarttuvat helposti koneen nurkkiin ja kulmiin likaannuttaen koneistuskeskukseen. Näitä materiaaleja koneistettaessa leikkuunesteen puhdistavat ominaisuudet korostuvat. (Fuchs 2023 a).



Kuva 8. Yleisimmät materiaalityypit.

Myös työstötapa täytyy ottaa huomioon, kun valitaan käytettävää leikkuunestettä. Hitaalla työstönopeudella tarvitaan enemmän voiteluominaisuuksia. Silloin lastuamisöljy on parempi vaihtoehto. Nopealla työstönopeudella tarvitaan taas enemmän leikkuunesteen jäähdytysominaisuuksia. Silloin lastuamisemulsio on parempi vaihtoehto. On myös mietittävä mitä koneistettavalla kappaleelle tehdään. Koneistetaanko esimerkiksi paljon syviä reikiä vai halutaanko työstää samoilla leikkuunesteillä monia eri materiaaleja. Nämäkin seikat vaikuttavat leikkuunesteen valintaan. Myös työympäristö, koneistuksessa käytettävät tilat, koneistajan terveys ja ympäristö kannattaa ottaa huomioon, kun valitaan leikkuunestettä. (Fuchs 2023 a).

3.6 Leikkuunesteiden ja järjestelmien huolto

Jotta leikkuunesteestä saadaan paras hyöty irti koneistuksessa, tulisi sitä huoltaa. Paras tapa ennalta ehkäistä leikkuunesteen huoltotoimenpiteitä on pitää leikkuuneste mahdollisimman puhtaana ja varoa ettei leikkuunesteen joukkoon joudu vierasesineitä ja likaa. Koneistuskeskus on myös hyvä pitää puhtaana lastuista ja

metallihiukkasista. Esimerkiksi jokaisen vuoron päätteeksi koneistuskeskus kannattaa pestä puhtaaksi lastuista.

Vaikka koneistuskeskuksissa on käytössä lastuille erikseen tarkoitettuja lastunkuljettimia lastujen kuljettamiseksi pois koneen sisältä silti osa liasta, lastuista ja metallihiukkasista kulkeutuu leikkuunesteen mukana takaisin leikkuunestesäiliöön. Leikkuunesteelle olisi siis hyvä olla jonkin sortin puhdistusmenetelmä ennen kuin se menee takaisin koneistuskeskukseen. Tässä voidaan käyttää erilaisia suodatin-kankaita tai magneetteja.

Joskus leikkuunesteen pH-arvo saattaa päästä putoamaan liian alhaiseksi, jolloin seurauksena voi olla bakteereja ja sienikasvustoa leikkuunesteen seassa. Bakteerien ongelmana on, että ne hajottavat leikkuunesteen komponentteja. Tällöin pH-arvo lähtee laskemaan ja seurauksina voi olla korroosio ongelmia sekä pahaa hajua. Bakteerit myös lisääntyvät nopeasti, jos pH-arvo pääsee liian matalaksi. Jos näin pääsee käymään, voidaan tilannetta kokeilla normalisoida tukituotteilla. Tukituotteita käytetään leikkuunesteiden suorituskyvyn säilyttämiseksi ja ongelmien välttämiseksi.

Ensimmäisenä tukituotteena on pH-säätöaineet eli pH-boosterit. Nämä nesteet palauttavat leikkuunesteiden alhaiset pH-arvot takaisin normaalille tasolle, jolloin muiden mahdollisten jälkihoitotuotteiden tarve vähenee. PH-boosterit myös pidentävät leikkuunesteiden elinkaarta. Lisää 0.5 litraa pH-boosteria 1 000 litraan järjestelmänvahvuuteen (0.05 %). Mittaa pH-arvo ja tarvittaessa lisää 0.5–1.0 litraa 1 000 litraan järjestelmänvahvuuteen. PH-boosteria voidaan myös käyttää, jos tuotanto täytyy keskeyttää pidemmäksi aikaa ja leikkuuneste jää säiliöön makamaan. Tällöin pH-arvoa voidaan nostaa 0.2 % korkeammalle kuin yleensä. Näin yritetään estää bakteerien kasvamisen seisovassa leikkuunesteessä. (Fuchs 2023 b).

Toisena tuotteena on biosidit. Mitä biosidit ovat? Ne ovat kemiallisia aineita, joita käytetään tuhoamaan haitallisia pieneliöitä. Leikkuunesteiden kanssa biosideja käytetään bakteeri- ja sienikasvuston torjuntaan. Jokapäiväisessä elämässä biosideja ovat esimerkiksi hyönteismyrkyt. Suomessa saa käyttää vain sellaisia biosideja, jotka täyttävät biosidiasetuksien vaatimukset. (Tukes).

Biosidien käyttö leikkuunesteen tukena on vain väliaikaista. Leikkuunesteessä täytyy ilmetä voimakasta bakteerikasvua, ennen kun biosideja otetaan käyttöön. Ja silloinkin vain pieninä määrinä.

Pääsääntöisesti biosideja ei käytetä leikkuunesteissä, jos ei ole pakko. Niiden käyttöä olisi vältettävä, jos se vain on mahdollista. Jos biosideja joudutaan käyttämään, on se vain väliaikaista.

Leikkuunesteitä ei pysty ikävä kyllä ikuisuuksia käyttämään, vaikka kuinka huolehtisi sen puhtaudesta ja kunnosta. Tällöin ei vielä kuitenkaan tarvitse ruveta vaihtamaan leikkuunestettä uuteen vaan jos on mahdollista kannattaa leikkuuneste separoida. Separoinnin tarkoitus on erottaa epäpuhtaudet leikkuunesteen joukosta esimerkiksi vuotoöljyt (hydrauliikka- ja johdevoiteluöljyt). Leikkuuneste imetään koneistuskeskuksen leikkuunestesäiliöstä säiliöön, jossa separointi suoritetaan. Säiliössä on tähän tarkoitukseen soveltuvat laitteet. Samalla kun separointia suoritetaan kannattaa koneistuskeskuksen leikkuunestesäiliö puhdistaa sinne mahdollisesti jääneistä lastuista ja muista likapartikkeleista. Kun separointi on valmis, leikkuuneste lasketaan takaisin leikkuunestesäiliöön. Leikkuunesteen määrä on hyvä tarkistaa ja tarvittaessa lisätä. Myös leikkuunesteen pitoisuus on hyvä mitata tässä kohtaa, jotta se on varmasti oikea separoinnin jäljiltä. Näin pystytään maksimoimaan leikkuunesteen käyttöikä.

Vaikka lastuamismestereitä kuinka huolletaan ja valvotaan niiden, käyttöikä päättyy aikanaan. Kaikella on rajansa. Tällöin täytyy vanha leikkuuneste hävittää uuden

tieltä. Leikkuuneste luokitellaan aina ongelmajätteeksi sen sisältämien ainesosien tai siinä käytön aikana tapahtuneiden muutosten tai lian takia. Itse ongelmajätteen määritelmä on jäte joka kemiallisen koostumuksen tai muun ominaisuuden takia voi aiheuttaa vaaraa terveydelle tai ympäristölle. Siksi leikkuunestejäte tulee hävittää oikein määräysten ja asetusten mukaisesti. Käytännössä tarkoittaa tämä nesteen toimittamista ongelmajätteen hävitystä tekevän yrityksen käsiteltäväksi. (Lastuamisnesteet).

4 PESUNESTEET

4.1 Päätehtävät

Pesunesteen tärkein tehtävä on irrottaa lika pestävistä kappaleista, jotta kappale on pesun jälkeen puhdas. Kappaleet saattavat lähteä asiakkaalle tai tuotannossa seuraavaan vaiheeseen ja niiden on silloin oltava puhtaita, jos tilanne sitä vaatii. Asiakkaalle ei voi lähettää likaista kappaletta, jos haluaa pitää asiakkaat tyytyväisinä. Eikä tuotannossa voi lähettää likaista ja rasvaista kappaletta esimerkiksi maalaamoon. Eihän maali silloin tartu kappaleeseen kunnolla, ja ajan myötä kappale pääsee ruostumaan maalin alta.

Nopeasti ajatellen pesuprosessi voi kuulostaa varsin yksikertaiselta asialta mutta sisältää paljon muutakin kuin vain itse pesemisen. Täytyy tietää, että millaisia kappaleita ollaan pesemässä millaisilla pesumenetelmillä, mitä materiaalia kappale on ja niin edelleen. Tärkeintä ei ole löytää nopeinta tai parasta pesuainetta tai pesuprosessia. Tärkeintä on löytää pesuneste ja pesuprosessi, joka on juuri tietylle ja halutulle kappaleelle sopiva.

4.2 Ominaisuudet

Kun mietitään millaisia ominaisuuksia pesunesteillä pitää olla teollisuudessa, tulee ensimmäisenä mieleen pesuteho ja sen tulos. Onhan se pesunesteen tärkein tehtävä saada pestävä kappale puhtaaksi irrottaen siitä lian ja rasvan.

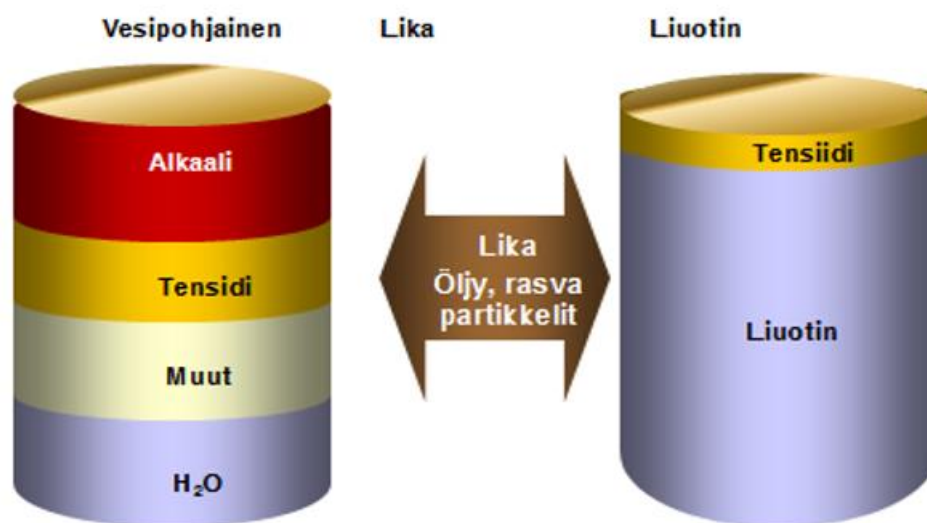
Yhtenä tärkeänä ominaisuutena pesunestellä on se, että se ei emulgoidu öljyn kanssa. vaikka kuinka yrittäisi välttää esimerkiksi koneistuksen jälkeen leikkuunesteen joutumista pesukoneeseen kappaleen kanssa niin sitä kuitenkin aina sinne menee jonkun verran. On tärkeää, että pesuaine pesee kappaleen puhtaaksi ilman että leikkuuneste ja sen sisältämät öljyt ja muut likapartikkelit eivät sekoitu pesunesteeseen. Kun pesuneste on pessyt kappaleen se samalla kuljettaa esimerkiksi

leikkuunesteen jäämät pesukoneen suodatusjärjestelmään jonne epäpuhtaudet jäävät. Näin pesuneste pysyy mahdollisimman puhtaana mikä ei olisi mahdollista, jos pesuneste emulgoituisi öljyjen kanssa. (Aquaclean).

On olemassa pesunesteitä, jotka on tarkoitettu vain tietynlaisille materiaaleille. Joillekin tämä pesuneste on riittävä, jos tiedetään että tuotetaan kappaleita vain tietystä materiaalista, joita tarvitsee pestä. Mutta on olemassa myös firmoja, jotka tekevät kappaleita useista eri materiaaleista. Silloin pesunesteeltä halutaan sellaisia ominaisuuksia, että samalla pesunesteellä voidaan pestä useita eri materiaaleja. Jos jokaiselle materiaalille pitäisi ostaa oma pesuneste vaatisi se silloin myös useita pesukoneita tai pesunesteen vaihtoa joka kerta kun pestään eri materiaalista valmistettua kappaletta. Kun pesunesteellä pystyy pesemään useita materiaaleja, säästetään silloin aikaa, kun ei tarvitse olla vaihtamassa pesunesteitä eri materiaalien mukaan, kun voidaan pestä kaikki kappaleet samassa pesukoneessa samoilla pesunesteillä.

4.3 Koostumus

Nykypäivänä teollisuudessa voidaan törmätä erilaisiin pesunesteisiin, kun miettään koneistettujen kappaleiden pesemistä. Merkkejä on monia mutta niitä yhdistää se, että pesuaineet ovat joko liuotinpohjaisia pesunesteitä tai vesipohjaisia pesunesteitä (**Kuva 9.**). Entisaikaan liuotinpohjaiset pesunesteet olivat yleisimpiä mutta nykyään yhä useampi ja useampi toimittaja teollisuudessa käyttää koneistettujen kappaleiden pesuprosessissa vesipohjaisia pesunesteitä. Liuotinpohjaista pesuainetta käytetään sellaisenaan kuin taas vesipohjaiset pesuaineet sekoitetaan veteen 3–5 % seoksena.



Kuva 9. Pesunesteryhmät.

Liuotinpohjaiset pesunesteet koostuvat aromaattisista liuottimista. Liottimella saadaan rasva poistettua mutta liuotin ei poista pinnassa olevia likapartikkeleita (**Kuva 10.**). Tässä tapauksessa liukeneva aine on tensidi.



Kuva 10. Pesukone liuotinpohjaisen pesunesteen jäljiltä.

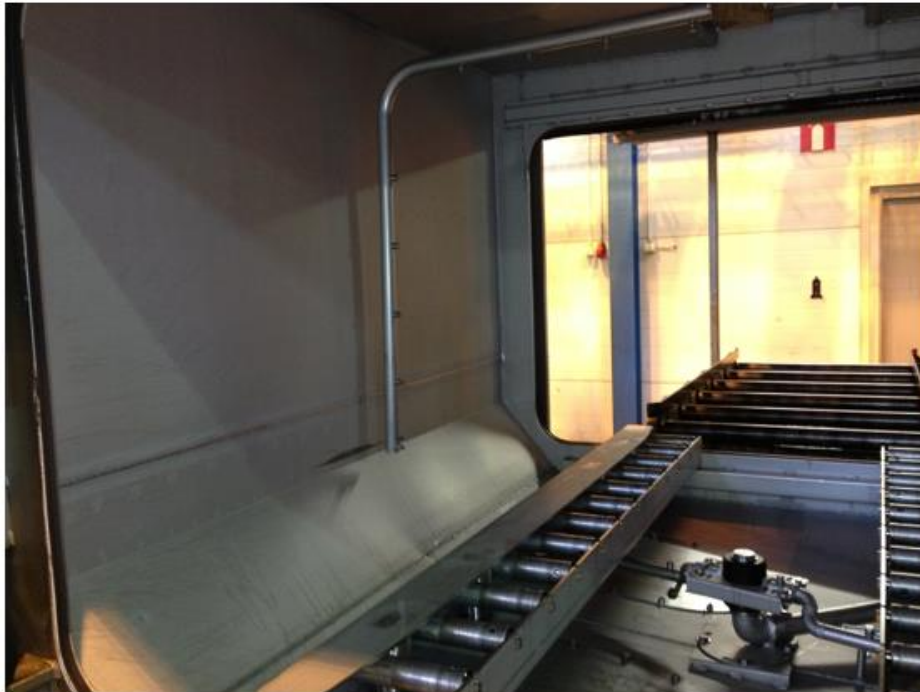
Vesipohjaiset pesuaineet koostuvat useammasta aineesta kuin liuotinpohjaiset pesuaineet. Vesipohjaisessa pesuaineessa on samalla tavalla tensidejä kuin liuotinpohjaisissa pesuaineissa. Lisäksi siitä löytyy alkalikomponentteja, vettä sekä erilaisia stabilisaattoreita. Alkali tarkoittaa emäksistä ainetta (pH-arvo 8–13). Vesiliukoiset pesuaineet voivat olla sekä emäksisiä että happamia.

Pesuaineen valinnan määrittää pestävä materiaali. Valtaosa pesuaineista on emäksisiä. Vesiliukoiset pesuaineet voivat sisältää lipeää ja silikaatteja. Tätä yhdistettä käytetään perinteisissä pesuaineissa, joissa lipeä antaa alkali teetin ja silikaattit antavat korroosiosuojan. On kuitenkin huomioitava, että silikaatti kuivuessaan

pestävän kappaleen pinnalle luo kovan läpipääsemättömän kalvon, joka esimerkiksi häiritsee kappaleen maalaamista pesun jälkeen.

Vesiliukoisiin pesuaineisiin kuuluu oleellisesti tensidit, joiden tehtävä pesuprosessi on irrottaa likaa pestävän kappaleen pinnalta ja kuljettaa lika pois. Vesipohjaisten pesuaineiden käyttölämpötila on laaja. Perinteisissä pesuaineissa alin käyttölämpötila on yleensä 50–60 astetta. Uudemmat 2000-luvun puolella kehitetyt pesuaineet toimivat jo alkaen 35 asteesta. Vaikka pesulämpötila on alhainen omaavat ne silti erittäin korkean pesutehon. Vaikka vesipohjaisten pesuaineiden pesulämpötila on aika alhainen (alkaen +35 astetta) omaa se silti erittäin korkean pesutehon **(Kuva 11.)**.

Uudet vesipohjaiset pesukemikaalit ovat myös biohajoavia mutta on huomioitava, että pesuprosessissa pesuaineeseen tuleva lika ei ole enää biohajoavaa ja se on käsiteltävä ympäristömääräysten mukaisesti.



Kuva 11. Pesukone vesipohjaisen pesunesteen jäljiltä.

4.4 Seuranta

Otetaan alkuun esimerkki jokapäiväisestä elämästä. Kuka voisi pestä astioita likaisessa pesuvedessä päivästä toiseen ja kuvitella saavuttavansa sillä puhtaan lopputuloksen? Ei varmasti kukaan. Pesunesteiden puhtaus vaikuttaa suoraan pestävän kappaleen ja komponentin puhtauteen. Likaisella pesunesteellä pestäessä ei voi päästä puhtaaseen lopputulokseen. Tärkeänä asiana voidaan siis todeta, että mitä puhtaampaa kappale laitetaan pesuun sen puhtaampaa, pesuneste pysyy ja pesee kappaleita kauemmin puhtaiksi. Ensimmäinen askel pesunesteen kunnon parantamiseen on pesunesteen suodattukseen huomion kiinnittäminen. Kun lika saadaan pestävästä kappaleesta irti, kulkeutuu se pesunesteen mukana eteenpäin ja lopulta toivottavasti jää suodattimeen. Oikealla suodatusvalinnalla pidennetään

pesunesteen käyttöikää merkittävästi ja saavutetaan tuntuvia säästöjä pesunesteen hankintahinnassa. Pesukoneiden suodattimissa on suuriakin eroja, joten välttämättä kaikkia isojakaan likapartikkeleita ei saada poistettua pesunesteestä. Joissakin pesukoneissa voi olla käytössä vain hyvin yksinkertaiset korisuodattimet metallisella koriverkolla. Niiden suodatintarkkuus ei ole kovin kummoinen sillä verkon silmäkoon mukaan pienimmät likapartikkelit menevät verkosta läpi. (Eurometalli).

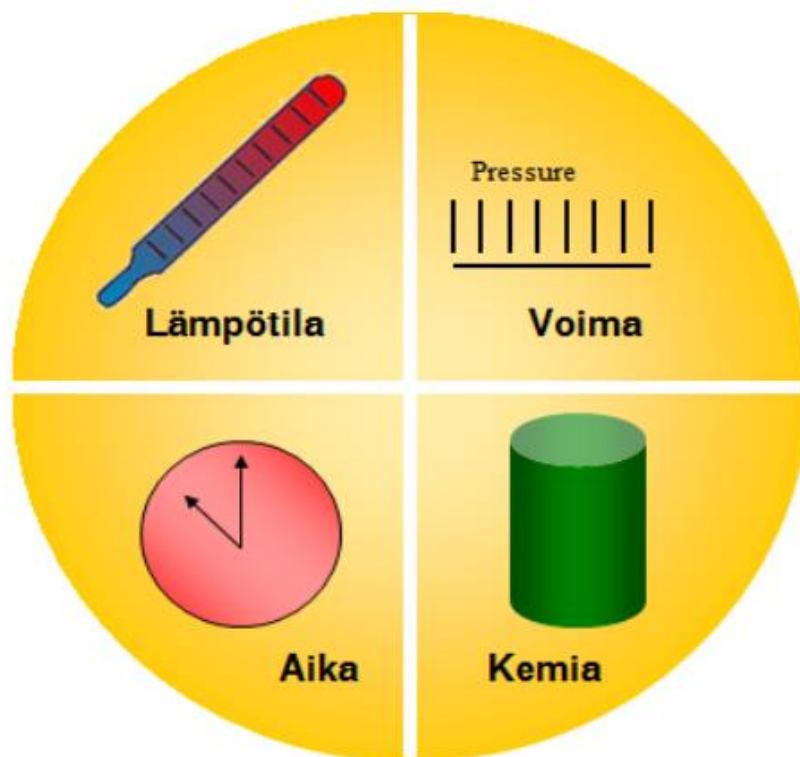
Kuten leikkuunesteelle myös pesunesteille voidaan tehdä mittauksia. Jotta pesuneste toimisi parhaalla mahdollisilla tavalla täytyy sen pH-alue olla oikea. Myös pesunesteen pitoisuus täytyy olla oikea, jotta pesuneste pesee kappaleen kunnolla. Jos pesunestettä on liikaa niin silloin on vaarana, että pesuneste alkaa vaahotoamaan. Pesunesteistä voidaan mitata myös sähkönjohtavuutta. Sähkönjohtavuuden avulla voidaan tutkia, että onko pesuneste tarpeeksi puhdasta vai onko se päässyt likaantumaan. Mitä suurempi sähkönjohtavuus nesteessä on tarkoittaa se silloin sitä, että nesteessä on enemmän likapartikkeleita, jotka johtavat sähköä. Esimerkiksi tislatussa vedessä sähkönjohtavuus on 0. Samalla kun tehdään mittauksia pesunesteelle, on hyvä tarkistaa pesunesteen lämpötila. Lämpötilan pitää olla oikea, että pesuteho pysyy hyvänä.

ABB:llä runkokoneistus osastolla käytettävälle pesunesteelle (DST-DEGREEZ 3P) on määritelty seuraavanlaisia raja-arvoja. PH-alue tulisi olla 9.85–10.90. Sähkönjohtavuus alkaen 3.8–8.0 ms/cm. Pesulämpötila 38–60 astetta. Pesunesteen pitoisuus pesuvaiheessa 3.5–5.0 % ja huuhteluvaiheessa 1,5–5,0 %. Kun nämä raja-arvot ovat kunnossa on pesutulos hyvällä tasolla.

4.5 Kappaleiden pesumenetelmät

Koneistettaville kappaleille on saatavilla monenlaisia pesumenetelmiä. Oikea löytäminen taas ei ole välttämättä helppoa koska pesumenetelmää valittaessa täytyy ottaa monta asiaa huomioon (**Kuva 12.**). Ensimmäisenä on lähdettävä liikkeelle

siitä, että mitä ollaan pesemässä. Pestävästä kappaleesta täytyy ottaa huomioon sen koko, muoto ja montako kappaletta ollaan kerralla pesemässä. Onko kappaleessa reikiä, koloja tai onkaloita? Täytyy tietää, että millaista materiaalia ollaan pesemässä. Miten kappaleet tulisi sijoitella, jotta ne puhdistuisivat kunnolla. Millaista likaa kappaleista on poistettava ja kuinka paljon? Täytyy myös tietää mitä kappaleille on tehty ennen pesua ja mitä kappaleille tullessaan tekemään pesun jälkeen. Kun nämä edellä mainitut asiat ovat tiedossa voidaan ruveta miettimään sopivaa pesumenetelmää.



Kuva 12. Pesuprosessin vaikuttavat osa-alueet.

Tärkeimpänä asiana kun lähdetään valitsemaan pesutapaa kappaleelle, on selvittää mitä kappaleelle tapahtuu pesun jälkeen. Esimerkiksi huoltotoimissa usein riit-

tää yksivaiheinen pesu, mutta esipesu saattaa tietyissä tilanteissa olla hyvä vaihtoehto. Varsinkin jos halutaan pienentää pesuprosessin likakuormitusta. Yksivaihepesussa kappale puhdistetaan liasta ja rasvasta.

Vastaavasti tuotannossa esimerkiksi ennen maalausta ja asennusta on tehtävä kaksivaiheinen pesu. Asennuksessa pinnan puhtaus on tärkeää, että kaikki osat tulevat varmasti kunnolla paikoilleen. Kappaleissa ei saa olla likaa, joka voi estää kappaleiden ja osien kunnollisen kiinnityksen. Maalauksessa tavoitteena on suolaton ja hapan pinta. Pinnalla ei myöskään saa olla rasvaa koska muuten maali ei tartu kunnolla kappaleeseen. Kaksivaiheinen pesu sisältää pesu- sekä huuhteluvaiheen. Näiden vaiheiden jälkeen kappale olisi hyvä vielä kuivata esimerkiksi paineilmalla tai kiertoilmakuivauksella riippuen siitä, minne kappale on menossa seuraavaksi.

Jos kappaleen seuraava vaihe pesun jälkeen on varastointi silloin kannattaa ottaa huomioon korroosiosuojaus. Valmiin puhtaan kappaleen ollessa varastoituna odottamassa seuraavaa vaihdetta ei haluta sen silloin ruostuvan. Myös jos valmistetaan esimerkiksi alihankintana jotakin tietyn koottavan kokonaisuuden osaa ei haluta, että kyseinen osa ruostuu matkalla asiakkaalle. Pesunesteen sekaan voidaan lisätä korroosionsuoja ainetta, joka jättää kappaleen pinnalle suojan korroosiota vastaan. Jos kappale on pidemmän aikaa kuljetuksessa, se voidaan myös pakata ilmatiiviiseen VCI-pussiin, joka olisi mahdollisimman tiivis estäen kappaleen kosketuksen ilman ja kosteuden kanssa estäen ruostumisen.

4.6 Pesunesteiden valintakriteerit

Pesunestettä valittaessa täytyy taas aluksi tehdä hieman taustatyötä. Mitä ollaan pesemässä ja millaisilla laitteilla? Kaikki pesuaineet eivät sovi kaikille materiaaleille ja likatyypeille. Pesunestettä valittaessa täytyy myös ottaa huomioon mitä kappaleelle tapahtuu pesun jälkeen.

Otetaan tutkintaan esimerkkitapaus. ABB:llä runkokoneistusosastolla koneistetaan valurautaisia moottorinrunkoja. Moottorinrungot pestään koneistuksen jälkeen pesukoneella kaksivaiheisella pesuohjelmalla (pesu- ja huuhteluvaihe). Pesuohjelman jälkeen rungot kuivataan ja siirretään seuraavaan paikkaan tuotannossa, varastoidaan tai lähetetään asiakkaalle. Tätä pesuprosessia, pestävää kappaletta sekä pesun jälkeistä toiminta silmällä pitäen on valittu pesuneste.

Käytettävä pesuneste on DST-CHEMICALS:in valmistama DST-DEGREEZ 3P-pesuaine. Pesuaine on valmistettu käytettäväksi nimenomaan valuraudalle mutta sillä voidaan pestä myös terästä. Pesuaine pesee ja puhdistaa pestävän kappaleen liasta ja rasvasta sekä muodostaa pestävän kappaleen pinnalle suojakerroksen korroosiota vastaan.

Pesunestettä valittaessa on otettu hyvin huomioon tärkeimmät valintakriteerit. Pesuaine soveltuu pestävän kappaleen materiaalille (valurauta). Koneistettavan kappaleen pinnalle jää koneistuksen jälkeen leikkuunestettä, joka jättää pinnan hieman rasvaiseksi sekä kappaleen pinnalla on muita likapartikkeleita kuten esimerkiksi lastuja koneistuksen jälkeen. Pesuaine on siis tälläkin osin hyvin valittu koska valittu pesuneste on tarkoitettu lian ja rasvan pesemiseen. Myös kappaleen seuraava työvaihe on otettu huomioon. Kun kappaleen pinnalla on korroosionsuoja pinnoite, voidaan kappale varastoida tai lähettää asiakkaalle ilman ruosteongelmia. Toki tämä ei ole lupaus siitä, että kappale ei ruostu mutta lopputulos on parempi kuin että korroosionsuojaa ei olisi ollenkaan.

Pesunesteissä korroosionsuoja aineena yleisimmin vaikuttava aine on amiini. Amiinit ovat yleisimmin vesiliukoisia. Amiinia sisältävää korroosionsuoja ainetta käytettäessä saadaan kappaleen pinnalle lyhyt suoja korroosiota vastaan. Korroosionsuojan pituuden kesto on muutamia kuukausia sisätiloissa kuivissa olosuhteissa. Toki suojan kesto on vaikuttaa ilman kosteusprosentti. Tälle pinnalle maali tarttuu. Metasilikaatti on toinen korroosionsuoja aineena vaikuttava aine. Tällä

saavutetaan hyvä korroosionsuoja mutta suojakerrosta on erittäin vaikea poistaa. Metasilikaatin muodostamalle korroosionsuoja pinnalle maali ei tartu.

4.7 Pesunesteiden ja Järjestelmien huolto

Jotta pesukoneiden sekä pesunesteiden käytöstä saataisiin paras hyöty irti, on niitä kumpiakin huollettava. Paras tapa huoltaa näitä kumpaakin on pyrkiä minimoimaan pesuprosessin likakuormitusta jo ennakoon. Lyhyesti sanottuna pesukoneella ja pesunesteellä tulisi pestä mahdollisimman puhtaita kappaleita. Siksi pesuprosessia edeltäviä vaiheita, joissa käytetään kemiallisia aineita, tulisi kehittää siihen suuntaan, että ne kuormittaisivat mahdollisimman vähän. Kun pesukoneet ja pesunesteen laatu ovat kunnossa, pesuprosessi toimii optimaalisella tasolla, joka nostaa pestävän tuotteen laatua ja pitää työympäristön puhtaana pesuprosessin osalta.

Pelkkä ennaltaehkäisy ei riitä huoltamaan pesuprosessia tarpeeksi, vaan sen eteen on tehtävä muutakin. Pesukonetta on huollettava tietyin tavoin viikoittain, jotta maksimoidaan sen käyttöikä ja tuottavuus. Pesukoneen osat tulisi pitää puhtaana ja ennen kaikkea kunnossa. Rikkinäisillä osilla ei voi saada parasta mahdollista tulosta aikaan. Viikoittaiseen asianmukaiseen huoltoon kuuluu ainakin seuraavat asiat. Silmämääräinen tarkastus, jossa voidaan huomata mahdolliset vuodot tai rikkinäiset osat. Liikkuvien osien puhdistus ja voitelu. Koneistettujen kappaleiden mukana pesukoneeseen saattaa tulla joitakin määriä lastuja, jotka voivat jumittua johonkin kriittiseen liikkuvaan osaan rikkoo jotakin (**Kuva 13.**). Pumput, putkistot ja tiivisteet olisi hyvä tarkistaa mahdollisten vuotojen varalta ja tarvittaessa suorittaa korjaustoimenpiteitä, jos tilanne sitä vaatii.



Kuva 13. Lastuja pesukoneessa.

Yksi tärkeimmistä tarkistettavista asioista on pesunesteen tarkistus. Silmämääräisellä tarkistuksella voidaan havaita pesunesteestä suurimmat likapartikkelit, jos niitä on. Pesunesteen määrän tarkistus, ettei pesuneste pääse loppumaan kesken pesun. Myös pesukoneen suodatusjärjestelmä tulisi puhdistaa kerran viikossa likapartikkeleista sekä pesukoneeseen päässeistä lastuista. Samalla kun suodatinjärjestelmää puhdistaa, voidaan arvioida likapartikkeleiden määrää mikä pääsee pesuprosessiin. Jos määrä pääsee kasvamaan suodattimen puhdistuksien välissä, olisi tarpeellista tehdä korjausliikkeitä pesuprosessia edeltäviin toimenpiteisiin.

5 PUHTAUDEN SEURANTA ABB: LLÄ

5.1 Leikkuunesteen seuranta

ABB:llä leikkuunesteiden puhtauden seuranta on tärkeässä osassa koneistusprosessia. Kun leikkuunesteiden puhtaus ja pitoisuus ovat kunnossa se auttaa osaltansa pidentämään työkalujen elinikää ja koneistettavien kappaleiden valmistamista.

ABB:n runkokoneistusosastolla leikkuunesteiden puhtautta ja pitoisuutta valvotaan viikoittain ja sen hoitaa siihen tehtävään valittu henkilö. Osastolta löytyy kuusi koneistuskeskusta, joissa jokaisessa on oma leikkuunestesäiliö. Jokaisesta koneesta mitataan viikoittain leikkuunesteen pitoisuustesti refraktometrillä.

Refraktometrin puhtaalle mittausalustalle laitetaan tippa mitattavaa leikkuunestettä ja sen jälkeen mittalaitteesta voidaan katsoa leikkuunesteen pitoisuus prosentteina. Refraktometrin antama lukema täytyy kertoa vielä kertoimella, jota kutsutaan refraktometrikertoimeksi. Jokaisella vesiliukoisella leikkuunesteellä on oma refraktometrikerroin, joka löytyy pakkauksen etiketistä. Refraktometri kannattaa kalibroida ennen mittausta samalla vedellä, jolla leikkuuneste on ohennettu tarkempien mittaustulosten saavuttamiseksi.

ABB:llä runkokoneistusosastolla käytetään leikkuunesteenä Ecocool grindstar vbf-merkkistä leikkuunestettä. Tälle leikkuunesteelle on annettu refraktometrikertoimeksi 1.6. Leikkuunesteiden pitoisuuden raja-arvoiksi on määritelty 7–9 %. Näin ollen, jos refraktometri antaa leikkuunesteen öljypitoisuudelle mittauksessa arvon 5 ja se kerrotaan leikkuunesteen valmistajan ilmoittamalla refraktometrikertoimella 1.6 saadaan tulokseksi 8.0, joka on määritettyjen raja-arvojen sisällä.

5.2 Leikkuunesteen pitoisuuksien kirjaaminen

Mittausten jälkeen tulokset kirjataan ylös. Mittauspöytäkirjassa on jokaiselle koneistuskeskukselle oma rivi mihin jokaisen koneen tulos laitetaan ylös. Tuloksille on tehty oma Excel-tiedosto, jonne tulokset kirjataan ja josta voidaan tarkastella edellisiä tuloksia. Jos pitoisuuden mittaustuloksissa huomataan pitoisuuden arvonnousua tai laskua niin silloin tehdään korjaus leikkuunesteen automaattiannostelijaan ja merkitään tehty muutos mittauspöytäkirjaan.

Leikkuunesteen automaattiannostelija on laite, joka sekoittaa koneistuskeskukselle menevän leikkuunesteen ja veden keskenään. Jokaiselle kuudelle koneistuskeskukselle on oma leikkuunesteen automaattiannostelija. Näin pystytään muokkaamaan jokaisen koneistuskeskuksen leikkuunesteen pitoisuutta erikseen mittaustulosten perusteella.

On tärkeää, että kaikki mittaukset sekä tehdyt muutokset kirjataan ylös mittauspöytäkirjaan. Esimerkiksi jos mittauksista vastuussa oleva henkilö on estynyt suorittamaan mittauksia ja jonkun muun on tehtävä, se näkee mittaaja mittauspöytäkirjasta mitä on aikaisemmin tehty ja millaisilta mittaustulokset on näyttäneet. Toinen esimerkki liittyy ongelmatapauksiin. Jos leikkuunesteessä alkaa ilmetä ongelmia, joita ei saada itse haltuun otetaan yhteyttä toimittajaan. Toimittajan on helppo katsoa mittauspöytäkirjasta mitä nesteelle on tehty ja suorittaa sen perusteella huoltotoimenpiteitä.

5.3 Ulkoiset mittaukset

Kaikkia mittauksia ABB:llä ei tehdä itse vaan osan käy tekemässä ulkopuolinen mittaaja. Tässä tapauksessa mittaukset käyvät tekemässä leikkuu- ja pesunestetoimittaja noin kolmen viikon välein. Mittaukset suoritetaan sekä leikkuu- että pesunesteille. Jokaisen koneistuskeskuksen leikkuunesteistä mitataan pH-arvo sekä leik-

kuunesteen pitoisuus. Pesukoneita runkokoneistusosastolla on viisi kappaletta. Jokaisesta pesukoneesta mitataan pesu- ja huuhtelupuolen pH-arvo, pitoisuus ja sähkönjohtavuus. Näistä kaikista mittauksista mittaaja luo mittauspöytäkirjan, joka lähetetään ABB:lle. Näin ABB:n mittauksia suorittava vastuhenkilö tietää mitä on mitattu ja millaisia säätötoimenpiteitä nesteille on tehty.

6 PUHTAUDEN SEURANTA TOIMITTAJILLA/ALIHANKKIJOILLA

ABB:llä on paljon toimittajia sekä alihankkijoita ympäri maailman. Halusimme saada ABB:n omien toimintatapojen lisäksi tietoa siitä, miten muut ovat hoitaneet leikkuunesteen ja pesuaineiden huoltoa ja mittauksia sekä miten he ovat perillä oman firman toimintatavoista. Tein listan kysymyksiä liittyen koneistuksessa käytettävien leikkuunesteiden (**Taulukko 1.**), pesunesteiden (**Taulukko 2.**) ja mittausten (**taulukko 3.**) seurantaan. Kysymykset lähetettiin 12 alihankkijalle ja toimittajalle, joista kolmelta saimme vastauksen. Vastaukset on laitettu taulukkomuotoon niiden analysointia ja vertailua varten. Vastauksia vertailtiin keskenään sekä vastauksia vertailtiin ABB:n omiin toimintatapoihin. Vaikka vastauksia tuli aika vähän voidaan niiden perusteella saada jonkin asteinen kuva siitä, miten alihankkijat ja toimittajat huolehtivat kappaleiden puhtaudesta sekä kuinka he ovat tietoisia siitä mitä tekevät.

Taulukko 1. Kysely leikkuunesteistä.

Tutkittu kohde	Toimittaja 1	Toimittaja 2	Toimittaja 3
Leikkuunesteen puhtauden seuranta	Silmämääräisesti ja pH-arvoilla	Puhtaus tarkistetaan kerran kuukaudessa suodattimien perusteella	pH-mittaus ja nesteen visuaalinen tarkistus
Leikkuunesteen suodatus	Osalla separointi, osalla koneista oma suodatus	Suodattimilla, kun liikainen se vaihdetaan	Joissakin koneissa suodattimet. Monet kappaleet koneistetaan ilman leikkuunestettä
Leikkuunesteen sekoitus ja varastointi	Varastointi sisätiloissa, tynnyreissä automaattiannostelijat	Varastointi tynnyreissä, laimennetaan emulsiosekoittimella	Varastointi ja sekoitus säiliössä. Sekoituspäivämäärä kirjataan muistiin.
Leikkuunesteen vaihtoväli	Viikoittain vahvuuden ja pH-arvon seuranta, vaihto jos ei viitearvoissa.	Vaihto ja puhdistus kerran vuodessa	2–3 kertaa vuodessa riippuen käytön määrästä. Ei pidetä kirjaa.
Käytettävä leikkuuneste.	Cimcool Industrial Products B.V. CIMVANTAGE 41FF	Cimcool Dubois Oak Cool 310	Tecbois MCF-2010

Valmistaja ja tuote			
----------------------------	--	--	--

Taulukko 2. Kysely pesunesteistä.

Tutkittu kohde	Toimittaja 1	Toimittaja 2	Toimittaja 3
Pesunesteiden puhtauden seuranta	Silmämääräinen seuranta ja ulkoinen mittaja	Säännöllinen silmämääräinen tarkastus	Silmämääräinen seuranta ja pH-arvon mitta.
Käytettävä pesumenetelmä	2.vaiheen pesu	Konepesu	Lastujen puhdistus paineilmalla. Pesukone ja lämmityslinja osien pesuun ja kuivaamiseen.
Pesunesteen pesuaika ja lämpötila	7min/55 astetta	3min/35 astetta	20min/40 astetta
Pesunesteiden vaihtoväli	Max 6kk vaihtoväli, nesteen pitoisuutta pidetään yllä	Joka toinen päivä, jos pestään paljon	Pesuaine 24 tunnin välein Huuhteluaine 24 tunnin välein (
Pesunesteen puhtaus ja ylläpito	Separointi koneessa ja magneetit säiliössä	Pesukoneessa suodattimet, jotka vaihdetaan pesunesteen vaihdon yhteydessä	Puhtaus varmistetaan vaihtamalla pesunesteet ajoissa
Pestyn kappaleen puhtauden toteaminen	Silmämääräinen	Ennen pesua kappaleet ovat kellertäviä, pesun jälkeen ovat puhtaampia	Silmämääräinen. Satunnaisesti UV-valo ja kangastesti
Käytettävä pesuneste. Valmistaja ja tuote	DST-CHEMICALS A/S DST-DEGREEZ/3P	DST-CHEMICALS DST-DEGREEZ 4	Pesuaine: Liquid Anti-Rust (SR-820AIB) Huuhteluaine: Vesi-pohjainen ruosteenestoaine (FPC-640A)

Taulukko 3. Kysely mittauksista.

Tutkittu kohde	Toimittaja 1	Toimittaja 2	Toimittaja 3
Millaisia mittauksia nesteille ja millä välineillä	PH-arvo ja pitoisuus. Liuskoilla ja refraktometrillä	Pitoisuus refraktometrillä ja pH-arvon tarkastus	pH-arvon mittaus liuskoilla

Mittaustulosten kirjaus/arkistointi	Kyllä	Kyllä. Kerran viikossa mittausta ja tiedot Excel taulukkoon	Ei
Vastuuhenkilö mittauksille/kirjaamiselle	Koneistaja leikkuunesteestä ja pesuneste kirjaaminen ulkoinen	Säännöllisille mittauksille on vastuuhenkilö nimetty	Tuotantopäällikkö on vastuussa käytettävistä nesteistä.
Kiellettyjen aineiden seuranta (REACH, RoHS, ym)	Käyttöturvallisuustiedotteista	Tuotetta tilattaessa tarkistetaan, että koostumus täyttää standardit	Se tarkistetaan
Nesteiden kiertäys/hävittäminen	Säilytys omissa astioissa, imuautolla tyhjennys	Kerran viikossa tyhjennämme säiliön öljykannuihin hävittämistä varten. Kaikki nesteet, mukaan lukien leikkua ja pesunesteet säilytetään omissa astioissa.	Kemikaalien toimitaja on vastuussa nesteiden hävittämisestä.
Korroosion keskon varmistaminen	Ei vastausta	Ruosteenesto varmistetaan kappaleiden laadukkailla pesu- ja kuivausprosesseilla. Osat pakataan erityisiin kosteudenpitäviin pusseihin ja säilytetään kuivassa, hyvin ilmastoidussa tilassa	Ennen pakkaamista osat puhdistetaan ja kuivataan. VCI-pusseja, kuivauspusseja ja inhibiittoreita käytetään estämään ruostumista.

Ensisilmäyksellä taulukkoa tutkiessa voi todeta, että kyselyyn vastanneilla yrityksillä on hyvä tieto siitä mitä tekevät seurataksaan ja huoltaakseen nesteitä. Kaikkiin kysymyksiin saatiin hyviä vastauksia eikä ympäröivästä vastauksia ollut juuri lainakaan. Joidenkin vastausten kohdalla joutui hieman pohtimaan, että oliko vastannut yritys ymmärtänyt kysymyksen oikein.

Leikkuunesteiden osalta vastaukset olivat aika lailla samassa linjassa. Kyselyyn vastanneet yritykset ovat hyvin perillä, miten huolehtivat leikkuunesteen puhtautesta. Parannettavaa kuitenkin vastauksien perusteella olisi. Kirjanpitoa ei kaikilla ollut mittaustuloksista. Sitä olisi hyvä pitää, jotta on tiedossa mitä leikkuunesteelle on tehty.

Pesunesteiden kanssa olikin enemmän hajontaa. Varsinkin pesuajoissa sekä pesun lämpötilassa. Tähän toki vaikuttaa kappaleet mitä pestään. pestyjen kappaleiden puhtauden toteamisessa vastaukset olivat mielestäni hyviä. Yksi vastanneista yrityksistä oli panostanut tähän enemmän kuin olin ajatellut. Muihinkin yrityksiin pitäisi saada enemmän työkaluja seurata pestyn kappaleen puhtautta. Mielestäni pelkkä silmämääräinen tarkastus pidemmällä aikavälillä ei ole riittävä. Olisi hyvä, jos vaikka kerran viikossa pystyttäisiin tarkemmin tutkimaan, onko kappale puhdas.

Vaikka kyselyyn vastanneet yritykset toimivat eri puolilla maapalloa erilaisissa olosuhteissa voidaan todeta, että kyselyn perusteella toimintatavat ovat aika lailla samanlaiset. Pieniä eroavaisuuksia toki löytyy mutta siihen vaikuttaa moni asia. Jokainen yrityksistä ei valmista samanlaisia osia ja materiaalitkin ovat erilaisia. Kaikki vastanneet ovat tietoisia ns. kielletyistä aineista ja tarkistavat sen nesteitä tilattaessa. Kaikilla on selvä toimintamalli käytettyjen nesteiden hävittämisestä. Toki vastauksista ei ilmene kuinka hävittäminen on ratkaistu. Kyseiset nesteet luokitellaan ongelmajätteeksi, joten ne tulisi hävittää oikein.

Vaikka vastauksista löytyy hyviä asioita, mielestäni myös parannettavaa on. Varsinkin mittausten suorittamisessa ja niiden arkistoinnissa. Vaikka mittauksia tehdään, lähtisin itse panostamaan niiden parantamiseen. Osa vastauksista liittyen nesteiden seurantaan on hieman vajaita. Toki tähän voi vaikuttaa, jos kysymys on ymmärretty väärin.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön päätavoitteena oli luoda ohjeistus pesu- sekä leikkuunesteiden valvontaan. Toisena päätavoitteena oli luoda toimittajaohjeistus kappaleiden puhtauteen. Ennen ohjeiden tekemisen aloittamista täytyi tehdä alkukartoitusta siitä, miten tilaajayritys sekä heidän alihankkijansa ja toimittajat tällä hetkellä huolehtivat nesteiden puhtaudesta sekä valmiiden kappaleiden puhtaudesta. Tilaajayrityksen tilanne saatiin kartoitettua haastatteluilla ja alihankkijoiden ja tilaajien tilanne kyselyllä sähköpostin välityksellä.

Tilaajayrityksen ohjeesta tuli mielestäni hyvä ja käytännöllinen. Ohjeen avulla kuka tahansa osaston työntekijöistä osaa tehdä viikoittaiset mittaukset ja arkistoida ne. Tätä ohjetta on myös tulevaisuudessa mahdollista päivittää mahdollisten muutosten takia. Ohjetta voidaan myös hyväksikäyttää toimittajien kanssa tulevaisuudessa.

Toimittaja- ja alihankkijaohjeesta piti tulla ohje mutta en itse kutsuisi sitä sellaiseksi. Koin että minun on vaikea lähteä luomaan ohjetta yritykselle, joka on toisella puolella maapalloa ja jonka toimintatavoista tiedän hyvin vähän. Tein siis dokumentin, jossa on neuvoja, kuinka nesteitä voisi seurata paremmin ja kuinka niitä voisi hoitaa. Näin olisi tulevaisuudessa mahdollista parantaa myös heidän puhtausseurantaansa ja pesuprosessia.

Opinnäytetyön aihe oli itselle erittäin mielenkiintoinen. Aikaisemman koulutuksen sekä työkokemukseni ansiosta minulla oli jo valmiiksi kokemusta aiheesta. En silti uskonut, että uutta tietoa tulisi niin paljon mitä sitä loppujen lopuksi tuli. Ongelmakohtissa sain hyvin apua tilaajayrityksen ohjaajalta sekä koko opinnäytetyöryhmältä. Myös ohjaaja koulun puolelta oli mielestäni hyvin mukana opinnäytetyön edetessä. Sitten vielä runkokoneistusosaston työntekijät. Heiltä sain hyviä näkökulmia sekä myös apua, kun sitä tarvitsin.

LÄHTEET

ABB 2023 a. ABB suomessa. Viitattu 20.4.2023. <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa>

ABB 2023 b. ABB historia suomalaiset juuret. Viitattu 20.4.2023. <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/historia/suomalaiset-juuret>

ABB. 2023 c. Runkokoneistuksen työntekijä. Haastattelu. 19.3.2023

Aquaclean. Pesuaineet. Viitattu 22.4.2023. <https://www.aquaclean.fi/tuotteet/pesuaineet>

Eurometalli. Pesukoneiden suodatus kuntoon. Viitattu 22.4.2023. <https://eurometalli.com/pesukoneiden-suodatus-kuntoon/>

Fuchs 2023 a. Fuchs, Lastuamismesteopas. Viitattu 20.4.2023. https://fuchs.azureedge.net/fileadmin/fi/Brochures_FI/Cutting-Fluids_FI.pdf

Fuchs 2023 b. Fuchs, Ecocool ph booster. Viitattu 20.4.2023. <https://www.fuchs.com/dk/en/product/product/135655-ecocool-ph-booster-1/>

Lastuamismesteet. Lastuamismesteiden hävittäminen ja työhygienia. Viitattu 20.4.2023. <https://www.lastuamismesteet.fi/fi/lastuamismesteiden-havittaminen-ja-tyohygienia/>

Leikkuu- ja pesunestetoimittaja. Haastattelu. 21.3.2023

Tukes, biosidit. Viitattu 20.4.2023. <https://tukes.fi/kemikaalit/biosidit>