



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

MÄRKÄLAKKAUKSEN KORVAAMINEN JAUHELAKKAUKSELLA

Abloy Oy

TEKIJÄ: Pekka Pekkonen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala		
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma		
Työn tekijä(t) Pekka Pekkonen		
Työn nimi Märkälakkauksen korvaaminen jauhelakkauksella		
Päiväys	6.5.2019	Sivumäärä/Liitteet
		32
Ohjaaja(t) Mika Mäkinen, Anssi Suhonen		
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Abloy Oy		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytteen aiheena oli korvata rakennushela- ja sylinterituotteiden märkälakkaus jauhelakkauksella. Ongelmana oli märkälakattu pinta, joka on altis mekaaniselle kulumiselle ja iskuille. Tuotteiden märkälakattu pinta alkaa ajan kuluessa irtoamaan ja tummumaan, joka on aiheuttanut reklamaatioita. Jauhelakkauksella saavutettaisiin paremmin kulutusta kestävä pinnoite, joka myös mahdollistaisi alhaisella käyttöasteella olevan märkälakkauslinjaston poistumisen Abloy:n tehtaalta.</p> <p>Opinnäytetyö oli kehittämistyö, joka koostuu teoriaosuudesta, pinnoitteen testeistä ja testituloksista. Teoriaosuus koostuu korroosion teoriasta, pinnoitteiden ja materiaalien vaikutuksesta korroosioon, maalaustekniikoista sekä märkä- ja jauhelakkausten eroista. Jauhelakkauksen tutkimuksissa käytettiin korroosio-, toiminallisuus- ja ulkonäkötestejä.</p> <p>Työssä tehtiin useita testieriä yhteistyössä alihankkija Maalaamo Lehkoinen Oy:n kanssa, joka suoritti testierien jauhelakkauksen. Testitulosten lopputulosten pohjalta todettiin jauhelakkauksen olevan alustavasti sopiva vaihtoehto Abloy:n rakennushela- ja sylinterituotteille.</p>		
Avainsanat Korroosio, pintakäsittely, märkälakkaus, jauhelakkaus		

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Pekka Pekkonen			
Title of Thesis Replacing wet varnish with powder varnish			
Date	6.5.2019	Pages/Appendices	32
Supervisor(s) Mika Mäkinen, Anssi Suhonen			
Client Organisation /Partners Abloy Oy			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to replace wet painted varnish for ABLOY door handles and cylinder products with powder varnish. The problem was the wet painted varnish that is prone to mechanical wear. Wet painted varnish wears off over time, and it has caused reclamations. Powder varnish offers better protection to mechanical wear and allows ABLOY to disable its own wet painting line.</p> <p>The thesis consists of corrosion theory, how coating and materials effect corrosion and test results of using powder varnish in Abloy's products. Corrosion, functionality and appearance tests were used to test the coating.</p> <p>Powder varnishing for the test products was done in co-operation with Maalaamo Lehkoinen Oy. Based on test results, powder varnish is a suitable option to use in ABLOY door handles and cylinder products.</p>			
Keywords Corrosion, surface coating, wet varnish, powder varnish			

ESIPUHE

Kiitos työnantajalleni Abloy Oy:lle mahdollisuudesta tälle opinnäytetyölle ja ohjaajilleni Tuoteperhepäälikölle Petri Parviaiselle ja Tuotekehityspäälikölle Hannu Sivoselle erinomaisesta ohjauksesta tämän projektin aikana. Kiitos kuuluu myös erinomaisesta opettavasta ohjauksesta Lehtori Mika Mäkiselle. Tästä on hyvä jatkaa työelämän haasteissa.

6.5.2019

Pekka

SISÄLTÖ

ESIPUHE.....	4
KESKEISET KÄSITTEET JA MÄÄRITELMÄT	8
1 JOHDANTO	9
1.1 Työn tavoite	9
1.2 Työn tausta	9
1.3 Työn rakenne	9
2 YRITYKSEN ESITTELY	10
2.1 Abloy Oy	10
2.2 ASSA ABLOY.....	10
3 KORROOSIO	11
3.1 Metallien korroosio.....	11
3.2 Korroosioon vaikuttavat tekijät.....	12
3.2.1 Kosteus ja lämpötila	12
3.2.2 Ilman ja veden epäpuhtaudet	12
3.3 Korroosion esiintyminen	12
3.4 Korroosion estäminen.....	13
3.5 Korroosionestomenetelmät tuotteiden suunnittelussa	13
3.6 Korroosion seuraaminen ja testausmenetelmät	13
4 MAALI KORROOSIONKESTOMENETELMÄNÄ.....	14
4.1 Maalin koostumus	14
4.1.1 Sideaine	14
4.1.2 Täyteaineet ja pigmentit.....	14
4.2 Korroosionestomaalauksen suunnittelu	14
5 PINNOITTEEN LAADUNOHJAUS JA –VALVONTA.....	15
5.1 Maalauksen ulkonäön asettamat vaatimukset	15
5.2 Pinnoitteen laadunohjaus ja valvonta	15
5.3 Pinnoitteiden korroosiotestit	15
5.4 Suolasumutestaus.....	16

6	ESIKÄSITTELY ENNEN MAALAUSTA	17
6.1	Pesuympyrä.....	17
6.2	Pesumenetelmät	18
6.2.1	Ruiskutuspesu.....	18
6.2.2	Kastopesu.....	18
7	MAALAUSMENETELMÄT	19
7.1	Metallimaalauksen suunnittelu	19
7.2	Metallimaalauksen työvaiheet	19
8	RUISKUMAALAUUS	21
8.1	Teollinen ruiskumaalaus	21
8.2	Ruiskumaalauksen olosuhteet	21
8.3	Ruiskumaalausmenetelmiä	21
8.3.1	Hajotusilmaruiskutus	21
8.3.2	Suurpaineruiskutus.....	22
8.3.3	Automaattiset ruiskutuslaitteistot	22
8.4	Maalinkuivauslaitteet.....	22
9	JAUHEMAALAUUS	23
9.1	Jauhemaalauksen periaate	23
9.2	Jauhemaalit.....	23
9.3	Jauhemaalauslaitteet.....	23
9.3.1	Jauhesäiliö.....	23
9.3.2	Jauhemaalauspistooli.....	24
9.3.3	Jauhemaalauskaapit	24
10	JAUHEMAALAUUS VERRATTUNA MÄRKÄMAALAUKSEEN	25
10.1	Jauhemaalauksen edut.....	25
10.2	Jauhemaalauksen haitat	25
10.3	Maalipinnan kestävyys.....	25
11	TOTEUTUS.....	26
11.1	Jauhelakkaus.....	26
11.2	Korroosio-, toiminnallisuus- ja ulkonäkotestaus.....	26

12 TESTAAMINEN	27
12.1 Korroosiotestit painikkeille	27
12.2 Korroosiotestaus suojahela- ja vääntönupputuotteille	28
12.3 Toiminallisuuden testaaminen.....	29
12.4 Ulkonäön testaaminen.....	30
13 JOHTOPÄÄTÖKSET	31
14 POHDINTA.....	31
15 LÄHDELUETTELO.....	32

KESKEISET KÄSITTEET JA MÄÄRITELMÄT

ABLOY ACTIVE antimikrobinen pinnoite, joka tuhoaa 99 % haitallisista mikrobeista (Abloy Oy, 2019)

Avainpesä mahdollistaa ovien lukituksen

Hela avainpesän päälle tuleva metalliosa

Korroosio materiaalin fysikaaliskemiallinen reaktio ympäristön kanssa, joka aiheuttaa muutoksia metallin ominaisuuksiin (Suomen Korroosioyhdistys SKY, 2004)

Korroosiopari korkeamman potentiaalin omaavasta metallista muodostuu katodi ja matalamman potentiaalin metallista anodi, jonka välillä elektrolyytti kuljettaa virtaa aiheuttaen metallin syöpmistä (Suomen Korroosioyhdistys SKY, 2004)

Korroosioympäristö syövyttäviä aineita sisältävä ympäristö (SFS-EN ISO 8044, 2015)

Maali pinnoiteaine, joka muodostaa tuotteen pinnalle peittävän kalvon

Mekaaninen kuluminen materiaalin kuluminen pinnasta toiseen pintaan

Märkämaalaus maalausmenetelmä, jossa maali ruiskutetaan suoraan tuotteen pinnalle (Jokinen;ym., 2012)

Jauhemaalaus maalausmenetelmä, jossa jauhemaalia ruiskutetaan tuotteen pinnalle jauhepilveksi, joka siirtyy sen pintaan sähkövarauksen ansioista (Jokinen;ym., 2012)

Painike käytetään oven avaamiseen ja sulkemiseen, yleiskielessä "ovenkahva"

Rakennushelatuotteet oviympäristön tuotteet, kuten oven painikkeet ja vääntönupit

Suolasumutestaus testausmenetelmä, jonka avulla tarkistetaan pinnoitettujen tuotteiden korroosiokestävyyttä (Glamox Oy, 2019)

Sylinterituotteet oviympäristön lukitustuotteet, joissa keskeisenä elementtinä on avaimella avattava lukkosylinteri

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoite

Opinnäytetyöni tavoitteena on selvittää Abloy Oy:n rakennushela ja sylinterituotteiden märkälakkauksen korvaamista jauhelakkauksella. Ongelmana oli nykyisten tuotteiden märkälakattu pinta, joka on altis iskuille ja mekaaniselle kulumiselle. Siirtymällä jauhelakkaukseen saavutetaan paremmin kuluusta kestävä pinnoite, jolloin reklamaatiot vähenevät sekä tuotteet pysyvät kauemmin hyvänä. Jauhelakkaus mahdollistaa myös ABLOY ACTIVE pinnoitteen käyttämisen tuotteissa.

Tällä hetkellä rakennushela- ja sylinterituotteet pinnoitetaan Abloy Oy:n omalla märkälakkauslinjastolla. Työn tavoitteena oli myös hakea mahdollisuuksia poistaa alhaisella käyttöasteella oleva pinnoituslinja ja ulkoistaa tuotteiden pinnoitus alihankkijalle. Samalla myös saavutetaan tuotantosäästöjä, sekä yhteinen toimintatapa pinnoituksille.

1.2 Työn tausta

Jauhelakkausta oli jo aikaisemmin testattu pienessä mittakaavassa, jolloin projektin lähtökohdat ja tavoitteet olivat selkeästi esillä. Rakennushela- ja sylinterituotteiden märkälakkauksesta oli tullut reklamaatioita, jolloin uuden pinnoitustekniikan kehittäminen oli tarpeellista. Painikkeiden märkälakattu pinta on altis mekaaniselle kulutukselle, esimerkiksi sormusten raapaisusta. Näin märkälakattu pinta lähtee etenemään ajan kuluessa ja lakan alta paljastuva pinta alkaa tummumaan (Kuva 1).



Kuva 1. Kulunut märkälakattu painike (Pekkonen 2019-01)

1.3 Työn rakenne

Opinnäytetyössäni tutustutaan korroosion ja maalaustekniikoiden teoriaan, sekä kuinka korroosiolla on vaikutusta maalaustekniikan ja maalin valintaan. Työssä tutkitaan jauhelakkauksen korroosiotestejä, sekä lakan ulkonäköä ja toiminnallisuutta Abloyn rakennushela- ja sylinterituotteissa.

2 YRITYKSEN ESITTELY

2.1 Abloy Oy

Abloy Oy kehittää lukitusratkaisuja ja oviympäristön tuotteita moniin asiakkaiden ja yhteistyökumppaneiden tarpeisiin. Tuotteiden, valmistusmenetelmien ja palveluiden kehittämisen avulla ABLOY on saavuttanut vahvan brändin, johon luotetaan kotimaassa ja ulkomailla. ABLOY-lukko on noteerattu Suomen parhaaksi keksinnöksi, sekä ABLOY valittiin vuonna 2018 Suomen arvostetuimmaksi brändiksi. Abloy:n vahva ja tunnettu tavaramerkki tunnetaan lukitusammattilaisten ja turvallisuusorganisaatioiden keskuudessa ympäri maailmaa. Maailmanlaajuinen myynti- ja maahantuoja verkosto toimii yli 90 maassa. (Abloy Oy, 2019)

ABLOY avaimen ja haittasyliinterin idea pohjautuu Emil Henriksonin keksintöön vuodelta 1907, jonka toiminta perustui kassakaapissa pyöriviin haittalevyihin. ABLOY-lukkotuotteet mahdollistavat monipuolisen sarjoitettavuuden, joilla voidaan toteuttaa eri ovien lukinta käyttämällä yhtä avainta koko kiinteistössä. Emil Henriksonin keksinnön pohjalta ABLOY kehittää uusia lukitusratkaisuja, joissa kiinnitetään huomiota turvallisuuteen, helppokäyttöisyyteen sekä muunneltavuuteen. ABLOY-lukitus tuotteet on murtotestattu ja hyväksytty eurooppalaisten standardien ja Finanssiliiton keskusliiton mukaan. (Abloy Oy, 2019)

Abloy Oy:n toiminta keskittyy Joensuun tehtaalle, jossa valmistetaan lukitus tuotteita, rakennusheloja, oviautomaattien sekä ovensulkimia. Asiakkaita palvelee myös Suomessa 150 ABLOY-valtuutettua lukkoliikettä. (Abloy Oy, 2019)



Kuva 2. ABLOY Joensuun tehdas (Abloy Oy, 2019)

2.2 ASSA ABLOY

Abloy Oy on osa ASSA ABLOY – konsernia, joka on maailman johtava oviympäristöratkaisujen toimittaja, sekä markkinajohtaja muun muassa Euroopassa, Pohjois- ja Etelä-Amerikassa sekä Kiinassa. ASSA ABLOY perustettiin vuonna 1994, kun ruotsalainen lukkovalmistaja ASSA ja suomalainen ABLOY yhdistyivät. Siitä lähtien ASSA ABLOY on kasvanut kansainväliseksi konserniksi, jolla oli 47 500 työntekijää ympäri maailmaa vuonna 2017. ASSA ABLOY:n tuotteet sisältyvät kaikkiin oviympäristön ratkaisuihin, teollisuudesta myös asuinkäyttöön. (ASSA ABLOY, 2019)

3 KORROOSIO

Korroosioilla tarkoitetaan materiaalin syöpymistä, joka aiheuttaa muutoksia materiaalin ominaisuuksissa. Metalleissa reaktio on usein sähkökemiallinen, joka aiheuttaa syöpymistä ja ulkonäkömuutoksia. Luonnossa metallit esiintyvät pääasiassa mineraaleina, joista puhtaiden metallien valmistaminen vaatii paljon energiaa. Valmistuksen aikana metalliin sitoutunut energia pyrkii vapautumaan alkuperäiseen tilaan erilaisten korroosioilmiöiden avulla.

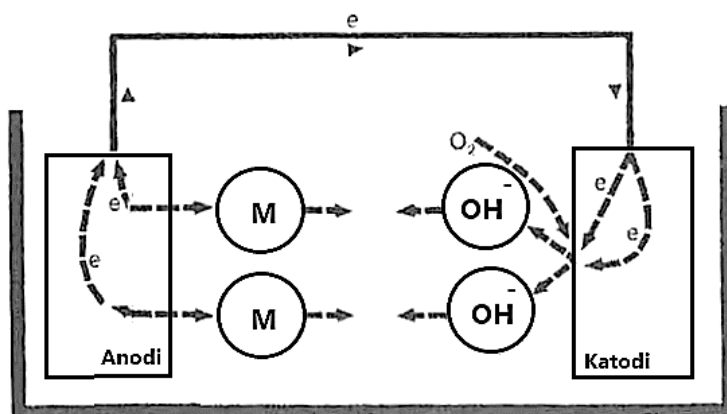
(Tikkurila Oy, 2009)

3.1 Metallien korroosio

Korroosio metalleissa perustuu galvaanisten paikallisparien, eli korroosioparien syntymiseen. Paikallisparit voivat johtua saman metallin rakenne- ja pintaeroista, sekä kahden erilaisen metallin liitoksista. Korroosioparin lisäksi tarvitaan sähköä johtava liuos toimimaan elektrolyytinä. Tavallisimmin elektrolyytinä toimii vesi ja suurin osa korroosioilmiöistä tapahtuvat vesiliuosten kanssa.

(Suomen Korroosioyhdistys SKY, 2004)

Korroosioparissa jalommasta metallista tai korkeamman potentiaalin omaavasta metallista muodostuu katodi ja matalamman potentiaalin omaavasta metallista anodi (Kuva 3). Metallin syöpyminen ilmenee anodissa painon häviämisenä. Syntyvä suljettu virtapiiri toimii, kunnes jokin korroosioparin edellytyksistä poistuu eikä korroosiota vastustavia ilmiöitä esiinny. Tyypillistä metallien sähkökemialliselle syöpymiselle on korroosioparin anodin ja katodin muodostuminen lähekkäin tai jopa useiden metrien päässä toisistaan. (Suomen Korroosioyhdistys SKY, 2004)



Kuva 3. Korroosiopari mukailten (Suomen Korroosioyhdistys SKY, 2004)

3.2 Korroosioon vaikuttavat tekijät

Korroosioon vaikuttaa usein ilmastolliset tekijät, kuten kosteus, lämpötila ja epäpuhtaudet. Ilmastollisen korroosion tapahtumiseksi pitää metallin pintaa peittää elektrolyyttikalvo, joka usein sisältää korroosiota kiihdyttäviä epäpuhtauksia. (Suomen Korroosioyhdistys SKY, 2004)

3.2.1 Kosteus ja lämpötila

Metallin pinta voi ilmaston vaikutuksesta kastua esimerkiksi sateen tai kondensaation vaikutuksesta. Useille metalleille on laskettavissa kriittinen suhteellisen kosteuden arvo, jonka ylittäessä metallin korroosio nopeutuu merkittävästi. Useammille metalleille kriittisen kosteuden arvon ylittäessä 60 %, metallin korroosio nopeutuu huomattavasti. Lämpötilan kohotessa myös korroosionopeus kasvaa. Lämpötilan ollessa veden jäätymispisteen alapuolella korroosio vähenee huomattavasti tai sitä ei ilmene yhtään. (Tikkurila Oy, 2009)

3.2.2 Ilman ja veden epäpuhtaudet

Ilman ja veden epäpuhtaudet kiihdyttävät metallin korroosiota. Yleisimmät metallin korroosiota kiihdyttävät epäpuhtaudet ovat kloridit ja rikkioksidi. Kloridien lähteitä ilmassa ovat esimerkiksi meriveden vaikutus tai talvella käytettävä maantiesuola. Kloridin vaikutuksesta pintojen suhteellinen kosteuden arvo vähenee, joka vaikuttaa korroosioon. Kloridi myös alentaa veden jäätymispistettä, joka lisää korroosiota matalissa lämpötiloissa. (Tikkurila Oy, 2009)

3.3 Korroosion esiintyminen

Metallien korroosioauriot voidaan jakaa ulkonäön tai vaikuttavien tekijöiden perusteella useisiin erilaisiin muotoihin. Yleisessä korroosiossa, ilmiö tapahtuu tasaisesti ja koko kappaleen pinnalla samalla nopeudella. Yleinen korroosio on suhteellisen harvinaista, jota ilmenee raudan ilmastollisessa korroosiossa. (Suomen Korroosioyhdistys SKY, 2004)

Pistekorroosiossa syöpyminen tapahtuu pienillä alueilla, aiheuttaen paikallisia kuoppamaisia syvänteitä metallin pinnalla. Pistekorroosio on yleistä alumiinissa ja ruostumattomassa teräksessä, joiden korroosiokestävyys perustuu pintaan suojaavaan passiivikerrokseen. Piilokorroosio ilmenee maalipinnan tai korroosiotuotteiden rajalla, usein likakerroksen alla. (Tikkurila Oy, 2009)

3.4 Korroosion estäminen

Korroosiota pyritään tehokkaasti rajoittamaan useilla erilaisilla korroosionestomenetelmillä. Korroosionestomenetelmät perustuvat kineettisten tai termodynaamisten tekijöiden hyväksikäyttöön. Poistamalla minkä tahansa edellytyksen korroosioparin toiminnalle, voidaan korroosiota teoriassa estää. Esimerkiksi katkaisemalla sähköä johtava yhteys anodin ja katodin välillä, tai rajoittamalla liuoksen kosketusta metalliin pintakäsittelyillä. Teräksen lujuusominaisuudet ja halpuus ovat nostaneet pintakäsittelytekniikoiden, kuten korroosionestomaalauksen tärkeimmäksi korroosionestomenetelmäksi.

(Suomen Korroosioyhdistys SKY, 2004)

3.5 Korroosionestomenetelmät tuotteiden suunnittelussa

Korroosion torjunta on huomioitava jo suunnitteluprosessissa tuotteiden luonnostelun alkuvaiheessa (Taulukko 1). Ennakoivalla korroosionkestosuunnittelulla varmistetaan tuotteen kestävyys, toiminnallisuus ja ulkonäkö useissa erilaisissa käyttökohteissa. Odottamattomat korroosioauriot aiheuttavat huomattavasti enemmän kustannuksia, esimerkiksi reklamaatioilla ja tuotteiden uusinnalla. Korroosionestossa on huomioitava myös valmistuksen, varastoinnin sekä kuljetuksen tuomat haasteet.

(Suomen Korroosioyhdistys SKY, 2004)

Taulukko 1. Korroosioitoimenpiteet tuotteen suunnitteluprosessissa mukaillen (Suomen Korroosioyhdistys SKY, 2004)



3.6 Korroosion seuraaminen ja testausmenetelmät

Korroosion seuraamisella ja mittausmenetelmillä varmistetaan tuotteiden korroosionesto, sekä kehitetään tutkimustoimintaa. Seuraamis- ja mittausmenetelmät mahdollistavat rakenneaineiden ja pintojen kehitystyötä, olosuhteiden seuranta ja ympäristön olosuhteiden muutosten vaikutusten mittaamista. Onnistuneella korroosionseurannalla ymmärretään korroosioympäristö ja sen vaikutukset tuotteeseen. Korroosion mittauksessa olevat laitteiden on oltava sopiva tuotteiden korroosioympäristöön, jolloin myös mittaukset ovat toistettavia ja tilastollisesti merkittäviä. (Suomen Korroosioyhdistys SKY, 2004)

4 MAALI KORROOSIONKESTOMENETELMÄNÄ

Erilaisilla pintakäsittelymenetelmillä, kuten korroosionkestomaalauksella pyritään suojaamaan metallipinta korroosiolta kohteelle halutulla ulkonäöllä. Maali- tai lakkakalvon korroosionkestosuojaus perustuu kalvon kykyyn estää katodi- ja anodireaktio. Kalvon hyvä tiiveys ja tarttuvuus estävät korroosioparin syntymisen. Maalikalvot voivat myös sisältää korroosiota estäviä pigmenttejä.

(Tikkurila Oy, 2009)

4.1 Maalin koostumus

Maalikalvo koostuu sideaineesta, pigmenteistä ja apuaineista. Jos kalvossa ei ole maalikalvon ulkonäköä muuttavia pigmenttejä, pinnoitetta kutsutaan lakkakalvoksi. Maalissa sideaine on nestemäisessä muodossa tai jauheena. Maalit jaetaan vesiohenteisiin, liuteohenteisiin sekä jauhemaaleihin.

(Suomen Korroosioyhdistys SKY, 2004)

4.1.1 Sideaine

Maalikalvon tärkein komponentti on sideaine, joka muodostaa alustaan tarttuvan kalvon. Sideaine määrää maalikalvon ominaisuudet, kuten tartunnan alustaan sekä sisäisen lujuuden ja kemialliset ominaisuudet. Maalin ominaisuudet myös määräytyvät sideaineen vaikutuksesta, kuten maalin tyyppi ja kuivuminen. Sideaineet lajitellaan niiden fysiikkallisten ja kemiallisten kuivumistapojen vaikutuksien mukaan. (Suomen Korroosioyhdistys SKY, 2004)

4.1.2 Täyteaineet ja pigmentit

Pigmentit ovat sideaineeseen liukenemattomia kiinteitä ja hienojakoisia jauheita, pigmentit sekoitetaan maalin sideaineeseen valmistusvaiheessa. Pigmentit jaetaan kolmeen päätyyppiin: väri-, korroosionesto- ja apupigmentteihin. Väripigmentit antavat maalikalvolle halutun värin ja tekevät maalikalvosta peittävän. Väripigmentit toimivat myös UV-säteilysuojana sideaineelle. Korroosionestopigmentit estävät tai hidastavat maalikalvon alustassa olevaa korroosiota. Korroosionestopigmenttinä toimii esimerkiksi sinkki- ja lyijypöly. Apupigmentit vaikuttavat maalikalvon kovuuteen ja tiiveyteen. Valitsemalla oikean kokoiset ja muotoiset apupigmenttien hiukkaskoot, saavutetaan korroosiota estävä kova ja tiivis maalipinta. (Suomen Korroosioyhdistys SKY, 2004)

4.2 Korroosionestomaalauksen suunnittelu

Hyvällä suunnittelulla varmistetaan taloudellisesti ja teknisesti toimiva pinnoite halutulle tuotteelle. Oikean maalin ja maalausjärjestelmän valinnan lisäksi pinnoitteen korroosiokesto on vaikuttava tekijä. Perusta toimivalle pintakäsittelylle luodaan tuotteen alkuvaiheessa. Materiaalin valinnassa on huomioitava korroosionkestävyys ja kuinka haluttu maali estää korroosiota. Suunnitteluprosessissa on myös huomioitava mahdolliset nestettä ja likaa keräävät taskut tuotteessa.

(Suomen Korroosioyhdistys SKY, 2004)

5 PINNOITTEEN LAADUNOHJAUS JA –VALVONTA

Pinnoitteiden laadunohjauksella pyritään optimoimaan oikea haluttu taso pinnoitteen ominaisuuksille. Laadunohjauksella pinnoitteelle saadaan pinnan käyttötarkoitusta ja kohdetta vastaavat ominaisuudet. Teollisuuden prosessien ja tarpeiden kehittyessä, myös pinnoitteet ja pinnoitusmenetelmät kehittyvät vastaamaan tulevaisuuden tarpeisiin. Pinnoitteen laadun epäonnistuessa, on etsittävä uusia menetelmiä ja ratkaisuja tuotteen tarpeisiin. (Suomen Korroosioyhdistys SKY, 2004)

5.1 Maalauksen ulkonäön asettamat vaatimukset

Maalipinnan ulkonäöltä vaaditaan useita erilaisia ominaisuuksia, jotka määritetään jo tuotteen suunnitteluvaiheessa. Maalipinnalle vaaditaan esimerkiksi sopivaa kiiltoastetta, kulutus- ja korroosiokestävyyttä tai tasavärisyyttä. Maalipinnan ulkonäkö on erityisen tärkeää sisäkäyttöön tulevissa tuotteissa, kuten ABLOY painiketuotteissa. Tuotteiden maalipinnan on pysyttävä muuttumattomana tuotteen tyypillisessä käytössä, sen oletetun käyttöajan. (Jokinen;ym., 2012)

5.2 Pinnoitteen laadunohjaus ja valvonta

Laadunvalvonnalla varmistetaan pinnoitteen valmistamisen onnistuminen, johon osallistuu kaikki pinnoitteen valmistamisesta sen maalaukseen osallistuneet osapuolet. Pinnoitteen toimittaja vastaa toimittavasta tuotteestaan, jolloin pinnoitteen tulee olla sen vaatimusten mukainen. Automaattisilla maaluslinjoilla toimittajan vastuu voi myös ulottua työolosuhteisiin ja pinnoituksen suoritukseen.

Tärkein asema laadunvalvonnan suhteen on pinnoittajalla, toimiessaan urakoitsijana pinnoittaja antaa takuun työlleen, joka kattaa myös käytetyn materiaalin. Pinnoituksen tekijän on valvottava työnsä laatua alusta loppuun, työn alussa sovittujen vaatimusten mukaan.

Pinnoitteen tilaaja arvostelee tuotteelle vaaditut olosuhteet ja tuotteen pinnoitusten vaatimukset. Tilaaja myös päättää kuinka laaja suoritettu valvonta pinnoitteelle tehdään. Pinnoitteen tilaaja voi myös suorittaa omia testejä pinnoituksen vaatimusten varmistamiseksi.

(Jokinen;ym., 2012)

5.3 Pinnoitteiden korroosiotestit

Uusien pinnoitteiden ja menetelmien käyttöönotossa tarvitaan erilaisia testausmenetelmiä. Paras testauspaikka tuotteelle on sen todellinen käyttöpaikka, mutta usein ei ole mahdollista suorittaa siihen tarvittavia pitkiä koesarjoja. Tavallisesti kokeet suoritetaan kiihdytetysti, erilaisilla standardoiduilla menetelmillä ja laitteilla. Kiihdytetyt kokeet eivät kuitenkaan vastaa tuotteen oikeita käyttöolosuhteita täydellisesti, jolloin saatuihin testituloksiin on suhtauduttava varauksella. Kiihdytettyjen testien tuloksia onkin pidettävä suuntaan antavina testituloksina.

(Jokinen;ym., 2012)

5.4 Suolasumutestaus

Suolasumutestaus on yleinen standardoitu testausmenetelmä, pinnoitettujen näytekappaleiden korroosion kestävyuden testauksessa. Suolasumutestissä pinnoitetut näytekappaleet alistetaan korroosiolle, jolloin pinnoitteen sopivuutta haluttuun käyttöolosuhteisiin voidaan selvittää (Kuva 4). Suolasumutestausta käytetään erityisesti selvittäessä ulkokäyttöön suunniteltujen tuotteiden sopivuutta märässä ja kylmässä ympäristössä. Standardi SFS-EN ISO 9227 määrittää suolasumutestauksessa käytettävän laitteiston, kemikaalit sekä toimintatavat. (Glamox Oy, 2019)

Suolasumutestaus on myös erityisen käyttökelpoinen testausmenetelmä pinnoitteiden epäjatkuvuuskohtien, kuten virheiden ja huokosten toteamiseen ja löytämiseen. Laadunvalvontatarkoituksessa voidaan myös suorittaa vertailevia testejä erilaisten pinnoitusmenetelmien ja koekappaleitten välillä. Vertailevina kokeina suolasumutestaus sopii vain luonteeltaan riittävän samanlaisille pinnoitteille. (SFS-EN ISO 9227:2017, 2017)

Suolasumukoetyypit:

- **Neutraalisuolasumukoe (NSS-koe)** on testausmenetelmä, jossa sumutetaan neutraalia 5-prosenttista natriumkloridiliuosta
- **Etikkahapposuolasumukoe (AASS-koe)**, on testausmenetelmä, jossa sumutetaan happamoitua 5-prosenttista natriumkloridiliuosta, johon on lisätty jääetikkaa
- **Kuparilla kiihdytetty etikkahapposuolasumukoe (CASS-koe)**, on testausmenetelmä, jossa sumutetaan happamoitua 5-prosenttista natriumkloridia, johon on lisätty kuparikloridia ja jääetikkaa

(SFS-EN ISO 9227:2017, 2017)



Kuva 4. Suolasumukammio (Pekkonen 2019-04)

6 ESIKÄSITTELY ENNEN MAALAUSTA

Metallipinnat vaativat esikäsitteilyn ennen pinnoittamista, tunnistamalla metallin ja sen pinnalla olevat epäpuhtaudet varmistetaan hyvä lopputulos. Esikäsitteilyn tarkoituksena on poistaa metallin pinnasta epäpuhtaudet, jotka haittaavat maalin korroosiokestävyyttä tai ulkonäköä.

6.1 Pesuympyrä

Tuotteen pesutulokseen vaikuttavat pesuaine, pesuaika, lämpötila sekä mekaaninen liike. Näitä pesutulokseen vaikuttavia tekijöitä kutsutaan pesuympyräksi (Kuva 5).

1. Pesuaine

Oikea pesuaine metallituotteelle valitaan metallin ja sen pinnalla olevien epäpuhtauksien mukaan. Pesuaine irrottaa pinnalla olevat epäpuhtaudet ja sitoo ne pesuaineeseen, jolloin ne eivät tartu uudelleen metallin pintaan.

2. Pesuaika

Pidentämällä pesuaikaa, yleensä myös pesun lopputulos paranee tiettyyn pisteeseen asti. Liiallinen pesu voi kuluttaa pestävää pintaa, sekä aiheuttaa lisäkustannuksia. Tuotteen tarpeisiin oikealla pesuajalla varmistetaan kustannustehokas ja toimiva esikäsitteilyaika.

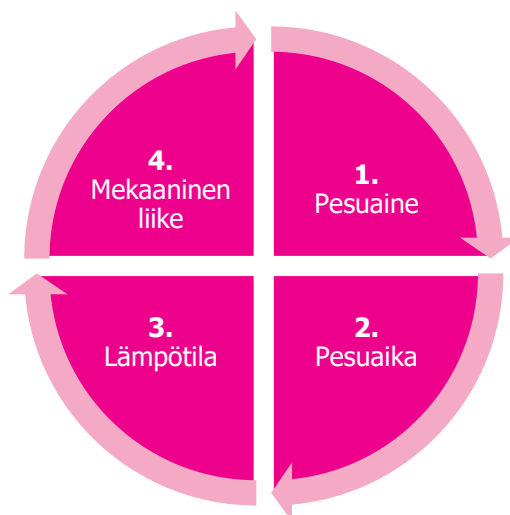
3. Lämpötila

Nostamalla lämpötilaa pesutulos paranee. Metallituotteiden pinnoissa olevat suojaöljyt ja vetorasvat irtaavat helpommin lämmön vaikutuksesta. Pesuaineen laatu ja epäpuhtauksien määrä tuotteen pinnassa määrää pesun lämpötilan. Erilaiset pesuaineet myös vaativat myös erilaisia pesulämpötiloja

4. Mekaaninen liike

Mekaaninen liike parantaa pesutulosta, jolloin pesuaine saadaan liikkeen vaikutuksesta irrottamaan epäpuhtauksia paremmin. Liike syntyy esimerkiksi ruiskuttamalla tai puhaltamalla pesuainetta tuotteen pintaan.

(Jokinen;ym., 2012)



Kuva 5. Pesuympyrä, mukailten (Jokinen;ym., 2012)

6.2 Pesumenetelmät

Metallituotteet pestään usein automaattisesti erilaisilla pesukoneilla. Pesumenetelmän valinta perustuu tuotteiden pesuvaatimuksiin ja niiden kokoon. Automaattisilla pesukoneilla saadaan suoritettua esikäsitteily tehokkaasti mahdollisimman isoissa erissä.

6.2.1 Ruiskutuspesu

Ruiskutuspesussa pesuaine on esikäsitteilyssä olevien tuotteiden alapuolella, josta se pumpataan ja ruiskutetaan suuttimiin. Pesuaine ruiskutetaan tuotteiden pintaan paineella, jolloin pesuainesuihku pesee tehokkaasti tuotteiden pinnan. Ruiskutuksen jälkeen pesuaine valuu takasin altaaseen ja kie-roon. Ruiskutuspesulaitteet ovat umpinaisia, koska pesuaine, höyry ja huuhteluaine roiskuvat pesussa paineen vaikutuksesta ympäriinsä. Ruiskutuspesulaitteet vaativat huoltomenetelmiä altaan, ruiskutusputkistojen, sekä suuttimien puhdistuksen myötä.

(Jokinen;ym., 2012)

Laitteet voivat olla vaihepesukoneita tai pesulinjastoja. Vaihepesukoneet ovat pesulinjastoa pienempiä, jossa pestävät tuotteet asetetaan koneen sisälle panoksittain. Pesun jälkeen tuotteet on asetettava erikseen kuivaukseen ja maalaukseen. Pesulinjastossa likaiset tuotteet asetetaan linjaston alkupäähän, jossa tuotteet kulkevat pesuvaihteiden läpi automaattisesti. Pesulinjastot ovat suuria laitteita ja ne mahdollistavat suurempien erien esikäsitteilyn.

(Jokinen;ym., 2012)

6.2.2 Kastopesu

Kastopesussa tuotteet lasketaan pesualtaaseen automaattisesti tai käsikäyttöisellä kuljettimella. Pestävät tuotteet ripustetaan kuljettimeen ja upotetaan pesuaineeseen. Pesuainetta sekoitetaan ja lämmitetään altaassa tuotteiden pesun ajan. Kastopesussa tuotteet on ripustettava niin, että pesun aikana ei pääse syntymään ilmataskuja. Pesuaineen on myös oltava valuttavissa ulos, kun tuotteet nostetaan pesuaineesta. (Jokinen;ym., 2012)

Pesualtaiden koot vaihtelevat käyttötarkoituksien mukaan, suuret altaat voivat sisältää pesuainetta kymmeniä kuutiometrejä. Kastopesulaitteilla ei saavuteta yhtä hyvää pesutulosta kuin ruiskutuspesulla, koska neste ei liiku kastepesulaitteissa yhtä voimakkaasti. Etuna kastepesulaitteilla on niiden yksinkertaisuus, pienikokoisuus sekä edullisempi hinta. Huoltotarve on myös vähäisempi ja yleisin huoltotarve on puhdistustyötä. (Jokinen;ym., 2012)

7 MAALAUSMENETELMÄT

Yleisin pinnoitusmenetelmä metallituotteille on maalaus, joka edellyttää oikeanlaista suunnittelua ja ammattitaitoa. Metallituotteiden maalausprosessi vaatii tietotaitoa pinnoitettavasta materiaalista, sekä pinnoitusmenetelmästä. Ennen maalausta tuotteet puhdistetaan epäpuhtauksista ja esikäsitellään, jotka vaikuttavat yhdessä lopputuloksen laatuun. Metallituotteet maalataan pääasiassa märkä- tai jauhemaaleilla, joilla molemmilla on omat hyvät ominaisuutensa. (Jokinen;ym., 2012)

7.1 Metallimaalauksen suunnittelu

Metallien maalauksessa hyvään lopputulokseen päästään maalauksen systemaattisella suunnittelulla ja toteutuksella (Taulukko 2). Tärkeässä osassa metallien maalauksessa on maalauksen suunnittelu ja toteutusvaiheet. Suunnitteluvaiheessa tunnistetaan maalattavan metallin kunto ja laatuvaatimukset, sekä maalausmenetelmien ja esikäsitelyn valinta. Toteutusvaiheessa metallituote esikäsitellään, maalataan, tarkastetaan sekä mahdolliset virheet korjataan.

(Jokinen;ym., 2012)

7.2 Metallimaalauksen työvaiheet

1. Maalattavan metallin tunnistaminen

Ennen maalausmenetelmän valintaa on tiedettävä pintakäsiteltävän tuotteen materiaali ja laatu. Eri-laiset metallipinnat vaativat toisenlaisia pinnoitusmenetelmiä, ja valitsemalla vääränlaisen esikäsitte-lyn tai maalausmenetelmän tulee maalaus todennäköisesti epäonnistumaan.

2. Kunnan tarkistaminen

Metallipintojen kunto vaihtelee, riippuen metallin materiaalista ja sen materiaalista. Metallipinnan kunnan ja epäpuhtauksien tunnistamisella saadaan tuotteelle oikea esikäsitelymenetelmä. Epäpuh-taudet syntyvät metalliin sen valmistuksessa tai varastoinnissa.

3. Laatuvaatimusten määrittäminen

Laatuvaatimusten määrittäminen alkaa suunnittelusta. Pinnoitetta vastaavat rasitusolosuhteet on huomioitava, tuotteen vaatimuksien ja olosuhteiden mukaisesti. Pinnoitteen on kestettävä tuottee-seen vaikuttavat ilmastolliset olosuhteet ja sen edellyttämät vaatimukset.

4. Maalausyhdistelmän valinta

Maalausyhdistelmä valitaan maalinvalmistajien valikoimasta vastaamaan tuotteelle haluttuja vaati-muksia. Maalausyhdistelmät koostuvat pohja- ja pintamaaleista. Keskeisesti maalausyhdistelmään vaikuttaa kustannukset. Maalausyhdistelmä valitaan usein niin, että saavutaan riittävä laatutaso mahdollisimman vähäisillä kustannuksilla

5. Maalausmenetelmän valitseminen

Maalausmenetelmän valintaan vaikuttaa muun muassa tuotteen koko, käyttötarkoitus, laatuvaatimukset sekä maalauspaikka. Esimerkiksi suurikokoiset tai monimutkaiset tuotteet on usein maalattava käsin. Pienet ja levymäiset tuotteet voidaan usein esikäsitellä ja jauhemaalata automaattisella maalauslinjastolla.

6. Esikäsitteilyn valinta ja suorittaminen

Metallituotteiden maalauksella esikäsitteilyn valinta on tärkeässä roolissa maalauksen kanssa. Esikäsitteily poistaa tuotteen pinnasta epäpuhtaudet, jotka voivat vaikuttaa negatiivisesti maalauksen lopputulokseen. Oikealla esikäsitteilyn valinnalla varmistetaan tuotteen pinnan puhtaus, sekä sen yhteensopivuus maalausyhdistelmän kanssa.

7. Maalaus

Maalaus suoritetaan metallituotteille yleensä heti esikäsitteilyn jälkeen, jolloin tuotteen pinta pysyy puhtaana ja maalaus onnistuu.

8. Pintakäsittelyn tarkistus

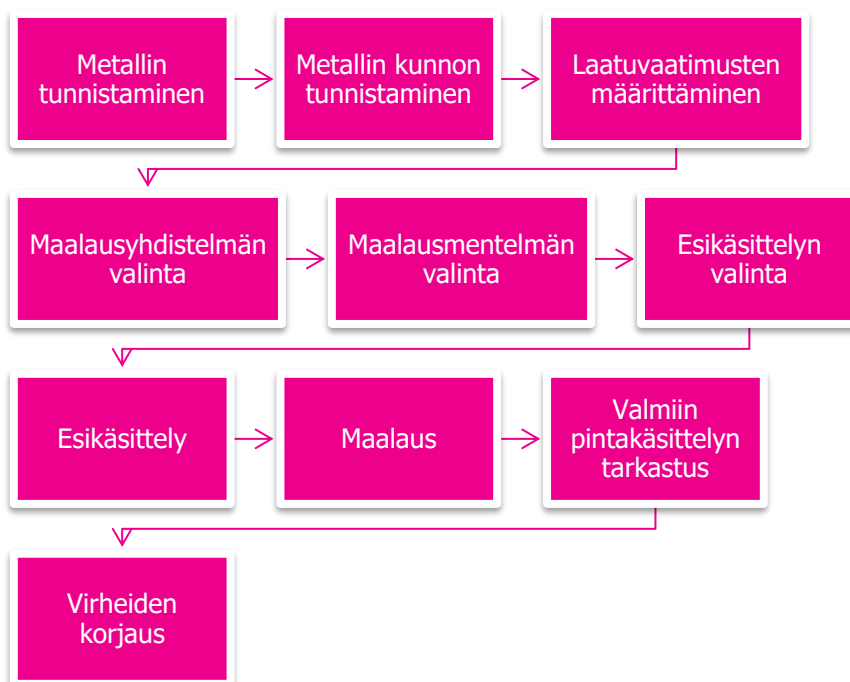
Maalauksen jälkeen valmistunut maalipinta tarkastellaan silmämääräisesti ja mahdollisesti mittamalla. Silmämääräisellä tarkastuksella varmistetaan muun muassa pinnan tasaisuus, värisävy sekä kiiltoerot. Mittaamalla voidaan tarkastaa maalikalvon paksuus, tartunta sekä huokoisuus.

9. Virheiden korjaus

Jos pintakäsittelyn tarkistuksen aikana huomataan virheitä, on ne korjattava uudelleen maalaamalla. Maalausvirheiden korjaaminen on hankalaa ja lisää kustannuksia, jolloin maalauksen suunnittelun ja toteutuksen toteutus korostuu.

(Jokinen;ym., 2012)

Taulukko 2. Metallimaalauksen työvaiheet mukailten (Jokinen;ym., 2012)



8 RUIKUMAALAUUS

Ruiskumaalaus on yksi yleisimpiä metallituotemaalauksen menetelmiä, jolla saavutetaan hyvä ulkonäkö maalaukselle suhteellisen nopeasti. Ruiskulla levitettäviä maaleja on useita erilaisille materiaaleille ja käyttötarkoituksille. Ruiskumaalaus on myös yleinen menetelmä muovi- ja puutuotteiden maalaukseen. (Jokinen;ym., 2012)

8.1 Teollinen ruiskumaalaus

Teollinen ruiskumaalaus kehittyi autoteollisuuden mukana 1920-luvulla. Ruiskumaalauksella saavutettiin erittäin tasainen ja korkeat laatuvaatimukset omaava maalauspinna autoihin, sekä pystyttiin käyttämään nopeasti kuivuvia maalityyppejä. Teollinen ruiskumaalaus perustuu paine-eroon ja ilmavastuksen vaikutukseen, maaliin hajotetaan sumuksi paineilmalla tai syöttämällä maali suurella paineella suuttimen läpi, jolloin maali sumuuntuu. Paineilmaan perustuva menetelmä otettiin käyttöön 1950-luvulla konepajateollisuudessa ja teollisen ruiskumaalauksen perusmenetelmät ovat vieläkin käytössä nykyaikana. (Jokinen;ym., 2012)

8.2 Ruiskumaalauksen olosuhteet

Ruiskumaalauksessa olosuhteet vaikuttavat merkittävästi maalauksen kestävyteen ja maalauksen suoritukseen. Ilman olosuhteilla kuten kosteudella ja pölyllä on suuri vaikutus maalauksen onnistumiseen. Ilmaan sisältyvä vesihöyry alhaisissa lämpötiloissa voi tiivistyä vedeksi maalauspinnaalle, sekä korkea ilman kosteus voi aiheuttaa maalin tarttumisongelmia ja ruostumista. Ennen maalaustöitä on selvitettävä maalausolosuhteet mittaamalla. Yleensä ruiskumaalaukset tehdäänkin maalaamotiloissa, jossa ilmasto on kontrolloitu ilmanvaihtolaitteilla maalauksen onnistumisen varmistamiseksi. (Jokinen;ym., 2012)

8.3 Ruiskumaalausmenetelmiä

8.3.1 Hajotusilmaruiskutus

Hajotusilmaruiskutuksessa maali syötetään maalisuuttimen läpi, jolloin ilmasuuttimista tuleva paineilmasuihku hajottaa maalin hienojakoiseksi sumuksi. Hajotusilmaruiskutuksessa käytetään useita maalinsyöttötapoja, kuten yläsäiliö, aläsäiliö, painesäiliö ja maalipumppu. Maalatessa pienemmillä määrillä käytetään ruiskua, jossa maalikannu on kiinni pistoolin ylä- tai alapuolella. Suuremmilla maalausmäärillä maali syötetään pistoolille letkua pitkin paineilmasäiliön kautta. Hajotusilmaruiskutuksen etuna ovat maalaustekniikan monipuoliset säätömahdollisuudet, maaliviuhkan leveys ja maalimäärä on helposti säädettävissä. Hajotusilmaruiskutuksessa on kuitenkin huono siirtohyötysuhde, koska suurin osa maalista menee ruiskutuksen aikana hukkaan, eikä päädy maalattavan tuotteen pinnalle. (Jokinen;ym., 2012)

8.3.2 Suurpaineruiskutus

Suurpaineruiskumaalauksessa maalin hajottamisessa sumuksi ei käytetä paineilmaa, vaan maali pumpataan korkealla paineella letkua pitkin pistooliin, josta se kulkeutuu suuttimen läpi. Maalin purkautuessa suuttimesta, ympäröivän ilman ja maalin välillä vallitseva paine-ero saa maalin sumuttumaan. Tarvittava paine määräytyy maalin viskositeetistä, ruiskutusominaisuuksista ja halutun maalipinnan laadun ja vaatimuksien mukaan. Suurpaineruiskutuksen etuja ovat vähäinen hukkaan menevä maalin määrä, koska maalin sumuttamiseen ei tarvita paineilmaa. Etuina suurpaineruiskutuksessa on myös maalauksen nopeus ja tehokkuus. Maalisumu ei kuitenkaan ole niin hienojakoista, kuin hajotusilmaruiskutuksessa, jolloin maalauksen pinnanlaatu ei ole yhtä laadukasta. Suurpaineruiskutus vaatii myös aina pumpun ja letkut, jolloin pieniä maalimääriä ei pystytä maalaamaan. (Jokinen;ym., 2012)

8.3.3 Automaattiset ruiskutuslaitteistot

Automaattisissa ruiskutuslaitteistoissa, pistoolia ohjataan paineilman ja sähköisen logiikan avulla. Maalauspistooleissa on pieni paineilmasylinteri, jota ohjataan sähköisesti. Automaattisten maalauslinjojen pistoolit vastaavat täysin käsiruiskutuslaitteistoja, joiden huolto ja säädöt ovat samanlaisia. Automaattisissa maalauslaitteissa maalin sumuttaminen voidaan myös saada aikaan keskipakovoiman avulla. Maalausturbiineissa on nopeasti pyörivä lautanen, jonka päälle maalia syötetään. Keskeltä lautasta maali kulkeutuu kohti reunoja ja hajoaa pieniksi pisaroiksi. Ympäröivä paineilma ohjaa pisarat maalattavan tuotteen pintaan. (Jokinen;ym., 2012)

8.4 Maalinkuivauslaitteet

Maalattavan tuotteen pintaan ruiskutettu maalikalvo pyritään mahdollisimman nopeasti saada kuivaksi ja kovaksi pinnaksi. Kuivumisella tarkoitetaan maalipinnan kuivumista niin, ettei pöly tartu maalin pintaan. Kovettumisella tarkoitetaan maalipinnan lopullista kovuutta, jolloin tuotteet voidaan pakata. Maalikalvon kovettumis- ja kuivumisnopeuteen vaikuttaa maalikalvon paksuus, kuivauslämpötila, ilman kosketus sekä ympäröivän ilman nopeus. Maalin kuivauksessa käytetään yleisesti uuneja, joissa ilman lämpötilaa nostetaan sähköisillä tai kaasukäyttöisillä vastuksilla, josta lämmennyt ilma ohjataan maalattavan tuotteen pintaan. (Jokinen;ym., 2012)

9 JAUHEMAALAUUS

Jauhemaalauus on yleinen maalaustekniikka pienille metallituotteille, sen edullisen hinnan ja maalauksen helppouden takia. Useimmat pienet metallituotteet ja niiden osat ovatkin jauhemaalattuja.

9.1 Jauhemaalauksen periaate

Jauhemaalauksessa tuotteen pinnalle levitettävä maali on jauheen muodossa ja jauhe varataan sähköisesti. Maalattavan tuotteen pinta maadoitetaan ja sähköisesti varautunut jauhemaali tarttuu sen pintaan. Jauhemaalain tarttumisen jälkeen maalattava tuote lämmitetään uunissa, jolloin se sulaa märeksi maaliksi ja maali tarttuu tuotteen pintaan. Jäähdytymisen jälkeen maalattu kalvo kovettuu tuotteen pinnalle lopullisesti.

(Jokinen;ym., 2012)

9.2 Jauhemaalit

Jauhemaali koostuu kovetteesta, sideaineista, pigmenteistä, täyteaineista ja lisäaineista, jotka on sekoitettu keskenään tasalaatuiseksi seokseksi. Sekoituksen jälkeen jauhemaali lämmitetään ja jäähdytetään, jonka jälkeen seos jauhetaan tasalaatuiseksi jauheeksi. Maalin seoksessa olevat sideaine ja kovete reagoivat keskenään vasta kuumennettaessa muodostaen maalikalvon. Jauhemaaleissa käytetään samoja pigmenttejä ja lisäaineita, joilla saadaan maalipinnalle haluttuja ominaisuuksia kuten erilaisia värejä ja korroosiokestävyyttä. Suomessa yleisin käytettäviä jauhemaaleja ovat epoksi- ja polyesterijauhe. Yleistyneitä jauhemaaleja ovat myös muun muassa metallihoitojauhemaalit ja kirkslakat.

(Jokinen;ym., 2012)

9.3 Jauhemaalauslaitteet

Jauhemaalauus vaatii monimutkaisemman järjestelmän, kuin märkemaalauksessa. Jauhemaalauslaitteisto sisältää jauheen syöttö- ja ohjauslaitteiston, jauhepistoolin ja kaapin sekä kuljettimen ja uunin. Ohiruiskutetun jauheen talteenottoa varten tarvitaan myös seulonta- ja taltteenottolaitteistoa. Käytettävän paineilman on oltava myös kuivattua, jossa ei ole yhtään öljyä.

(Jokinen;ym., 2012)

9.3.1 Jauhesäiliö

Jauhesäiliön pohja on kaksiosainen, päällimmäisenä pohjassa on ilmaa läpäisevä levy, jonka alle paineilmaa johdatetaan. Paineilma saa jauheen leijumaan jauheastiassa. Päällimmäisen levyn alla johdettavalla leijutusilmalla säädetään jauheen tasaisuutta. Imuputkessa vallitsevan alipaineen avulla jauhe kulkeutuu jauhemaalauspistoolille, josta se ruiskutetaan maalattavaan tuotteen pinnalle.

(Jokinen;ym., 2012)

9.3.2 Jauhemaaluspistooli

Jauhemaaluspistooli hajottaa jauhemaaloin tasaiseksi pilveksi, jolloin maalausjäljestä tulee tasainen. Samalla jauhe varautuu pistoolissa sähköisesti, joko kitka- tai sähköstaattisen varauksen avulla. Sähköstaattisessa varauksessa pistoolissa sijaitsee erilliset elektrodit, jotka muodostavat sähkökentän siitä läpi menevällä jauheelle. Jauhe varautuu pistoolin ulkopuolella ja pyrkii maadutetun tuotteen pintaan. Kitkavarauksellisesta pistoolissa jauhe varautuu sen hankautuessa pistoolin putkessa ja seinämissä. Kitkavarauksessa pistoolin ja maalattavan tuotteen pinnalle ei muodostu sähkökenttää. Automaattisissa laitteissa maali ruiskutetaan useista suunnattavista suuttimista.

(Jokinen;ym., 2012)

9.3.3 Jauhemaalaukskaapit

Jauhemaalaukskaappi toimii suojatilana maalattavien tuotteiden pinnan ohi lentäville jauheille. Kaapin tarkoituksena on siis imeä ylimääräinen jauhe, niin ettei se leviäisi työtilaan. Jauhemaalaukskaapeissa imettävä ilma erotetaan ja suodatetaan, sekä ylimääräinen jauhe otetaan talteen. Talteenotossa voidaan käyttää hyväksi suodatusta tai sykklonia.

(Jokinen;ym., 2012)

10 JAUHEMAALAUUS VERRATTUNA MÄRKÄMAALAUKSEEN

Jauhemaalauksella on useita etuja verrattuna märkemaalaukseen. Jauhemaalauksella on edullinen ja tehokas vaihtoehto märkemaalaukselle, sekä tarjoaa myös kestävämmän pinnan maalatulle tuotteelle.

10.1 Jauhemaalauksen edut

Jauhemaalauksella on hyvin kustannustehokas vaihtoehto märkälakkauksen tilalle. Jauhemaalauksen kilohinta melkein sama kuin märkemaalauksella, mutta koska jauhemaalauksella pystytään käyttämään uudelleen talteenoton jälkeen on maalimenekin aiheuttamat kustannukset märkemaalauksella alhaisempia. Jauhemaalauksen automatisointi on myös kustannustehokasta tuotteiden sarjatuotannossa. Jauhemaalauksella pystytään maalaamaan useita pienenkokoisia kappaleita helposti. Jauhemaalaukselaiteet ovat myös erittäin varmatoimisia ja turvallisia laitteistoja käyttää, huoltokustannukset ovat alhaisia sekä maalin pystytään jättämään laitteiston sisään maalaustyön lopetuksen jälkeen.

(Jokinen;ym., 2012)

10.2 Jauhemaalauksen haitat

Pienissä maalausmäärissä jauhemaalauksella on kallista verrattuna märkemaalaukseen. Jauhemaalauksella toimitetaan isoissa määrissä, jolloin pienien erien maalaaminen ei ole niin kustannustehokasta. Erikoismaalit ovat myös kalliimpia jauhemaalauksella. Maalin vaihtaminen on myös hidasta ja työlästä jauhemaalauksessa, koska jauhemaalauksen talteenotto toimii suodattimilla, on hankittava omat vaihtosuodattimet erilaisille maalityypeille. Jauhemaalauksen korroosionkesto on myös rajallinen verrattuna monikerroksiin märkemaalattuun pintaan, koska jauhemaalauksella ruiskutetaan yleensä tuotteen pintaan keran. Maalikerroksissa olevat huokokset voivat yltää kokonaan maalikalvon läpi, aiheuttaen korroosiota maalikalvon alla. (Jokinen;ym., 2012)

10.3 Maalipinnan kestävyys

Kemiallisesti ja mekaanisesti jauhemaalattujen pinnan kestävyys on parempi kuin märkemaalatuissa pinoissa. Abloy:n rakennushela- ja sylinterituotteissa maalipinnankestävyys on tärkeässä roolissa; jauhemaalattu pinta kestää huomattavasti paremmin mekaanista kulutusta, kuin märkälakattu maali-pinta. Jauhemaalattu pinta on myös kestävä heti jäähtymisen jälkeen, mikä helpottaa tuotteiden pakkaamista ja jälkikäsitteilyä huomattavasti. Jäähtymisen jälkeen maalatut kappaleet pystytään pakkaamaan toisiaan vasten, eivätkä kappaleet pääse naarmuttumaan niin helposti. Jauhemaalattujen tuotteiden aika maalaamossa on myös selvästi märkemaalauksella lyhempi, joka alentaa maalauskustannuksia. (Jokinen;ym., 2012)

11 TOTEUTUS

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää jauhelakan sopivuus Abloy Oy:n rakennushela- ja sylinterituotteille. Tutkimuksessa tarkastellaan tuloksia laboratoriossa suoritetuille korroosio-, toiminallisuus- ja ulkonäkötesteille. Vertailukohteena toimi nykyiset märkälakattut tuotteet, joille tehtiin myös korroosio- testejä tulosten vertailun mahdollistamiseksi.

11.1 Jauhelakkaus

Jauhelakkaus tehtiin Maalaamo Lehkoinen Oy:n jauhemaalaukselinjastolla.

Maalausprosessi:

- Pesu 50 °C; 1,5 min; pH 4
- Huuhtelu 30 °C, 1,5 min
- Huuhtelu 20 °C, 1,5 min
- Kuivaus 120 °C, 15 min
- Jäähdytys huoneilmassa
- Jauhemaalauks
- Uuni 200 °C

Koko prosessin kesto: 2h 20 min

11.2 Korroosio-, toiminallisuus- ja ulkonäköttestaus

Korroosiotestaaminen suoritettiin testituotteille neutraalisuolasumukokeena Abloy:n testiosastolla. Rakennehela- ja sylinterituotteille vaaditaan 96 tunnin korroosiokestävyyttä. Toiminallisuus- ja ulkonäkötesteillä varmistettiin jauhelakkauksen sopivuus rakennushela- ja sylinterituotteille. Jauhelakattuja tuotteita kasattiin, jolloin pinnoitteen paksuus ja toimivuus varmistettiin. Jauhelakattujen tuotteiden ulkonäköä myös verrattiin märkälakattuihin tuotteisiin.

12 TESTAAMINEN

Jauhelakkauksen testaaminen suoritettiin varmistamalla pinnoitteen korroosiokesto painike- ja suoja-helatuotteissa. Jauhelakkauksen testaaminen tehtiin yhteistyössä Maalaamo Lehkoinen Oy:n kanssa. Testituotteet toimitettiin Maalaamo Lehkoiselle jauhelakkaukseen, josta tuotteet toimitettiin Abloy:n tehtaalle korroosio-, toiminnallisuus- ja ulkonäkötesteihin.

12.1 Korroosiotestit painikkeille

Korroosiotestaus aloitettiin toimittamalla DH004 ja DH070 painikkeita Maalaamo Lehkoinen Oy:lle. Testierä: (Kuva 5) ja (Kuva 6):

- 10 kappaletta DH004 painiketta messinkipinnalla, josta 5 kpl meni pesulinjaston läpi
- 5 kappaletta DH070 painiketta ruostumattomalla teräspinnalla

Jauhemaalauksen jälkeen tuotteet toimitettiin Abloy:n tehtaalle korroosiotesteihin. Painikkeet olivat 96 tuntia neutraalisuolasumutestissä. Pesulinjaston läpi menneet tuotteet olivat pysyneet alkuperäisenä korroosiotestin jälkeen. Pesemättömissä painikkeissa ilmeni hieman korroosiota jauhelakan alla, näin voitiin olettaa pesulinjaston olevan ehdoton ennen pulverilakkausta.



Kuva 5. DH004 painikkeet jauhelakkauksen jälkeen (Pekkonen 2018-12)



Kuva 6. DH070 painikkeet jauhelakkauksen jälkeen (Pekkonen 2018-12)

12.2 Korroosiotestaus suojahela- ja vääntönuppituotteille

Painikkeiden korroosionkeston varmistamisen jälkeen siirryttiin testaamaan jauhelakkauksen korroosiokestävyyttä suojahela- ja vääntönuppituotteissa.

Testierä:

- 5 kpl CH001- suojahelaa
- 5 kpl CY001- vääntönuppia

Suojaheloissa ja vääntönupeissa oli huomattavasti enemmän korroosiota verrattuna painikkeiden korroosiotestiin (Kuva 7). Jauhelakkauksen alle oli jäänyt epäpuhtauksia, jolloin pinnoite ei päässyt tarttumaan pintaan tarpeeksi hyvin ja korrosio pääsi etenemään. Korroosiotestin pohjalta suoritettiin vertaustesti märkälakatuille samoille tuotteille, jolloin pinnoitteiden korroosiokestävyyden eroja pystyttiin vertailemaan. Märkälakatuissa tuotteissa oli hieman korroosiota, mutta kuitenkin hyväksytyllä tasolla (Kuva 8).



Kuva 7. Jauhelakatus suojahelat suolasumutestin jälkeen. (Pekkonen 2019-02)



Kuva 8. Märkälakatus suojahelat suolasumutestin jälkeen. (Pekkonen 2019-03)

Saatujen korroosiotestien pohjalta voitiin olettaa jauhelakattujen tuotteiden vaativan tarkempaa kiillotusta ja pesemistä ennen jauhelakkausta. Korroosiokestävyyden varmistamiseksi sama erä CH001- ja CY001 tuotteita kiillotettiin toisen kerran ennen pinnoitusta, jonka jälkeen tuotteet toimitettiin jauhelakkaukseen ja niille tehtiin uusi korroosiotesti. Tuotteissa oli hieman korroosiota, mutta samalla tasolla kuin märkälakatuissa tuotteissa (Kuva 9).



Kuva 9. Tarkemmin kiillotetut tuotteet korroosiotestin jälkeen (Pekkonen 2019-04)

12.3 Toiminallisuuden testaaminen

Toiminallisuuden varmistamiseksi jauhelakattut DH004 painikkeet kasattiin (Kuva 10) ja asennettiin paikoilleen Abloy:n avotoimiston miesten vessan oveen toiminallisuus- ja kulutustestiin. Painikkeet olivat kovassa kulutuksessa neljän kuukauden ajan, ja painikkeiden jauhelakattu pinta oli pysynyt alkuperäisenä testiajan jälkeen (Kuva 11). Asiakkailta oli tullut reklamaatioita saman ajanjakson jälkeen märkälakattun pinnan kulumisesta, testin tulosten perusteella voidaan siis olettaa jauhelakattun pinnan kulutuskeston olevan huomattavasti parempi.



Kuva 10. Kasatut DH004 –messinkipainikkeet (Pekkonen 2019-01)



Kuva 11. Jauhelakattu DH004 –messinkipainike testin jälkeen (Pekkonen 2019-04)

12.4 Ulkonäön testaaminen

Jauhelakaturin pinnan ulkonäköä varmistettiin teettämällä testieriä rakennushela- ja sylinterituotteille. Ulkonäön vaatimukset varmistettiin nykyisistä märkälakatuista tuotteista silmämääräisellä tarkastelulla. Jauhelakaturin pinnan ulkonäkö oli testituotteissa samalla tasolla verrattuna märkälakattuihin tuotteisiin.

13 JOHTOPÄÄTÖKSET

Jauhelakatun pinnan vaatimuksen selvittämistä varten kartoitettiin ensin märkälakattujen rakennushela- ja sylinterituotteiden ominaisuudet. Lakkapinnalta vaaditaan korroosiokestävyyttä, kulutuskestävyyttä, sekä sopivaa kiiltoastetta. Märkälakatun pinnan edellytykset toimivat lähtökohtina jauhelakatun tuotteiden testeille, jotka testeissä on täyttyvä. Jauhelakatuille testituotteille suoritettiin korrosio-, toiminallisuus-, kulutuksenkesto-, ja ulkonäköttestejä pinnoituksen sopivuuden varmistamiseksi

Suoritettujen testien perusteella voidaan päätellä jauhelakkauksen olevan alustavasti sopiva vaihtoehto rakennushela- ja sylinterituotteille. Huomattavaa jauhelakkaukseen siirryttäessä on jauhelakatun pinnan korroosiokesto. Testien perusteella jauhelakattu pinta edellyttää tarkempaa kiillotusta ja pesua, kuin märkälakattu pinta. Ennen tuotantoon siirtymistä on myös varmistettava jauhelakan ulkonäkö kaikissa rakennushela- ja sylinterituotteissa. Opinnäytetyön aikataulun puitteissa koko kaikkien tuoteryhmään kuuluvien tuotteiden testaaminen ei ollut mahdollista.

Jauhelakkaukseen siirtymisellä mahdollistetaan tuotteille kulutusta kestävä pinta, joka on puutteellinen nykyisissä tuotteissa. Jauhelakkaus mahdollistaa myös ABLOY ACTIVE pinnoitteen lisäämisen tuotteisiin, sekä alhaisella käyttöasteella olevan märkälakkauslinjaston poistumisen Abloy:n tehtaalta.

14 POHDINTA

Aiheen opinnäytetyöhöni sain syksyllä 2018 työskennellessäni harjoittelijana Abloy:n palveluksessa. Oli mielenkiintoista päästä työskentelemään opinnäytetyön parissa harjoittelujakson jälkeen, joka myös auttoi projektin etenemisessä. Haasteita projektiin toi pinnoitustekniikoiden ja nykyisten tuotteiden vaatimusten kartoittaminen.

Suuressa osassa projektia olivat korroosiotestit, jotka suoritettiin Abloy:n testausosastolla. Projektin kulkua auttoi huomattavasti todella hyvin sujunut yhteistyö Abloy Oy:n alihankkijan Maalaamo Lehkoinen Oy:n kanssa. Projektin aikana varmistettiin jauhelakkauksen toimivuutta erilaisilla testausmenetelmillä, joiden tulokset olivat oltava samalla tai paremmalla tasolla kuin märkälakatuilla tuotteilla.

Tavoitteena opinnäytetyössäni oli selvittää korvaamista rakennushela- ja sylinterituotteiden märkälakkaukselle jauhelakkauksella. Opinnäytetyöni aikana tehtyjen testien perusteella haluttuun tavoitteeseen alustavasti päästiin ja ABLOY voi siirtyä tulevaisuudessa jauhelakkaukseen.

15 LÄHDELUETTELO

- Abloy Oy. 2019.** Aktiivinen design vähentää tartuntoja - ABLOY ACTIVE. [Online] 2019. [Viitattu: 12. Helmikuu 2019.] <https://www.abloy.fi/fi/abloy/abloyfi/tuotteet/pintakasittelyt/abloy-active-antimikrobinen-pinnoite/>.
- **2019.** Turvallisuutta yli 100 vuoden ajan: Abloy Oy. [Online] 2019. [Viitattu: 21. Tammikuu 2019.] <https://www.abloy.fi/fi/abloy/abloyfi/yritys/tietoa-meista/>.
- **2019.** Yhteystiedot: Abloy Oy. [Online] 2019. [Viitattu: 21. Tammikuu 2019.] <https://www.abloy.fi/fi/abloy/abloyfi/yritys/yhteystiedot/>.
- **2019.** Yritys. [Online] 2019. [Viitattu: 29. Tammikuu 2019.]
- ASSA ABLOY. 2019.** About us: ASSA ABLOY. [Online] 2019. [Viitattu: 21. Tammikuu 2019.]
- Glamox Oy. 2019.** Suolasumutestaus. [Online] 2019. [Viitattu: 29. Tammikuu 2019.] <https://glamox.com/fi/suolasumutestaus>.
- Jokinen, Isto; Kuusela, Asko ja Nikkari, Tapani. 2012.** Pinnalla 2. Helsinki : Opetushallitus, 2012.
- SFS-EN ISO 8044. 2015.** *Metallien ja metalliseos korroosio. Termit ja määrittelyt.* Helsinki : Suomen standardoimisliitto SFS ry, 2015.
- SFS-EN ISO 9227:2017. 2017.** *Korroosiokokeet keinotekoisissa kaasuympäristöissä. Suolasumukokeet.* Helsinki : Suomen Standardoimisliitto SFS ry, 2017.
- Suomen Korroosioyhdistys SKY. 2004.** *Korroosiokäsikirja.* Rajamäki : KP-Media Oy, 2004.
- Tikkurila Oy. 2009.** *Metallipintojen teollinen maalaus.* Vantaa : Tikkurila Oy, Industrial Coatings, 2009.