



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TUOTANNON KUVAUS JA OHJEISTUS HYDROLINE OY:LLÄ TOIMIVASTA FSP:N MAALAAMOSTA

TEKIJÄ: Mikko Turunen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Mikko Turunen			
Työn nimi Tuotannon kuvaus ja ohjeistus Hydroline Oy:llä toimivasta FSP:n maalaamosta			
Päiväys	10.5.2014	Sivumäärä/Liitteet	30
Ohjaaja(t) lehtori Ari Vuoti			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Finnish Steel Painting Oy / aluepäällikkö Jarno Huttunen			
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli päivittää ja yhtenäistää Finnish Steel Painting Oy:n Siilinjärven pintakäsittelylinjaston työohjeistus. Ohjeistus tulee toimimaan myös Puolaan valmistuvalla uudella pintakäsittelylinjastolla. Työohjeistus on perusohje pintakäsittelylinjaston työvaiheista, mutta se ei korvaa työntekijöiden perehdytyskoulutusta. Metallien pinnoitus on hyvin laaja käsite, joten se on käsitelty tarkemmin rautafosfatoinnin ja ruiskumaalauksen osalta. Opinnäytetyössä pohdittiin myös mahdollisia kehitysideoita pintakäsittelylinjaston toiminnan tehostamiseksi sekä maalauksen standardeja ja asiakkaan vaatimuksia pintakäsittelyltä.</p> <p>Työssä tutustuttiin pintakäsittelylinjastoon tuotannon ollessa käynnissä ja apuna käytettiin aikaisempia työohjeita sekä henkilökunnan kokemuksia nykyisestä toiminnasta. Lisäksi tutustuttiin pintakäsittelyä käsittelevään kirjallisuuteen ja standardeihin.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksina syntyivät työohjeet pintakäsittelylaitoksen linjaston työvaiheista ja kehitysideaat FSP Oy:n toiminnan kehittämiseksi. Hyvinä kehitysideoina esille nousivat esikättelyvaiheen vaihtaminen parempaa laatua tuotavaan menetelmään ja ruiskutusvaiheen automatisointi.</p>			
Avainsanat työohjeet, pintakäsittely, kehitysideaat			
julkinen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Mikko Turunen			
Title of Thesis Description of production and work instructions for a Finnish Steel Painting Oy surface treatment facility			
Date	May 10, 2014	Pages/Appendices	30
Supervisor(s) Mr. Ari Vuoti, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners Finnish Steel Painting Oy / Mr. Jarno Huttunen, Area Manager			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final project was to update and unify the work instructions for the surface treatment facility used at Finnish Steel Painting Oy Siilinjärvi. These instructions will also be used in the new surface treatment facility in Poland. The instructions will serve as a basic guideline for the work and operations. They will not cover the induction training for workers. This thesis also comprises coating of metals in general and ironphosphatizing and spray painting in greater detail. New ideas for making production more effective were also searched as well as standards of painting and requirements of customers for surface treatment.</p> <p>The project was started by studying how FSP production works when it is running. Former work instructions and experiences in current production were studied as well as literature on the surface treatment and standards of painting.</p> <p>As a result of this thesis there were instructions for the operations of surface treatment unit and development ideas for improving the operations at FSP Oy. Replacing the preparation treatment phase by a more productive method and automation of spaying are the improvements that will be implemented first.</p>			
Keywords work instructions, surface treatment, development ideas			
public			

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö on tehty FSP Finnish Steel Painting Siilinjärven yksikön kanssa yhteistyössä marraskuusta 2013 keväälle 2014. Työn tuloksena uudistettu työnohjeistus otetaan käyttöön Hydroline Oy:n Puolan uudella tehtaalla toimivalla FSP:n pintakäsittelylaitoksella.

Haluan kiittää FSP:tä mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö sekä saamastani asiantuntija-avusta työn suorituksessa. Lisäksi kiitokset kuuluvat myös ohjaavalle opettajalle, lehtori Ari Vuotille.

Kuopiossa 10.5.2014

Mikko Turunen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	FSP FINNISH STEEL PAINTING OY	8
3	METALLIEN PINNOITUS	9
3.1	Metallipintojen esikäsittely	9
3.2	Maalaus.....	10
4	MAALAUKSEN STANDARDIT	11
5	TYÖVAIHEET.....	13
5.1	Alkutarkistus.....	13
5.2	Rautafosfatoiinti	14
5.3	Fosfatoiintipesun suoritus.....	14
5.4	Maalattavien kappaleiden suojaus	16
5.5	Maalaus.....	18
5.6	Kuivumisvaihe ja laadun tarkastus	19
6	TYÖTURVALLISUUS	22
7	ASIAKKAAN VAATIMUKSET	25
7.1	Korroosionkesto	25
7.2	Ulkonäkö	25
7.3	Laatu	25
7.4	Tilaajan standardit	27
7.5	Pidentyneet käyttöiät ja huoltovälit	27
7.6	Toimitusajat	27
8	KEHITYSIDEAT	28
8.1	Maalausprosessi.....	28
8.2	Esikäsittely	28
8.3	Ruiskutus	28
9	YHTEENVETO.....	29
	LÄHTEET	30

Käsitteet

FSP	Finnish Steel Painting.
Korroosio	Metallin muuttuminen käyttökeltomaan muotoon ympäristön vaikutuksesta.
Sähkökemiallinen korroosio	Sähkökemiallinen prosessi metallin ruostumisessa.
pH-arvo	Liuksen happamuus.
Titraus	Näytteen pH-arvon mittaaminen. Perustuu näytteen ja siihen lisättävän liuksen väliseen reaktioon.
Hartsi	Luonnollisten ja synteettisten materiaalien yleisnimi. Ovat pysyvästi kovettuvia sakeita nesteitä. Käytetään maalien kovetteena.
Aromaattinen tai alifaattinen isosyanaattiyhdiste	2-komponenttisten maalien kovetteen tyyppi.
Maalin sideaine	Maalin yhtenäiseksi sitova aine. Yleisesti lakkaa tai muovia. Akryyli, lateksi melamiini.
Kovete	Kovetteella saadaan aikaan 2-komponenttimaalin kemiallinen reaktio, joka kuivattaa maalin hallitusti.
Verkkoutumisreaktio	Maalikalvon muodostuminen, hartsin silloittuminen.
Isosyanaatti	Maaleissa, lakoissa ja liimoissa käytetty kovettaja. Voimakkaasti reaktiivinen yhdiste ja terveydelle vaarallinen.
Bresle-menetelmä	Liukoisten suolojen mittaaminen menetelmä teräspinnoilta.
Appelsiinipinta	Epäesteettinen, rypyyinen maalipinta.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on laatia pintakäsittelylaitoksen toiminnan ohjeistus Finnish Steel Painting Oy:lle. FSP on pintakäsittelyalan yritys joka toimii Hydroline Oy:n yhteydessä ja suorittaa pintakäsittelyt valmistuville tuotteille, jotka ovat pääosin hydraulisyntereitä. Hydroline laajentaa toimintaansa Puolaan ja yhteistyö FSP:n kanssa jatkuu. Uudelle tehtaalle valmistuu vastaavanlainen pintakäsittelylinjasto kuin on Siilinjärven tehtaalla. Näin voidaan kokemus ja tietotaito siirtää uudelle laitokselle ja samalla kehittää toimintaa.

Yritysten laajentuessa ja rakentaessa uutta sisäinen tietotaito tulee arvoonsa ja kokemuksia olemassa olevista yksiköistä ja laitoksista käytetään hyväksi.

Selkeä ohjeistus on tärkeää, kun aloitetaan toiminta uudessa laitoksessa. Tavoitteena on saada toiminta käyntiin nopeasti ja vähin häiriöin. Toiminnan ohjeistuksen selkeys ja ymmärrettävyys korostuvat varsinkin alussa, kun toiminta uudella laitoksella käynnistetään.

Ohjeistuksen tarkoitus on kuvailla pintakäsittelylinjaston päätehtävät. Uudet työntekijät perehdytetään tehtäviinsä ennen työskentelyn aloittamista. Opinnäytetyössä esitellään metallien maalaus yleisesti ja käydään läpi pintakäsittelylaitoksen työvaiheet yksityiskohtaisesti työturvallisuus mukaan lukien. Työssä pohditaan myös asiakkaan vaatimuksia ja työvaiheiden kehitysideoita.

2 FSP FINNISH STEEL PAINTING OY

FSP on (Finnish Steel Painting Oy) perustettu vuonna 1964, ja se on yksi Euroopan johtavista pintakäsittelyalan yrityksistä. Lähes 30 toimipaikan suuruudessa yrityksessä palvelee noin 250 alan ammattilaista. Toimipaikat sijaitsevat Suomessa, Puolassa, Virossa ja Ruotsissa.

(FSP Finnish Steel Painting Oy 2013.)

Yritys tarjoaa pintakäsittely- ja lisäarvopalveluita ottaen huomioon työturvallisuus ja ympäristövaatimukset. Pintakäsittelylaitokset käsittelevät tuotteen asiakkaan vaatimusten mukaan ja tarjoavat pakkaus- ja varastointipalveluja.

(FSP Finnish Steel Painting Oy 2013.)

Pintakäsittelylaitosten palveluihin kuuluvat korroosiomaalaukset, jauhemaalaukset ja metallimaalaukset. Lisäarvopalveluihin luetaan pakkaus- ja varastointipalvelut. Lisäksi pintakäsittelyä suoritetaan telakoilla ja erilaisissa projektikohteissa.

FSP tarjoaa myös engineering-palveluita, joihin luetaan tarkastukset, konsultoinnit ja koulutukset.

(FSP Finnish Steel Painting Oy 2013.)

3 METALLIEN PINNOITUS

Oikean pinnoitteen valinnalla saadaan tuotteelle kohtuullisin kustannuksin huomattavasti pidempi käyttöarvo ja kestoikä. Hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi on tunnettava tuotteelta vaadittavat ominaisuudet, käyttökohde ja sille sopiva pintakäsittely. Sopivan pinnoitteen valintaan vaikuttaa myös tuotteen rakenne, muotoilu ja pinnoitustapa. (Tunturi 1999, 7.)

Metallien pinnoitus on paljolti suoritusteknistä ja tekijän täytyykin tuntea pinnoitettava metalli, sen ominaisuudet, tuotteen rakenne sekä valmistustekninen tila. Lisäksi on tunnettava pinnoituksella saavutettavat ominaisuudet ja valmistuksen ehdot. Metalleja voidaan pinnoittaa toisilla metalleilla, epämetallisilla oksideilla ja maaleilla sekä muoveilla. Tarkoituksenmukaisen pinnoituksen saamiseksi tulisi tietää metallien ominaisuudet. (Tunturi 1999, 7.)

Metallien pinnoituksen avulla saadaan parannettua metallien ulkonäköä, pidennettyä käyttöikää ja säästetään perusmateriaalia sekä vähennettyä kappaleen painoa. Pinnoittamisen kolme tärkeintä syytä on korroosionesto, ulkonäkö ja fysikaaliset ominaisuudet, kuten pintakovuus, tartuntakerros ja kulutus. (Tunturi 1999, 8.)

Metallien pinnoitus sisältää monia eri menetelmiä. Esikäsittelynä on joko mekaaninen tai kemiallinen pinnan puhdistus. Mekaanisella puhdistuksella tarkoitetaan ruosteen tai jonkin muun kiinteän aineen poistamista metallin pinnalta. Mekaanisia puhdistusmenetelmiä ovat esimerkiksi suihkupuhdistus ja erilaiset hiovat koneet. Kemiallisella puhdistuksella puhdistetaan rasvoja ja muita liukoisia epäpuhtauksia. Fosfatoiointi, kromatoiointi ja rasvanpoisto erilaisin liuottimin ovat kemiallisia esikäsittelyjä. Seuraavissa luvuissa tarkastellaan metallipintojen esikäsittelyä ja maalausta yleisesti. Esikäsittelynä toimii rautafosfatoiointi ja maalaus suoritetaan 2-komponenttimaalauslaitteella ruiskuttamalla. (Häkkä-Rönholm & Yli-Pentti 1999, 32 - 35.)

3.1 Metallipintojen esikäsittely

Esikäsittelyyn kuuluvat kaikki toimenpiteet, jotka parantavat maalikalvon tarttuvuutta ja kestävyyttä. Esikäsittely on onnistuneen maalauksen perusta, ja suurimmat virheet maalauksissa johtuvatkin esikäsittelystä. Esikäsittely valitaan tuotteen tulevien rasitusolosuhteiden mukaan. Esikäsittely voidaan suorittaa mekaanisesti tai kemiallisesti. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001.)

Ruoste ja sellaiset epäpuhtaudet, jotka eivät lähde pesemällä tai muilla kemiallisilla käsittelyillä, täytyy poistaa mekaanisesti. Jos puhdistus vaatii molempia menetelmiä, aloitetaan yleensä ensin kemiallisella menetelmällä. Rasvat ovat ensimmäiseksi kemiallisesti poistettavia epäpuhtauksia. Kemiallisella esikäsittelyllä pinnat saadaan sellaiseksi, jotta ne voidaan pinnoittaa maaleilla tai muilla menetelmillä ilman ongelmia. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001, 60.)

3.2 Maalaus

Metallien pinnoituksella, kuten maalauksella, haetaan perusmetalleille uusia ominaisuuksia. Pinnoituksella voidaan parantaa ulkonäköä, lisätä käyttöikää, säästää perusmetallia tai keventää rakennetta.

Maalauksen tärkeimpiä tavoitteita on estää korroosion syntyminen metallin pinnalle ja saada vaadittu ulkonäkö. Maalikalvo sisältää korroosionestopigmenttejä tai katodisen suojauksen antavan pigmentoinnin. Nämä seikat sekä maalikalvon tiiveys ja tarttuvuus alustaan antavat maalikalvolle kyvyn estää korroosiota. Usein kaikkien näiden yhdistelmä antaa suojausvaikutuksen maalikalvolle.

(Tunturi ym. 1999.)

Maalauksen laatua on vaikea arvioida pelkän lopputuloksen perusteella. Siksi kaikki lopputulokseen vaikuttavat tekijät on otettava huomioon työn suunnittelussa, ohjauksessa ja tarkastuksissa. (Tunturi ym. 1999.)

4 MAALAUKSEN STANDARDIT

Maalauksen parempaa ja tasaisempaa laatua pyritään varmistamaan standardien avulla. Standardit antavat tutkittua tietoa, mutta eivät korvaa ammattitaitoa ja työkokemusta. Standardien tarkoituksena on yhdenmukaistaa määritelmiä, menetelmiä ja vaatimuksia. Tekniikan kokonaisuuden hahmottaminen helpottuu ja työn yhtenäisyyden myötä säästetään kustannuksissa, maalaustyön suunnittelussa sekä vältetään päällekkäisyyksiä. Korroosionestomaalausstandardeissa esikäsittelylle, maalaukselle, laadunvalvonnalle ja maaliyhdisteille annetaan tiettyjä vaatimuksia ja maaliaineilta sekä maaleilta vaaditaan tiettyjä ominaisuuksia, mutta kuitenkin tarkkoja koostumuksia. (Flink ym. 2009, 7.)

Suomalaiset maalaukseen liittyvät standardit ovat saatavilla Suomen Standardisoimisliitto SFS ry:stä verkkokaupasta tai asiakaspalvelusta. Standardeja saa painettuina käsikirjoina tai pdf-tiedostoina. Oheisessa taulukossa (TAULUKKO 1) on listattuna suomalaisia maalaukseen liittyviä standardeja. (Flink ym. 2009, 7 - 9.)

TAULUKKO 2. Suomalaisia maalaukseen liittyviä standardeja

Numero	Kategoria ja selite
SFS 8145	Korroosionestomaalaus. Laatuasteet suihkupuhdistettujen tai suihkupuhdistettujen ja konepohjamaalattujen teräspintojen mekaanisille esikäsittelyille.
SFS-ISO 8501:1-4	Teräspintojen esikäsittely maalilla tai vastaavilla tuotteilla ennen pinnoitusta. Pinnan puhtaus arvioidaan silmämääräisesti. Osat: <ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="746 1563 1412 1693">1. Teräspintojen ruostumistasot ja esikäsittelyvaiheet. Maalittomat teräspinnat ja maaleista puhdistetut teräspinnat. <li data-bbox="746 1756 1428 1839">2. Aiemmin pinnoitetun teräksen esikäsittelyvaiheet kun entiset pinnoitteet on paikoittain poistettu. <li data-bbox="746 1901 1412 1984">3. Esikäsittelyasteet hitseille, leikkaussärmille ja muille pintavirheellisille alueille. <li data-bbox="746 2047 1412 2130">4. Korkeapainevesisuihkutettavan osan pinnan kunnan lähtötaso, esikäsittelyvaiheet ja pikaruostumistasot.

SFS-EN ISO 8502-6	Teräspintojen esikäsitteily maalilla tai vastaavilla tuotteilla ennen pinnoitusta. Pinnan puhtauden arvioimisen testit. Osa 6: Liukoisten epäpuhtauksien kemiallinen eristäminen analysointia varten. Bresle-menetelmä.
SFS-EN ISO 8502-9	Teräspintojen esikäsitteily maalilla tai vastaavilla tuotteilla ennen pinnoitusta. Arviointitestit pinnan puhtaudelle. Osa 9: Konduktiometrinen testi vesiliukoisten suolojen määrittämiseksi kenttämenetelmänä.
SFS-EN ISO 8504-2	Ennen maalien ja vastaavien tuotteiden levitystä tapahtuva teräspintojen esikäsitteily. Esikäsitteilymenetelmät. Osa 2: Raesuihkupuhdistus.
SFS-EN ISO 8504-3	Ennen maalien ja vastaavien tuotteiden levitystä tapahtuva teräspintojen esikäsitteily. Esikäsitteilymenetelmät. Osa 3: Pintojen puhdistus käsityökaluin sekä koneellisesti.
SFS-EN ISO 12944:1-8	Suojamaaliyhdistelmillä tehtävä teräsrakenteiden korroosionesto. Maalit ja lakat. Osat: <ol style="list-style-type: none"> 1. Yleistä 2. Ympäristöolosuhteiden luokitus 3. Näkökohtia rakenteen suunnitteluun liittyen 4. Pinnan esikäsitteily ja pintatyypit 5. Suojamaaliyhdistelmät 6. Toimivuuden testaamisen laboratoriomenetelmät 7. Toteutus ja valvonta maalaustyölle 8. Uudisrakenteiden ja huoltomaalausten erittelyjen laatiminen
SFS-EN ISO 2808	Maalit ja lakat Kalvonpaksuuksien määrittäminen.
SFS-EN ISO 19840	Maalit ja lakat Suojamaaliyhdistelmillä tehtävä teräsrakenteiden korroosionesto. Kuivakalvonpaksuuksien mittaus pinnoitteista ja karheiden pintojen hyväksymisperiaatteet.
SFS-EN ISO 4624	Maalit ja lakat Vetokokeella määritettävä tarttuvuuden arviointi.

5 TYÖVAIHEET

Seuraavassa tarkastellaan yksityiskohtaisesti pintakäsittelylaitoksen työvaiheet. Jokainen työvaihe on onnistuneen lopputuloksen kannalta tärkeä ja tulee suorittaa oikein työturvallisuutta unohtamatta. Ammattitaito ja työhön perehdyttäminen ovat kuitenkin tärkeimmässä roolissa näitä työtehtäviä suoritettaessa.

5.1 Alkutarkistus

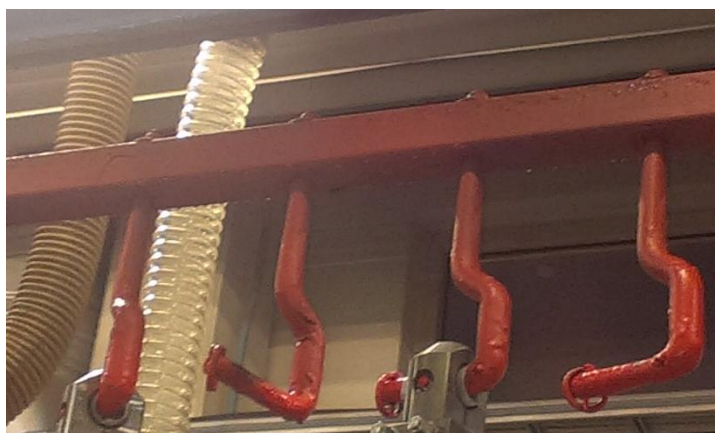
Osien saapuessa pintakäsiteltäviksi on syytä tehdä alkutarkistukset ennen fosfointipesua, jotta vältetään ongelmilta maalausvaiheessa. Ongelmat myöhemmässä vaiheessa hidastavat tuotantoa huomattavasti. Tarkistukset ovat lähinnä silmämääräisiä. Mikäli virheitä löytyy ja ne eivät ole pikaisesti samalla paikalla korjattavissa, palautetaan osakelkka palautuksille varattuun orteen. Virheet merkitään ja otetaan yhteyttä kokoonpano-osaston esimieheen.

Osien saapuessa pintakäsittelyyn tarkistetaan

- ripustus
- ylä-osan kiinnityskohdan suojaus
- puhtaus.

Ripustuksen tarkistuksella tarkoitetaan, että käsiteltävä osa on kiinnitetty osakelkkaan tukevasti, suojaus suoritettu asianmukaisesti ja yläpään lukitussokka on pitävä. Samalla varmistetaan, että kappale on tasapainossa ja pysyy koukussa osakelkkaa siirrettäessä. Orret tarkistetaan silmämääräisesti ja vialliset poistetaan linjalta korjattavaksi. Kuvassa 1 on esimerkki oikein ripustetuista sylindereistä, joiden lukitussokka on pitävä ja ripustusorsi asianmukaisessa kunnossa.

Puhtauden tarkistukseen kuuluu silmämääräinen tarkistus epäpuhtauksien kuten öljyn ja liimojen varalta. Myös muihin mahdollisesti kokoonpanossa huomaamatta jääneisiin virheisiin puututaan.



KUVA 1. Sylintereiden kiinnityskoukut ja lukitussokat ripustusorressa (Valokuva Mikko Turunen 2013.)

5.2 Rautafosfatoi

Rautafosfatoi tehdään esikäsitteilynä ennen osien maalausta. Menetelmä kuuluu epäorgaanisiin ei-metallisiin pinnoitteisiin ja se jättää teräksen pintaan ohuen kiteisen korroosiota ja maalin tarttuvuutta parantavan rautafosfaattikalvon. Fosfaattikerros vähentää sähkökemiallista korroosiota eristämällä teräspinnan mikroanodit ja -katodit toisistaan. Rautafosfatoi kuuluu sinkkifosfatoinnin kanssa yleisimpiin esikäsitteilymenetelmiin.

Menetelmä valitaan maalattavan osan rasitusolosuhteiden mukaan ja fosfatoi voidaan suorittaa upottamalla tai ruiskuttamalla. Kuvassa 2 on fosfatoi pesukone, joka suorittaa fosfatoinnin ruiskuttamalla ja sen kaikki toiminnot ovat automaattisia. Rautafosfatoi on kemikaalikustannuksiltaan edullinen ja esikäsitteilynä helposti hallittava metallipintojen puhdistusmenetelmä. Rautafosfaattikerros on yleensä 0,1 - 1,0 g/m² menetelmästä riippuen. Rautafosfaattikerroksen paksuuden mukaan värisävy vaihtelee sinisestä harmaaseen. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001, 41 - 42.)



KUVA 2. Fosfatoi pesukone (Valokuva Turunen 2013.)

5.3 Fosfatoi pesun suoritus

Alkutarkastuksen läpäisseet osat työnnetään kulkemaan fosfatoi pesukoneeseen. Tämän jälkeen käynnistetään pesu.

Esikäsitteilynä toimiva rautafosfatoi pesu sisältää viisi vaihetta:

- lämminvesihuuhtelu
- rautafosfatoi
- lämminvesihuuhtelu
- tuorevesihuuhtelu
- puhallinkuivatus.

Pesukone suorittaa pesun automaattisesti loppuun ja työntää osat kuvassa 3 näkyvistä taemmista ovista ulos ja kuivattaa ne puhaltimen avulla.

Osat on syytä kuivattaa vielä käsin paineilmapistoolin avulla, koska osissa oleviin syvempiin koloihin ja onkaloihin voi jäädä vettä.



KUVA 3. Rautafosfatointipesukoneen ulostulo ja kuivatuspuhallin (Valokuva Turunen 2013.)

Pesukoneen käyttöön liittyvä päivittäinen tehtävä on fosfatointiliuoksen happopisteen mittaus, joka suoritetaan titraamalla. Happopisteen täytyy olla 7 - 8. Happopiste korjataan lisäämällä 1000 l:n fosfatointikylpyyn 3,5 kg fosfatointiainetta yhtä puuttuvaa happopistettä kohden. (Chemetall 1999.)

Fosfatointiliuoksen kokonaishappopiste mitataan seuraavasti:

1. Otetaan pipetillä fosfatointipesuaineesta 10 ml:n näyte testilasiin.
2. Lisätään pesuainenäytteeseen 3 - 5 tippaa indikaattoriliuosta.
3. Lisätään näytteeseen noin 25 ml akkuvettä (tislattu vesi).
4. Lisätään näytteeseen natriumhydroksidia 1 ml kerrallaan välillä tarkistaen, kunnes väri muuttuu pysyvästi vaaleanpunaiseksi.

Käytetty ml-määrä natriumhydroksidia ilmaisee kylvyn kokonaishappopisteen.

5. Tarkistetaan happopiste.

(Chemetall 1999.)

5.4 Maalattavien kappaleiden suojaus

Sylintereiden liitäntöjen kierteitä ja kiinnityslaipan reikiä varten on suojaukseen tarvittavia tulppia hankittavissa valmiina. Kuvassa 4 on näkyvillä valikoima erikokoisia kiinnityslaipan DBI-tulppia. Yläpään kiinnitys on suojattu ja tarkistettu alkutarkistusten yhteydessä. Sylintereiden suojattavia kohteita ovat kierteet, laakerit, laakeripinnat ja joskus sylinterin varsi. Mahdolliset sylinterikohtaiset suojaukset selviävät mukana kulkevasta työkortista.



KUVA 4. Kiinnityslaipan suojausholkkeja (Valokuva Turunen 2013.)

Seuraavassa on kuvin 5 - 9 esitetty erilaisia suojausesimerkkejä. Suojaukselle ei ole välttämättä mitään omaa ohjetta, joten sen toteuttamiseksi voidaan käyttää omaa luovuutta.



KUVAT 5 ja 6. Laakeroinnin suojaus uudelleen käytettävällä tulpalla (Valokuva Turunen 2014.)



KUVA 7. Laakeroinnin ja päässä olevan kierteen suojaus (Valokuva Turunen 2014.)



KUVA 8. Sisäkierteen suojaus tulpalla (Valokuva Turunen 2014.)

Joidenkin sylinterimallien sylinterin varren näkyvä osa on tarpeellista suojata. Kuvassa 9 on esimerkki erään sylinterimallin varren näkyvän osan suojaus teippaamalla suoritettuna.



KUVA 9. Sylinterin varren suojaus teippaamalla (Valokuva Turunen 2014.)

5.5 Maalaus

Maalaustyö suoritetaan pintakäsittelyohjeen ja standardin SFS-EN ISO 12944-7 mukaisesti. Maalaustyössä noudatetaan maalien tuoteselosteissa annettuja työtapoja olosuhdeohjeita sekä haihdutusai-koja maalauskerrosten välillä. Tuoteselosteiden ja käyttöturvallisuustiedotteiden tulee olla maalarien käytettävissä ja heidän tulee tutustua niihin ennen työn aloittamista. Maalaustyö tehdään puhtaalle ja esikäsitellylle pinnalle mahdollisimman pian puhdistuksen jälkeen ennen pinnan uudelleen likaantumista, ruostumista tai hapettumista.

Maalattavien osien mukana kulkee aina työkortti, josta voidaan tarkistaa sylinterin tarkat tiedot ja maalausohje.

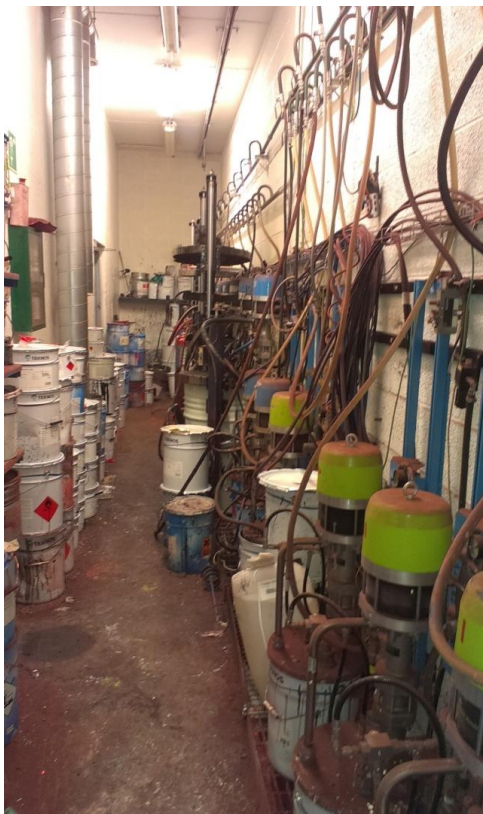
Maalit sekoitetaan valmiiksi automaattisesti Kremlin Cyclomix™ Multi 2 - komponenttilaitteella. Tarvittava maaliseos valitaan kuvan 10 mukaisesta käyttöpaneelistä, jonne on tallennettu valmiita kaavoja. Maalauslaite annostelee ja sekoittaa kovetteen automaattisesti letkuja ja putkia pitkin kuvan 11 kaltaisesta maalivarastosta. Maalauslaitteella saadaan jatkuvasti tasalaatuista maaliseosta. Laite sekoittaa vain tarvittavan määrän maalia, jolloin materiaalihukka pysyy pienenä.

Laitteella voidaan ruiskuttaa myös lyhyen käyttöajan omaavia maaleja, kuten liuotteettomia maaleja. Maalin sekoitusvaiheen jäädessä pois säästetään työajoissa. Maalin ja kovetteen sekoittuminen tapahtuu sekoitusputkessa mahdollisimman lähellä pistoolia. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001, 114 - 115.)

Ruiskutuksessa käytetään tavanomaista käsipistoolia menetelmästä riippuen. Ruiskujen ja järjestelmän puhdistus tapahtuu erillisellä liuotinpumpulla. Ruiskut asetetaan puhdistus asemaan, jolloin sekoittimeen tulevat komponenttikanaavat suljetaan ja huuhtelukanaavat avataan. Liuotin huuhtelee sekoittimen letkut ja pistoolin.



KUVA 10. 2 - komponenttimaalauslaitteen käyttöpaneeli (Kuva Epac NZ Ltd 2014.)



KUVA 11. Maalivarasto ja laitteiston pumput (Valokuva Turunen 2013.)

Pintakäsittelylaitoksella on käytössä pääasiassa Polyuretaanimaalit (PUR), jotka ovat kaksikomponenttisiä maaleja. Muoviosana käytetään hartsia (akryyli-, polyesteri- tai epoksihartsi). Kovetteena käytetään aromaattista tai alifaattista isosyanaattiyhdistettä.

Aromaattisella kovetteella saadaan joustava kulutuksen ja iskun kestävän pinnoite. Alifaattisella kovetteella saadaan hyvin säätä kestävä maalipinnoite. (Flink ym. 2009, 40.)

Polyuretaanimaalit kuuluvat 2 – komponenttisiin maaleihin joissa sideaine muodostuu ns. muoviosasta ja kovetteesta, jotka sekoitetaan yhteen ennen käyttöä. Verkkoutumisreaktio alkaa kun komponentit sekoitetaan yhteen. Tästä syystä seoksella on rajattu käyttöaika.

Maalikalvo polyuretaanimaaleissa muodostuu maaliosan hartsin reagoitessa kovetteen isosyanaatin kanssa. Maalikalvon muodostamiseen tarvitaan yli 0°C:en lämpötila. Polyuretaanimaaleja on saatavilla liuotteettomia, liuote- ja vesiohenteisia.

Liuote- ja vesiohenteisia polyuretaanimaaleja käytetään teollisuudessa epoksimaaliyhdistelmien pinta-ainoina hyvän värisävyn ja kiillon kestävyden vuoksi. (Tuisku 1999, 84.)

5.6 Kuivumisvaihe ja laadun tarkastus

Maalaustyötä ja koko prosessia tulee valvoa koko työn ajan. Valvottavia asioita ovat työnaikaiset olosuhteet (esikäsittely ja maalaus), esikäsittelyn laatu ja puhtaus, jokaisen maalikalvon oikeanlainen paksuus ja virheettömyys. (Häkka-Rönholm 1999, 163.)

Valmis maalaustyö tarkastetaan pintamaalin kuivuttua riittävästi. Tarkistetaan että maalipinta on virheetön eikä siinä ole esim. valumia, huokosia, kuivaruiskutusta, appelsiinipintaa, halkeilua, maalaimattomia kohtia tai roskia. Seuraavissa kuvissa on esitettyä muutama yleisin maalipinnan virhe.



KUVA 12. Appelsiinipinta 1 (Valokuva Turunen 2014.)



KUVA 14. Appelsiinipinta 2 (Valokuva Turunen 2014.)



KUVA 13. Roskia maalipinnassa (Valokuva Turunen 2014.)



KUVA 15. Valumat (Valokuva Turunen 2014.)

Maalauksen laatuun vaikuttavat työn suunnittelu, suoritus ja laadunvalvonta. Laadun valvonnalla varmistetaan, että työ suoritetaan ohjeiden, standardien ja sopimusten mukaan. Laadunvalvonta sisältää työvälineiden, olosuhteiden ja aineiden valvonnan sekä tarkastukset ja kirjaukset. Maalaus-työn toteutuksessa ja valvonnassa korostuu erityisesti henkilöstön ammattitaito. (Flink ym. 2009, 54 - 56.)

6 TYÖTURVALLISUUS

Maalaustöissä on käytettävä siihen soveltuvia suojaimia. Suojavarusteet kuuluvat maalarin perustarpeisiin. Varusteina maalari tarvitsee yllään hupulliset haalarit, kuten kuvassa 17 on esiteltyinä. Muita maalarin varusteita ovat nitrilisuojakäsineet, turvakengät, hengityssuojaimet (johon sisältyy hiukkas- ja aktiivihiihiisuodattimet) ja silmäsuojaimet tai vaihtoehtoisesti kasvot kokonaisuudessaan peittävä hengityssuojaimen ja maskin yhdistelmä.

Liutinaineet aiheuttavat lyhytaikaisessa altistuksessa pahoinvointia, ruokahaluttomuutta, hengitystieärsytystä ja suurina pitoisuuksina huumaustilan ja tajuttomuutta, joten niiden huuuilta on syytä suojautua hyvin. Pitkäaikainen liuotinaltistus aiheuttaa unettomuutta, keskushermostovaurioita ja henkisen tason laskua.

Liutinaineiden vaarallisuutta voidaan arvioida niiden HTP-arvojen avulla. Mitä pienempi arvo on, sitä vaarallisempaa on myös liutinaine. Liuotinaineen vaarallisuutta ei voida arvioida sen hajun perusteella, koska miedompikin haju voi olla todella vaarallista.

Maalien sisältämät sideaineet, pigmentit ja apuaineet ovat myös usein terveydelle vaarallisia.

Altistumista maalien haitallisille aineille voidaan vähentää parantamalla ilmanvaihtoa, käyttämällä turvallisempia maaleja tai henkilökohtaisia suojaimia.

Käsien kautta liutinaineet pääsevät verenkiertoon, siksi käsien suojaus onkin tärkeää. Esimerkiksi maaliroskeita ei saisi poistaa liuottimin, vaan muilla keinoin. Helpointa on siis aina suojata kädet liuottimia kestäville käsineillä. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001, 96 - 98.)

Myös muissa tiloissa on huolehdittava riittävästä ilmanvaihdosta, jotta kaikki työntekijät eivät altistu liuotinhuuille. Liuotinainepitoisuuksien noustessa riittävän suureksi on pidettävä suojaimia. Suurin merkitys ilmanvaihdolla on maalausammiossa ja värien sekoitushuoneessa, koska siellä liuotinhuuruja on eniten.

Ruiskumaalauksen hienojakoinen maaliumu vältetään hengityssuojaimella. Vesiohenteisista maaleista liuotinaineita on pyritty vähentämään, mutta silti ne sisältävät vielä huomattavan määrän liuotteita. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001, 96 - 98.)

Hengityssuojaimet:

- pölysuojain. Ei suodata liuottimia
- aktiivihiihi. Muista riittävä hapen saanti hengitysvastuksen vuoksi
- moottoroitusuodattinsuojain. Akkupuhallin puhalttaa ilman aktiivihiihiisuodattimen läpi naamarin. Ei hengitysvastusta, mutta täytyy muistaa kuitenkin ilman riittävä happipitoisuus. Esimerkki akkukäyttöisestä hengityssuojaimesta on esitettyä kuvassa 16 oikeassa reunassa.
- raitisilmasuojaimessa puhdas ilma tuodaan letkua pitkin suojaimelle. Ilma on varmasti puhdasta, mutta letku voi rajoittaa liikkumista. Voidaan käyttää myös suljetuissa tiloissa, mutta silti tarvitaan toinen henkilö valvomaan työskentelyä. Myös paineilman puhtaus täytyy varmistaa. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001, 96 - 98.)



KUVA 16. Hengityssuojaimet (Kuva Nestori-Tuote 2006.)



KUVA 17. Maalarin suojarusteet (Valokuva Lindholm 2011.)

Maalituotteista täytyy löytyä pakkausmerkinnät ja käyttöturv tiedotteiden on oltava käyttäjän saatavilla. Maalituotteiden pakkauksista tulee löytyä myös merkinnät vaaratekijöistä ja tuotteiden käsittelyssä noudatettavista turvallisuustekijöistä. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001, 96 - 98.)

Terveydelle vaarallisten tuotteiden käyttöturvallisuustiedote sisältää seuraavat asiat:

- tunnistetiedot kemikaalista ja sen valmistajasta
- aineosien koostumukset ja tiedot
- kuvaus vaarallisista ominaisuuksista
- ensiapuohjeet
- tulipalovaarat ja ohjeet niiden varalle
- päästöjen torjunta
- varastointi ja käsittely
- henkilökohtaiset suojaimet

- fysikaaliset ominaisuudet
- käyttäytyminen
- jätteet
- kuljetus
- kemikaalimääräykset
- ympäristötekijät.

(Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001, 96 - 98.)

Paloturvallisuus tulee huomioida tarkoin maalaustöitä tekevässä yrityksessä. Liuottimet ovat erittäin paloherkkiä aineita. Ne aiheuttavat maalaustöissä palo- ja räjähdysvaaran. Tulitöiksi luokiteltavat työt mukaan lukien tupakointi on siksi maalaamon tiloissa kielletty. Staattisen sähkön ehkäisemiseksi käytetään erilaisia maadoituksia ja antistaattisia letkuja. Sähkölaitteiden taas tulee olla maalaamokäyttöön tarkoitettuja ja hyväksytyjä. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001, 98.)

7 ASIAKKAAN VAATIMUKSET

Pintakäsittelyn laatu on yhä tärkeämpää koska tilaajien laatuvaatimukset ovat nousseet ja nykyään vaaditaankin parempaa korroosionkestoa tiukkojen standardien mukaan.

Kovassa käytössä olevien työkoneiden osien tulisi näyttää hyvältä ja olla pitkäikäisiä. Korroosionkesto on kohtuullisella tasolla, mutta pinnan kestävyydeltä toivoisi aina parempaa. Seuraavassa on listattuna tärkeimpiä maalattavilta tuotteilta vaadittavia ominaisuuksia ja asiakkaiden vaatimuksia:

- korroosionkesto
- ulkonäkö
- laatu
- tilaajan standardit
- pidentyneet käyttöiät ja huoltovälit
- toimitusajat.

(Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001.)

7.1 Korroosionkesto

Ulkokäyttöön tulevilta tuotteilta vaaditaan hyvää korroosionestokykyä. Tuotteen korroosionkestominaisuuksilta vaaditaan paljon rankoissa olosuhteissa. Raskaissa metallituotteissa, silloissa, laivoissa ja prosessiteollisuudessa maalauksen korroosionestokyky on tärkeämpi kuin ulkonäkö. Pidentyneiden huoltovälien myötä osia tarkastetaan vähemmän, joten kestävyydeltä vaaditaan enemmän. (Tunturi ym. 1999.)

7.2 Ulkonäkö

Ulkonäöltä aletaan vaatia nykyisin yhä enemmän. Jopa raskaassa käytössä olevien työkoneiden osien tulisi olla ulkonäöltään laadukas kestävyyttä unohtamatta. Ulkonäköä tarvitaankin lähinnä tuotteen myyntivaiheessa, käytössä sillä ei ole niinkään merkitystä. Tyypillisiä maalipinnan ulkonäkövaatimuksia ovat mm. maalipinnan kiiltoaste, tasaisuus, roskattomuus ja tasavärisyys. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001, 9.)

7.3 Laatu

Laatu on asiakkaalle tärkeää ja siihen vaikuttavat monet asiat. Pintakäsittelyn kaikki vaiheet alusta alkaen vaikuttavat lopputulokseen. Laatu ei arvioida pelkän valmiin maalikalvon perusteella, vaan siihen vaikuttavat myös suunnittelu, työn osuus ja itse laadunvalvonta. Laadunvalvonnan tavoitteena on varmistaa, että maalaus suoritetaan sopimusten, ohjeiden ja standardien mukaisesti. Laadunvalvonta käsittää välineiden, olosuhteiden ja aineiden valvonnan, tarkastukset ja kirjaukset. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001.)

Muutamia suoraan tai epäsuorasti pintakäsittelyn laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat:

- Rakenteen suunnittelu

Tärkeimpinä asioina mainittakoon terävien reunojen välttäminen ja luoksepäästävyys. Rakenteen teräviin kulmiin kohdistuu usein ympäristöä voimakkaampi kulutus. Ilman erikoistoimenpiteitä maalauksen kuivakalvon paksuus voi näissä terävissä kulmissa jäädä vajaaksi. Luoksepäästävyydellä tarkoitetaan sitä, että tuotteen jokainen pinta on päästävä kunnolla tarkastamaan, puhdistamaan ja maalaamaan. (Tunturi Pirjo 1999, 22.)

- Pintakäsittelyn suorituspaikka ja ajankohta

Puhdistus- ja maalaustyö tehdään maalintoimittajan antamien ohjeiden mukaisissa olosuhteissa. Olosuhteilla on suuri vaikutus pintakäsittelyn laatuun ja lopputulokseen. Yleisin epäonnistuneen maalauksen syy on maalattavalle pinnalle jäänyt rasva. Ilman suhteellinen kosteus vaikuttaa eri tavoin maalityyppien kuivumiseen ja maalikalvon muodostumiseen. Yleisesti ottaen noudatetaan maalien teknisissä tiedotteissa annettuja maalausolosuhteita. Yleensä liuotinhenteisiä maaleja käytettäessä ilman suhteellisen kosteuden tulisi olla alle 80 %.

Ilman lämpötilan vaikutus maalin kuivumiseen ja kalvonmuodostumiseen on oleellinen. Yleisesti voidaan sanoa, että mitä korkeampi lämpötila sitä nopeampi kuivuminen. Alhaiset lämpötilat taas vaikuttavat maalattavuuteen, kuivumiseen ja kestävyYTEEN. Alhaisessa lämpötilassa myös maalin viskositeetti nousee ja maalia joudutaan ohentamaan enemmän.

Korkea lämpötila ja liiallinen tuuletus vaikuttavat myös haitallisesti lopputulokseen. Liuotteet ja ohenteet haihtuvat pinnasta liian nopeasti, mikä johtaa maalipinnan nopeaan sulkeutumiseen. Tällöin osa maalikalvon sisään jääneistä liuotteista voi aiheuttaa kalvoon repeilyä, kraattereita tai kuplia. (Tunturi ym. 1999.)

- Valittu maalausjärjestelmä ja värisävy

Taloudellista ja tarkoituksenmukaista maalausjärjestelmää valittaessa tarkastellaan maalattavaa kohdetta kokonaisuutena. Järjestelmän maalien täytyy soveltua kohteen sijaintiin, toistensa yhteyteen, esikäsittelymenetelmään ja vallitseviin maalausolosuhteisiin. Maalausjärjestelmän maalien muodostaman maalikerrosten tulisi olla riittävän paksu ja korroosioneston taloudellinen. Ympäristön rasisluokat antavat suosituksen valittavalle maalausjärjestelmälle. (Tunturi ym. 1999.)

- Työn aikataulutus ja käytettävissä oleva aika

Työn aikataulutus voidaan jakaa jotakuinkin määritettyjen aikojen mukaan. Työaikojen liiallinen kiristys vaikuttaa lähinnä haitallisesti laatuun ja lopputulokseen. Kiire näkyy huolimattomuutena. Liikaa nopeutettu maalin kuivuminen vaikuttaa haitallisesti laatuun ja lopputulokseen.

7.4 Tilaajan standardit

Tilaajalla voi ja onkin yleensä omat laatuvaatimuksensa, joihin myös urakoitsijan täytyy yltää. Laatuvaatimukset määräävät melko paljon urakoitsijaa valittaessa. Kun on voimassa oleva laatujärjestelmä, täytyy urakoitsijan myös tehdä laatusuunnitelma, jossa määritellään saavutettavissa oleva taso, menetelmät, työohjeet, valvonta ja tarkastukset. Suunnitelma sisältää myös selvityksen henkilökunnan ammattitaidon yleisestä vaatimustasosta. Urakoitsijan täytyy siis ylläpitää omaa laatujärjestelmäänsä ajan tasalla, jotta tilaajan vaatimukset täyttyvät.

7.5 Pidentyneet käyttöiät ja huoltovälit

Laitteiden käyttöiän ja huoltovälien pidentymistä on myös pintakäsittelyn laadun ja kestävyuden oltava parempaa. Pidempien tarkastusvälien myötä on myös pintakäsittelyn kestävä. Esimerkiksi ruoste jota ei huomata ajoissa, voi levitä paljonkin pitkän huoltovälin aikana.

7.6 Toimitusajat

Kovan kilpailun kasvaessa vaaditaan nopeaa toimitusaikaa joka aiheuttaa lisää haasteita hyvän laadun pitämiseksi. Toimitusten täsmällisyys antaa asiakkaalle yrityksestä hyvän kuvan niin laadullisesti kuin toiminnallisestikin.

8 KEHITYSIDEAT

Kehitysideat ovat lähinnä ajatustasolla ja niihin tulisi tutustua tarkemmin käyttökelpoisuuden varmistamiseksi. Osa näistä kehitysideoista onkin aloitettu jo kehittämään eteenpäin.

8.1 Maalausprosessi

Maalausvaiheen kehityksessä ensimmäisenä ajatuksena tulisi automatisointi. Varsinaista maalausrobotia ei tarvitsisi vaan kappaleen pyöritys ja ruiskutus automatisoitaisiin. Maalattavat tuotteen ovat suurimmaksi osaksi sylintereitä, joten monen tyyppisiä kiinnittimiä kappaleiden liikuttamiseen ei tarvittaisi. Maaliruiskua voitaisiin liikuttaa x- ja y-suunnassa ja kappaletta pyöritettäisiin sopivalla nopeudella.

Ihminen tarvittaisiin kuitenkin vielä korjausmaalauksiin, joihinkin erikoisempien tuotteiden maalauksiin ja laaduntarkkailuun.

8.2 Esikäsittely

Nykyisen rautafosfointipesun vaihto kokonaan eri esikäsittelyyn. Esille nousi Candor Oy:n zirkoniumkäsittely. Tämä käsittely voisi korvata nykyisen fosfatoinnin ja toimisi samoilla laitteilla pienin muutoksin.

Samalla voitaisiin vaikuttaa maalattavan tuotteen laatuun ja kestävyYTEEN esikäsittelyn kautta.

8.3 Ruiskutus

NitroThermSpray- menetelmä. Käytetään lämmitettyä tyypeä maalin ruiskutuksessa paineilman sijaan. Saadaan huomattava materiaalin säästö ruiskutuksen yhteydessä vähemmän pölyämisen ja pienemmän ruiskutuspaineen ansiosta. Menetelmä nopeuttaa kuivumista ja antaa maalaukselle paremman pinnanlaadun.

Laitteisto ottaa typen ilmasta, joten erillisiä tyyppisäiliöitä ei vaadita. Etuna on myös nopea asennus nykyisten laitteiden yhteyteen. (Nanordic Oy 2013.)

9 YHTEENVETO

Työn lähtökohta oli työvaiheiden ohjeistuksen päivittäminen ja yhtenäistäminen. Tärkeänä osana oli uuden, Puolaan valmistuvan pintakäsittelylaitoksen ohjeiden laatiminen. Uusi pintakäsittelylaitos tulee olemaan vastaavanlainen kuin jo olemassa oleva Siilinjärven laitos. Erona uudessa pintakäsittelylaitoksessa tulee olemaan lähinnä eri laitevalmistajat. Ohjeiden tarkoituksena tuli olla perusohjeistus toiminnasta ja niiden tarkoitus ei ollut poistaa työntekijöiden perehdytystä.

Opinnäytetyön tuloksena valmistui työnohjeistus Finnish Steel Painting Oy:n pintakäsittelylaitoksen tuotannon toiminnalle. Ohjeistus toimii FSP:n Siilinjärven ja uuden Puolassa sijaitsevan pintakäsittelylaitoksen toiminnan tukena. Lisäksi työssä suunniteltiin kehitysideoita toiminnan tehostamiseksi. Kehitystyötä oli jo jonkin verran aloitettu. Tuotannon automatisointi kehittyy tulevaisuudessa maalauksen automatisoinnin osalta. Ihmistyötä ei voida kuitenkaan jättää maalauksesta pois laadun tarkailun, korjausmaalausten ja muiden pienempien maalausten vuoksi.

Opinnäytetyön haasteena oli työn rajaus ja ohjeiden pitäminen tarpeeksi yksinkertaisina. Työstä olisi voinut tulla hyvinkin laaja erilaisten tieteellisten tutkimusten kautta. Lopputuloksena työstä saatiin selkeät ohjeet FSP:n toiminnalle, josta liitteenä seuraa pintakäsittelylaitoksen työnohjeistus.

LÄHTEET

CHEMETALL FINLAND Oy 1999. Tuotekuvaus. Gardobond A4932.

EPAC NZ Ltd. [verkkosivu]. [viitattu 10.5.2014.] Saatavissa:

<http://www.epacnz.co.nz/webapps/p/82931/174128/440600>

FLINK Raimo, KILLSTRÖM Tiina, KILPINEN Juha, KOTILAINEN Pekka, TUISKU Leena 5/2009. Metallipintojen teollinen maalaus. [verkkosivu]. Tikkurila Oy [viitattu 10.5.2014]. Saatavissa:

http://www.tikkurila.fi/files/5017/Metallipintojen_teollinen_maalaus_2009.pdf

JOKINEN Isto, KUUSELA Asko, NIKKARI Tapani 2001. Metallituotteiden Maalaus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

NANORDIC Oy 2013. Nitrotherm Spray. [verkkosivu]. [viitattu 10.5.2014.] Saatavissa:

<http://www.nitrothermspray.fi>

NESTORI-TUOTE 2006. [verkkosivu]. [viitattu 10.5.2014.]

<http://www.nestori-tuote.fi/?p=productsList&iCategory=20>

TIKKURILA Oy 2013. Ongelmat teollisessa pintakäsittelyssä. [verkkosivu]. [viitattu 10.5.2014.] Saatavissa:

http://www.tikkurila.fi/teollinen_maalaus/metalliteollisuus/ongelmat_teollisessa_pintakasittelyssa

TUNTURI Pirjo, TUNTURI Pekka, FORSEN Olof, HARJU Tapio, HÄKKÄ-RÖNNHOLM Eva, JÄRVINEN Iikka, KAUPPILA, Juha, KINNUNEN Jorma, KOPONEN Matti, LAITINEN Kai, MAHIOUT Amar, MÄNTYLÄ Tapio, PAAVILAINEN Jorma, PYÖRIÄ Erkki, TUISKU Leena, VESTERINEN Hannu, VUORISTO Petri, YLI-PENTTI, Arto 3/1999. Metallien Pinnoitteet ja Pintakäsittelyt. Tampere: Tammer-Paino Oy.