

Tuomas Vesalainen

Peltikaton maalaustyön laadunvarmistusmenet- tely

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

22.11.2012

Tekijä(t) Otsikko	Tuomas Vesalainen Peltikaton maalaustyön laadunvarmistusmenettely
Sivumäärä Aika	41 sivua + 2 liitettä 22.11.2012
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Talonrakennustekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Erno Olkkonen Laatu- ja ympäristövastaava Dennis Lönström
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin NCC Rakennus Oy:lle. Työn tavoitteena oli löytää laadunvarmistuskeinot peltikaton maalaustyön suorittamiselle. NCC Rakennus Oy:n korjausyksikössä tehtyjen havaintojen ja kirjallisuustutkielman perusteella voitiin todeta ongelmien liittyvän pääosin maalattavan alustan esikäsittelyjen ja maalausolosuhteiden laadunvarmistuksen puuttumiseen.</p> <p>Aiheeseen perehtyminen tapahtui pääosin maalaustöitä käsittelevän kirjallisuuden kautta. Yrityksessä tehdyn haastattelun kautta saadun tiedon perusteella pystyttiin kohdentamaan kriittisimmät tekijät, joiden laadunvarmistukseen etsittiin ratkaisut kirjallisuudesta. Haastattelun perusteella ja yrityksen ohjauksen kautta muodostui käsitys tarvittavan ohjeistuksen pääpiirteistä.</p> <p>Opinnäytetyössä selvitettiin sinkityn teräsohutellevyn ominaisuudet katemateriaalina ja sen erikoispiirteet maalauslupana. Myös erilaisten ulkomaalauksessa käytettävien maalien sekä esikäsittely- ja maalausmenettelyjen ominaisuuksia vertailtiin. Työn rajattiin käsittelemään uuden peltikaton maalaustyötä, mutta myös vanhan peltikaton huoltomaalaukseen otettiin lyhyesti kantaa.</p> <p>Varsinainen laadunvarmistusmenettelyn ohjeistus (liite 1) tehtiin uusien peltikattojen maalaustyölle. Lopputuotteena syntynyt ohjeistus suunnattiin työmaiden käyttöön. Sen käytännöllisyyden varmistamiseksi siitä pyrittiin tekemään selkeä, yksiselitteinen ja tiivis kokonaisuus. Ohjeistuksen mahdollisella jatkokehityksellä ja käyttökokemuksien kautta kerätyllä tiedolla sitä voidaan täydentää sekä täsmentää.</p>	
Avainsanat	laadunvarmistus, peltikatto, maalaustyö, ulkomaalaus, ohjeistus

Author(s) Title	Tuomas Vesalainen Quality Verifying Methods for Painting a Tin Roof
Number of Pages Date	41 pages + 2 appendices 22 November 2012
Degree	Bachelor of Construction Site Management
Degree Programme	Construction Site Management
-	-
Instructor(s)	Erno Olkkonen, Senior Lecturer Dennis Lönnström, Quality and Environment Supervisor
<p>This thesis was made on request by NCC Rakennus Oy. The aim of this project was to find quality verifying methods for painting a tin roof. Main problems were caused by poor pre-treatment protocol and overlooking weather condition recommendations for painting. These observations were based on the company's experiences from previous projects. Also the knowledge gathered from literature supported this point of view.</p> <p>Familiarizing with the subject was mainly done by exploring literature covering outdoor painting. Interviews made with the company's personnel were helpful in discovering the biggest problems and finding the best methods to control these matters.</p> <p>The thesis introduces special features of galvanized steel sheets and their requirements as painting surface. Also different kinds of outdoor paints, pretreatment protocols and painting methods are covered. The project focused on painting a new tin roof but also maintenance painting is slightly explained.</p> <p>The quality verifying method instruction (appendix 1.) was made only for when painting new tin roofs. The instruction is designed to be used at a worksite and for usage of its personnel. It was made to be clear, compact and straightforward so it would be easy to put to use. With user experiences and follow-up improving the instruction can be backfilled and clarified.</p>	
Keywords	quality verifying methods, painting, tin roof, instruction

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Vesikatto	2
2.1	Katto on osa julkisivua	2
2.2	Vesikate	2
2.2.1	Pelti vesikatteen materiaalina	2
2.2.2	Peltikattojen historiaa	3
2.3	Saumattu peltikate eli rivipeltikate	4
2.3.1	Kuumasinkitty teräspelti	4
2.3.2	Sinkkipinta teräsohutlevyn suojakerroksena	5
2.4	Sinkkipinta ja rakennusmateriaalit	7
2.4.1	Sinkkipinta ja muut metallit	7
2.4.2	Muut rakennusmateriaalit	8
2.5	Sinkkipinnan säilytyksen aikainen suojaus	8
2.5.1	Orgaaninen passivointi	9
2.5.2	Kromatointi	9
2.5.3	Fosfatoi	9
3	Peltikattojen maalaus	10
3.1	Maali suojaa sinkkipintaa	10
3.2	Työturvallisuus	11
3.3	Esikäsittely	12
3.4	Sinkityn teräsohutlevyn maalaus	14
3.5	Maalausolosuhteet	15
3.5.1	Maalausalustan ja ilmankosteus	15
3.5.2	Ilman lämpötila	16
3.6	Maalit	17
3.6.1	Sideaine	18

3.6.2	Pigmentit	18
3.6.3	Liuotteet ja ohenteet	19
3.6.4	Apuaineet	19
3.7	Fysikaalisesti kuivuvat maalit	19
3.7.1	Vinyylimaalit	19
3.7.2	Akryylimaalit	20
3.7.3	Kloorikautsumaali	20
3.8	Kemiallisesti kuivuvat maalit	20
3.8.1	Alkydimaalit	21
3.8.2	Epoksimaalit	21
3.8.3	Polyuretaanimaalit	21
3.9	Huoltomaalaus	21
4	Maalaustyön laadunvarmistus	23
4.1	Laadunvarmistus	23
4.2	Laadunvarmistus NCC:llä	23
4.3	Esikäsittelyn ja maalausalustan puhtauden laadunvarmistus	24
4.4	Maalausolosuhteet	25
4.5	Maalikalvon laadunvarmistus	25
4.5.1	Kalvonpaksuuden mittaus	26
4.5.2	Tartunnan mittaus	26
4.5.3	Huokoisuuden mittaus	28
4.5.4	Kiillon mittaus	29
5	Haastattelut	30
6	Tutkimustulos	32
7	Jatkotutkimustarve	35
8	Yhteenveto	37
	Lähteet	38

Liitteet

Liite 1. Peltikaton maalaustyön laadunvarmistusmenettelyn ohjeistus

Liite 2. Asiantuntijahaastattelu

Lyhenteet ja termit

μm	Mikrometri. Yksi miljoonasosa metristä, joka on SI-järjestelmän mukainen pituuden yksikkö. [1]
g/m^2	Yksi gramma yhtä neliömetrin pinta-alaa kohden. Käytetään kuvastamaan esim. pinnoitteen määrä levyn pinnalla. [1]
MPa	Megapascal. Tuhat pascalia, joka on SI-järjestelmän mukainen paineen yksikkö. [1]
kV	Kilovoltti. Tuhat voltia, joka on SI-järjestelmän mukainen jännitteen johdannaisyksikkö. [1]
Alifaattinen- hiilivety	Suoraketjuinen hiilivety (hiilen ja veden yhdiste) [2]
Alkaalisuus	Kemiallinen emäksisyys [3]
Aromaatti- nen hiilivety	Tasomainen ja rengasrakenteinen hiilivety [2]
Duplex- menetelmä	Pinnan korroosionestokäsittely kuumasinkityksellä ja maalauksella [4]
Emulsio- pesu	Pesu kahden nesteen seoksella, esimerkiksi laimennettu happo [5]
Esteri	Orgaaninen yhdiste, esimerkiksi rikkihappo [2]
Galvanointi	Metallin päällystäminen hitaammin hapettuvalla metallilla [6, s.59]
Hartsi	Liima tai polymeeriseos, josta kovettamalla tehdään muovia [7]
Homo- geeninen	Tasalaatuinen, aineksiltaan tasakoosteinen [8]

Kaksikomponenttinen	Kaksiosainen, esimerkiksi epoksimaalin muovi- ja koveteosa [7]
Kastepiste	Piste jossa vesihöyryä sisältävän kaasun (esim. ilma) suhteellinen kosteus on 100 %. [9]
Kemiallinen passivointi	Tehtaalla tehty väliaikainen korroosionsuoja teräsohutellevyille [7]
Ketoni	Orgaaninen yhdistelmä, esimerkiksi asetoni [2]
Konesaumattu peltikatto	Vesikatto, katemateriaalina on koneellisesti saumattu teräsohutellevy [10]
Korroosio	Materiaalin muuttuminen käyttökelvottomaksi ympäristön vaikutuksesta (esim. raudan ruostuminen) [7]
Kromatointi	Materiaalin kemiallinen passivointi ympäröivien olosuhteiden vaikutuksia vastaan [5]
Lämpöliike	Lämmönmuutoksista johtuvaa aineen liikettä [11]
Mustapelti	Rautapelti joka on ruosteensuojamaalattu pellavaöljymaalilla jonka pigmenttinä nokimusta [12]
Peittaus	Kemiallinen käsittely jolla voidaan puhdistaa esim. teräsohutellevyn pinta, kemiallinen ruosteenpoisto [5]
Peltikatto	Vesikatto, jonka katemateriaalina pelti [10]
Pigmenttivolyyminsentraatio	Pigmenttien määrä käytetyssä maalissa [7]
Polymeeri	Molekyylit, jossa pienet molekyylit ovat liittyneet toisiinsa, esim. muovi [13]

Profiilipelti- katto	Poimu-, pystysauma- tai muotolevykate [10]
Raakapuu	Jalostamaton puuaines [5]
Reaktiivinen metalli	Voimakkaasti muiden aineiden kanssa reagoiva metalli [5]
Rullapelti	Konesaumattun peltikatteen katemateriaalina toimiva teräsohutlevy, kutsutaan myös rivipelliksi [10]
Ruostumi- nen	Katso korroosio
Sideaine	Sitoo maalin yhtenäiseksi kalvoksi ja pitää kiinni pinnassa [7]
Sinkitty teräsohutlevy	Teräksestä valmistettu levy joka on kuumasinkitty [14]
Sinkkifos- faatti	Korroosionestopigmentti [15]
Sinkkipatina	Emäksinen sinkkikarbonaatti [16]
Sinkkipöly	Korroosionestopigmentti [15]
Soodapesu	Soodan ja veden muodostamalla emäksisellä liuoksella pesu [5]
Sähkökemi- allinen jännitesarja	Taulukko joka järjestää metallit epäjaloimmasta jaloimpaan [17]
Valkoruoste	Sinkin korroosiotuote, joka heikentää maalin tarttuvuutta [18]
Valssaus	Metallin muokkaamista ja sen lujittamista [19]
Valssihilse	Valssauksessa syntyvä sivutuote [7]

Vasarapelti Vasarakoneella taottu pelti [10]

Verkkoutu- Maalikalvon kovettuminen [20]
minen

Viskositeetti Kuvastaa nesteen tai kaasun kykyä vastustaa virtaamista [5]

1 Johdanto

Peltikattojen uusissa maalipinnoitteissa on havaittu vuosien saatossa laatuongelmia monissa kohteissa ja näin on myös NCC Rakennus Oy:ssä. Epäonnistuneet peltikatteiden maalaussuoritukset aiheuttavat jatkuvasti lisäkustannuksia ja ovat haitaksi yrityksen julkisuuskuvalle. Mestarityö tehtiin NCC Rakennus Oy:n talonrakentamisen toimialayksikölle ja sen käytettäväksi.

NCC Rakennus Oy on Ruotsissa toimivan NCC AB:n tytäryhtiö. Yrityksen toimialoina ovat asunto-, talon-, infra- ja korjausrakentaminen. NCC Rakennus Oy toimii tytäryhtiöidensä kautta myös Venäjällä ja Baltiassa. Konserniin kuuluu myös oma rakennussuunnittelutoimisto Optiplan Oy. NCC Rakennus Oy palveluksessa oli vuonna 2011 keskimäärin 2700 henkilöä. [21]

Vesikatteen tehtävänä on suojata rakennuksen sisäosia vedeltä, ja näin ollen sen vedenpitävyys on merkittävä tekijä katteen toimivuutta tarkastellessa. Vajavainen tai vaurioitunut maalipinta altistaa katteen pinnan ulkopuolisille rasituksille ja on näin riskitekijä koko rakennuksen toimivuudelle. Vesikatto on myös yksi talon julkisivuista, ja tämän vuoksi sen ulkonäkö on arkkitehtonisesti tärkeä tekijä.

Mestarityötä tehdessä kirjallisuustutkielmalla kerättiin pohjatieto, jotta voidaan ymmärtää, mistä maalipinnan epäonnistuminen johtuu ja miten se vaikuttaa vesikatteen toimintaan. Työtä tehdessä suoritettiin asiantuntijahaastattelu, jonka pohjalta saatiin näkökulmia oikeiden työmenetelmien hallintaan ja epäonnistuneiden työsuoritusten vaikutuksiin. Varsinainen ohjeistus (liite 1) tehtiin kaiken kerätyn tiedon pohjalta ja rakennusalan yleisiä ohjeita, kuten RT-kortistoa, noudattaen.

Tavoitteena olivat konkreettisen laadunvarmistuskeinot, jotka ovat yksinkertaisesti työmaalla toteutettavissa ja joita noudattamalla peltikattojen maalaustyössä ilmenneet laatuongelmat poistuvat. Tämän johdosta yritykselle haluttiin opinnäytetyön pohjalta lopputuotteena syntyvä ohjeistus, joka kertoo yksityiskohtaisesti, konkreettisesti sekä samalla mahdollisimman tiiviisti, mitä tarkastetaan ja miten.

2 Vesikatto

2.1 Katto on osa julkisivua

Vesikatolla tarkoitetaan rakennuksen katon ylintä kerrosta, jonka tehtävänä on suojata rakennuksen sisäosia säänvaihteluilta, kuten vesi- ja lumisateelta. Sen voidaan sanoa olevan myös talon viides julkisivu, ja näin ollen sen muoto sekä katemateriaali vaikuttavat merkittävästi rakennuksen ulkonäköön. Vesikatto voidaan jakaa rakenteellisesti kuormitusta vastaanottavaan, rakennusrunkoa jäykistävään ja lämpöä eristävään rakenteeseen sekä vesikatteeseen. [22]

2.2 Vesikate

Rakennuksen vesikaton vettä pitävää osaa kutsutaan vesikatteeksi. Sen ensisijaisena tehtävänä on veden- ja lumenpoisto, jonka takia katteen vedeneristys ja pitkäkestoisuus ovat tärkeitä ominaisuuksia. Siihen kohdistuu erilaisia rasituksia, kuten auringon aiheuttamat lämpöliikkeet ja kemialliset muutokset. Näiden lisäksi Suomen ilmaston kaltaisissa olosuhteissa rasitusta aiheuttavat lumi ja jää sekä huoltotoimenpiteet, esimerkiksi kävely ja lumenpoisto. Erilaisia vesikatetyyppejä ovat turve-, päre-, paanu-, olki-, ruoko-, huopa-, tiili- ja peltikate. Nykyisin yleisimpinä katemateriaaleina ovat pelti-, tiili- ja huopakatteet. [23]

2.2.1 Pelti vesikatteen materiaalina

Nykypäivänä puhuttaessa peltikatosta tarkoitetaan ensisijaisesti sinkitystä teräsohutlevystä koneellisesti saumattua katetta. Muita metallikatteiden materiaalivaihtoehtoja ovat homogeenisestä metallilevystä tehdyt kupari- ja rautakatteet. Homogeenisestä levystä tehdyt katteet ovat käyttöikänsä pidempikestoisia kuin teräsohutlevykate, mutta samalla myös materiaalikustannuksiltaan kalliimpia ja eivät sovellu sen takia rakennuksien katteiksi. [12]

Peltikatteet voidaan jakaa pääryhmiin profiilipeltikatot tai saumatut peltikatot. Eroina katteilla on kiinnitystapa ja peltilevyn muoto. Profiilipeltikatteet ovat erikokoisia valmiita peltikappaleita, jotka kiinnitetään päältä ruuvien ja tiivistysrenkaiden avulla. Saumattu

peltikate taas tehdään peltikaistaleista piilokiinnikkein kiinnittäen. Jako kattojen kesken voidaan tehdä myös peltilaadun mukaan. Mahdollisia eri materiaaleja ovat kupari, kuumasinkitty eli galvanoitu teräslevy ja muovipinnoitettu teräslevy sekä näiden lisäksi vähemmän käytetyt sinkkipelti, ruostumaton teräs ja alumiini. [12]

2.2.2 Peltikattojen historiaa

Peltiä on käytetty vesikatteen materiaalina 1700-luvulta lähtien, mutta sen käyttöä rajoittivat korkea hinta ja alttius ruostumiselle. 1700-luvun alusta 1800-luvun puoliväliin, jolloin galvanoitu pelti tuli käyttöön, tuli peltilevyt käsitellä molemmin puolin sekä saumoista. Öljymaali, öljy, terva, kivihiiliterva ja bitumituotteet ovat olleet perinteisesti peltikattojen suoja-aineita. [24]

1700- ja 1800-luvuilla käytetty levykoko poikkeaa myös tämän hetken normeista, tuolloin suosituimpia kokoja olivat 450 x 590 mm ja 720 x 1440 mm sekä levyn paksuus oli nykyisen 0,5 mm:n tai 0,6 mm:n sijasta hieman yli 1 mm. Kattojen ajanjaksolle tyypillisen ruudullisen ulkonäön syynä oli nimenomaan levykoko, jonka takia harjalta räystäälle tarvittiin useita peltipaloja. [12]

Aluksi peltipalat oli tapana naulata kiinni, mutta 1700-luvun lopussa siirryttiin levyjen saumaamiseen. Levyjen valssaus tuli käyttöön 1800-luvulla. Esivalmistelu ei ollut ajan käytäntönä, joten levyjen reunatkin taivutettiin vasta työmaalla. 1700-luvun lopulla peltikaton saumakorkeudeksi suositeltiin 35 mm. [12]

Ensimmäisiä käytettyjä peltityyppejä olivat vasarapelti ja valssattu mustapelti. Vasarapelti sai nimensä siitä, että se taottiin vasarakoneilla litteäksi. Sinkkipelti syrjäytti nämä 1920-luvulla, ja syynä tähän oli parempi korroosionkesto. Rullapelti yleistyi konesaumauksen yhteydessä 1960-luvulla. 1970-luvulla muovipinnoitteet tulivat käyttöön. Nykyisin pelti on useimmiten kuumasinkittyä ja alumiinipeltiä käytetään vähäisissä määrissä. [24]

2.3 Saumattu peltikate eli rivipeltikate

Saumattu peltikate on toimiva ratkaisu Suomen olosuhteisiin, koska lämpövaihtelujen aiheuttama lämpöliike saadaan ohjattua saumoja hyödyntäen haluttuun suuntaan. Saumattujen peltikattojen kesken jako voidaan tehdä käsin tai konesaumattuihin katteisiin. Konerivipelti on leveydeltään 530-540 mm ja käsirivi 510mm peltien paksuuksien ollessa 0,5 ja 0,6mm. 0,5mm paksun peltin sinkkikerros ei murru saumatessa ja se on tämän takia suositeltavampi vaihtoehto. [12]

Käsin saumatessa peltiä työstetään vasaraa tai puunuijaa ja vastavasaraa työkaluina käyttäen. Käsin saumausta varten pellit esivalmistellaan lyömällä puunuijalla rivipeltien saumat penkissä kiinni olevaa kulmarautaa vasten. Näin pienen sauman korkeudeksi saadaan 40mm ja ison sauman korkeudeksi 50mm. [12]

Koneellisesti saumatessa rivipellit liitetään toisiinsa saumauskoneilla. Rivipellit ovat rullapeltiä, joka syötetään rivinvetokoneeseen, jossa saumat muodostuvat. Piippujen juuret, jiiirit, läpiviennit liitetään yhteen käsityökaluja käyttäen. [25]

Molempia tekniikoita käyttäessä lappeella oleviin saumoihin laitetaan saumamaali. Sen tehtävänä on estää veden siirtyminen sauman sisään. [25]

2.3.1 Kuumasinkitty teräspelti

Kuumasinkitty teräspelti on 0,5 mm tai 0,6 mm paksua teräsohutlevyä, jota peittää sinkkikerros. Alun perin sitä kutsuttiin galvanoiduksi teräkseksi sen patenttoijan ranskalaisen Sorelin mukaan. Hän kutsui menetelmää vuonna 1837 patenttihakemuksessaan galvanoinniksi, jolla hän viittasi sinkkipinnoitteen vaurioituessa syntyvään galvaaniseen suojaan. Sinkin suojaava vaikutus teräkselle oli todettu jo vuonna 1741 ranskalaisen kemistin Melouin toimesta. Kansan tietoisuuteen ja teollisuuden käyttöön sinkitys tuli vasta Sorelin patentoinnin ja hänen keksimänsä sinkitystä edeltävän esikäsittelymenetelmän, eli teräksen peittauksen hapolla, jälkeen. [6, s. 59]

Kuumasinkitysprosessissa teräs ensin puhdistetaan happopeittauksella, joka toteutetaan suola- tai rikkihapolla. Sen seurauksena teräksen pinnasta irtoaa ruoste ja valssihihse. Tämän jälkeen puhdistettu teräs huuhdellaan puhtaaksi vesikylvyssä ja upotetaan juoksupölyyn. Kylpy muodostuu sinkki-ammoniumkloridiliuoksesta ja muodos-

taa teräksen pinnalle ohuen suolakerroksen, joka estää puhtaan teräksen ruostumisen ennen sinkitystä. Puhdistusvaiheen jälkeen teräs upotetaan sulaan 450-asteiseen sinkkiin, jolloin sinkki ja teräs reagoivat keskenään muodostaen pinnoitteen. [26, s. 8–9]

Upotusmenetelmällä on sinkityskerroksen lopputulokseen rakentamisen kannalta olennaisia etuja, kuten tasainen ja laadullisesti hyvä pinnoite, tasapaksu pinnoite myös terävissä kulmissa, pinnoite kestää kuljetuksen ja asennuksen mekaaniset rasitukset sekä sinkkikerroksen kyky suojata teräs katodisesti naarmuilta ja kolhuilta. [26, s. 21]

Teräsohutlevyn sinkitys tapahtuu jatkuvatoimisilla tuotantolinjoilla, jossa kylmävalssattu ohutlevynauha hitsataan päättymättömäksi nauhaksi. Nauhaa kastetaan sinkissä vain 2–8 sekuntia, jonka aikana rauta ja sula sinkki kerkeävät reagoimaan ja syntyy niiden metalliatomien välinen sidos. Jotta sinkkipinnoitteesta tulee hyvin pysyvä näin lyhyellä reaktioajalla, tulee teräsnauhan lämpötilan olla hieman korkeampi kuin sinkkikylvyn. [27, s. 12]

Teräsnauhaa kuumasinkittäessä pyritään hyvin muovautuvaan ja ohueen sinkkipinnoitteeseen. Pinnoitepaksuudet Suomessa sinkityissä ohutlevyissä ovat 7–25 µm sinkkimassan ollessa 100–350 g/m² yhteensä levyn molemmin puolin. [27, s. 12]

Nykyiset sinkkipinnoitteet ovat lyijyttömiä, koska sen käytöstä luovuttiin ympäristösyistä. Tästä johtuen sinkitty pinta on tasainen, pieni kuvioinen ja vastaa ulkonäölle asetettuja korkeita vaatimuksia. Lyijyttömyyden takia pinnoitteen muovattavuusominaisuudet ja korroosiosuoja esimerkiksi taivekohdissa ovat entistä parempia. Kuumasinkitystyön lopuksi sinkkipinta suojataan kromatoinnilla eli kemiallisella passivoinnilla tai öljyllä, jolla estetään valkoruostuminen. [26, s. 10–13]

2.3.2 Sinkkipinta teräsohutlevyn suojakerroksena

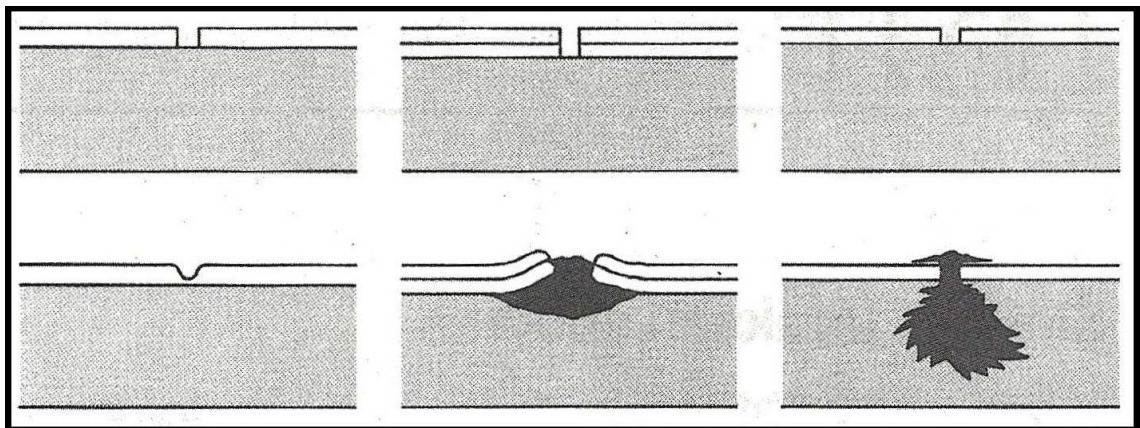
Sinkin tehtävä teräsohutlevyn pinnalla on levyn suojaaminen korroosiolta ja näin levyn käyttöiän kasvattaminen. Sinkin korroosionkestävyys perustuu sen omien reaktiotuotteiden metallin pinnalle muodostamaan suojakerrokseen. Sinkin ollessa luonteeltaan reaktiivinen metalli, reaktiotuotteita syntyy monissa olosuhteissa. [26, s. 14]

Varsinaisen korroosionkestävyytensä kuumasinkityt rakenteet saavat sinkistä muodostuvasta sinkkipatinakerroksesta. Tämä kerros syntyy, kun sinkki reagoi ns. puhtaassa

ilmastossa hiilidioksidin (CO_2) ja ilman kosteuden (H_2O) kanssa. Ensin syntyy sinkki-karbonaattia (ZnCO_3), joka taas muuttuu emäksiseksi sinkkikarbonaatiksi kosteuden vaikutuksesta. Sinkkipatinaksi kutsuttu kerrostuma on emäksistä sinkkikarbonaattia. Patinakerros saavuttaa täyden suojaavuutensa 6-12 kuukauden aikana. [26, s. 14]

Hiilidioksidin pääsy sinkitylle pinnalle tulee huomioida etenkin varastoidessa kuumasinkittyjä rakenteita. Sinkitylle pinnalle muodostuu ns. valkoruostetta, jos kosteus pääsee vaikutuksiin sen kanssa ja hiilidioksidin pääsy taas estyy. Tämä ilmiö esiintyy esimerkiksi silloin, kun sinkityt rakennustarvikkeet säilötään tiiviisti. Ongelma koskee vain uusia sinkittyjä pintoja, joilta puuttuu vielä suojaava patinakerros. [26, s. 14]

Sinkkipinta suojaa teräslevyä vaikka se vahingoittuisikin paikallisesti, kuten kuvassa 1. on esitetty. Tämä johtuu galvaanisesta parista, joka syntyy sinkin ja teräksen välille sopivissa kosteusolosuhteissa. Vaikka sinkkipinnan alta paljastuisi teräspinta ulkoisten olosuhteiden vaikutuksen alaiseksi, ei sen ruostuminen lähde käyntiin vaan sinkkipinta syöpyy teräspinnan sijaan. Tämän johdosta sinkityllä teräsohutellevyllä on katemateriaaliksi riittävä kestävyys mekaaniselle rasitukselle, joka siihen kohdistuu esimerkiksi vesikatton huoltotoimenpiteitä suorittaessa. [18, s. 1]



Kuva 1. Eri korroosiosuojamenetelmien vaikutus teräksen vaurioitumiseen. Vasemmalla sinkkipinnoitteen vaurio, jonka seurauksena sinkin korroosiontuotteet saostuvat teräspinnan suojaksi. Keskellä maalipinnoite, jonka vaurion seurauksena teräs ruostuu ja ruoste irrottaa maalikalvon. Oikealla terästä jalomman metallin (esim. kupari) vaurio, jonka seurauksena on suojaamatonta terästä voimakkaampi korroosio. [6, s.60]

Valkoruoste on nimensä mukaisesti valkoista, jauhomaista, paksuhkoa kerrostumaa, joka johtuu siitä, että se on tilava, huokoinen ja huonosti kiinni sinkin pinnassa. Tämän takia valkoruoste on haitallinen maalipinnalle. Valkoruosteen huono kiinnittyvyys sink-

kipintaa aiheuttaa sen, ettei maalikalvonkaan kiinnittyvyys ole hyvä. Varsinaisen valkoruosteen aiheuttaman syöpymän vaikutukset kuumasinkityksen kestoikään ovat kuitenkin vähäiset. [18]

Valkoruosteen välttämiseksi ohutlevyt tulee suojata kuljetuksen ajaksi kosteudelta ja varastoida kuivissa tiloissa. Varastoidessa ohutlevytuotetta tulee huomioida, että jos varastoitavan levyn lämpötila on alempi kuin varastointitilan lämpötila, kondensoituu levyn pinnalle kosteutta. Jos havaitaan kosteutta, on järjestettävä riittävä ilmankierto ja levyt kuivattava. Myös ulkovarastoinnissa on ilmankierron oltava riittävä ja kappaleet on pinottava niin, että vesi pääsee poistumaan pinnoilta. [18]

Muita sinkkipinnalle syntyviä yhdisteitä ovat sinkkidioksidikloridi ($\text{ZnCl}_2 - 4\text{Zn}(\text{OH})_2$), $\text{ZnCl}_2 - 6\text{Zn}(\text{OH})_2$), emäksinen sinkkisulfaatti ($\text{ZnSO}_4 - 4\text{Zn}(\text{OH})_2$), sinkkisulfaatti ZnSO_4 ja sinkkikloridi ZnCl_2 . Nämä ovat teollisuus-, kaupunki- ja meri-ilmaston aiheuttamia rikki- ja klooriyhdisteitä, joiden syntymistä ei voida estää. Ne aiheuttavat ongelmia maalipinnalle, ellei käytetä asianmukaisia esikäsitteilyjä. [26, s. 15]

2.4 Sinkkipinta ja rakennusmateriaalit

Muiden rakennusaineiden vaikutus sinkkiin voi olla korroosiokestävyyden kannalta merkittävä. Tämä tulisi huomioida peltikattoja ja sen varusteita suunniteltaessa sekä varsinaisessa työskentelyvaiheessa. [18, s. 12]

2.4.1 Sinkkipinta ja muut metallit

Sinkin ollessa kosketuksissa jalomman metallin kanssa syntyy ns. galvaaninen pari, jonka seurauksena sinkki epäjalompana alkaa syöpyä. Epätoivottua korroosiota voi alkaa esiintymään sinkkipinnalla, jos se on kosketuksissa terästä jalomman metallin kanssa. [18, s.3] Tämä sähkökemiallinen korroosio mahdollistuu vesikatolla sadeveden yhdistäessä korroosioparit. Korroosioreaktio tapahtuu sitä nopeammin, mitä kauempana reagoivat metallit toisistaan ovat sähkökemiallisessa jännitesarjassa. Metallilajit asettuvat jännitesarjalle kuvan 2. mukaisesti. Metallin korroosiota nopeuttaa myös se, jos sen pinta-alan suhde jalompaan metalliin on pieni. [28, s. 4]

Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Co, Ni, Sn, Pb, H, Cu, Hg, Pt, Ag, Au
Hyvin epäjalot metallit *jalometallit*

Kuva 2. Metallien sähkökemiallinen jännitesarja. [29]

Syöpyminen voidaan estää erilaisilla pinnoitteilla, materiaalivalinnoilla ja suunnitteluratkaisuilla. Keskeistä on eristää metallit toisistaan. Eristämiseen voidaan käyttää esimerkiksi maalauskäsittelyä, säänkestävällä eristekerroksella, bitumisivelyllä, kermieristyksellä tai lyijypellillä. [28, s. 4–5]

2.4.2 Muut rakennusmateriaalit

Tuoreessa puussa olevat orgaaniset hapot syövyttävät sinkkiä, jonka johdosta sitä ei tule käyttää sinkittyjen materiaalien kanssa. Märkä betoni, jonka pH-arvo on yli 12, muodostaa sinkin kanssa vetykaasua edesauttaen korroosiota. [18, s. 3]

2.5 Sinkkipinnan säilytyksen aikainen suojaus

Teräsohutlevyn sinkitty pinta suojataan valkoruosteen vaikutuksilta säilytyksen ja kuljetuksen ajaksi. Vaikka pinta onkin suojattu, on levyt säilöttävä valmistajan ohjeita noudattaen. Esimerkiksi Rautaruukki Oyj antaa varastoinnista seuraavanlaiset ohjeet.

”Kosteusvaurioiden ehkäiseminen

Valkoruosteen syntyminen voidaan välttää parhaiten siten, että varastoinnin ja kuljetuksen aikana estetään sade- ja kondenssiveden pääsy kosketuksiin uusien sinkittyjen pintojen kanssa. Ohutlevytuotteet tulee aina kuljettaa kuorma peitettyinä, ja varastoida kuivissa tiloissa kosteudelta suojattuna. Oikealla pakkaustyypin valinnalla voidaan myös vähentää kosteuden aiheuttamia vaurioita. Kondenssi-ilmiö tapahtuu, kun varastointilämpötilaa kylmempi tuote tuodaan sisälle. Tällöin kosteutta kerääntyy tuotteen kaikille pinnoille. Mikäli kosteutta havaitaan, tuotteet on kuivattava ja varastoitava siten, että ilma pääsee kiertämään. Ulkona olevat kappaleet tulee pinota niin, että vesi pääsee helposti pois pinnoilta, ja ilmanvaihto on hyvä kaikilla pinnoilla.” [30, s. 2]

2.5.1 Orgaaninen passivointi

Orgaanien passivointi on ohut, noin yhden mikrometrin paksuinen, kromaatteja sisältävä polymeerikerros. Se tuotetaan teräsohutlevyn pintaan sinkityslinjalla ja sen etuja ovat mm. seuraavat:

- Maalauksen esikäsitelyssä liukenevan kromin määrä vähenee.
- Rasvanpoisto on riittävä yksinään, ei tarvetta monivaiheiselle esikäsitelylle.
- Maalin tartunta on parempi.
- Ohutlevyn korroosionkestävyys maalattuna on parempi.
- Pienentyneen kitkan ansiosta levyn muovattavuus on parempi. [26, s.11]

2.5.2 Kromatointi

Kromisuolojen happamilla liuoksilla muutetaan pinta kromaattikerrokseksi, joka on noin 0,2 µm paksu. Kromaattikerros tulee aina poistaa alkalisella tai happamalla esikäsitelyllä ennen maalaustyön aloitusta. Kromatointi suojaa ohutlevyn pintaa valkoruosteen haitallisilta vaikutuksilta. [26, s. 11–12]

2.5.3 Fosfatointi

Fosfatoinnin seurauksena sinkkipinnalle syntyy metallifosfaattikalvo, jonka seurauksena maalikalvon tarttuminen metallipintaan ja maalatun pinnan korroosionkestävyys paranee. Parempi maalintarttuvuus perustuu kiteiseen metallifosfaattikalvoon, joka on parempi maalausala kuin sileä pinta. Fosfaattikerros eristää pinnan mikroanodit ja –katodit, jonka ansiosta sähkökemiallinen korroosio vähenee. [31, s. 25]

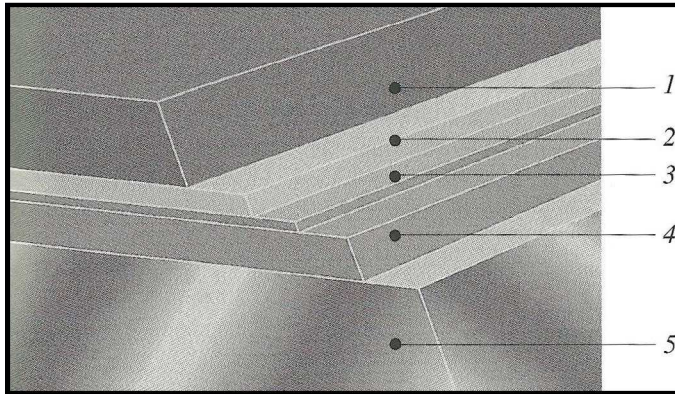
Sinkki-, rauta-, ja magneetanifosfaatit sekä niiden seokset ovat yleisimmin käytettyjä fosfaatteja. Sinkkifosfatoinnista muodostuvalla 2-4,5 g/m² paksulla pinnoitteella saavutetaan hyvä maalin tartunta ja korroosionsuoja. Kemiallisista esikäsitelyistä sinkkifosfatoinnin tuottama maalausala on paras. Sinkkifosfatointi on erityisesti vaativien olosuhteiden pintojen esikäsitelymenetelmä. [31, s. 25]

3 Peltikattojen maalaus

3.1 Maali suojaa sinkkipintaa

Talon katto kohtaa ensimmäisenä ilmastomme aiheuttamat rasitukset ja happamat sateet. Kuumasinkittyä peltiä käytetään paljon rakennuksien katemateriaalina Suomessa. Sen sinkkipinta itsessään tarjoaa korroosiosuojan 10–20 vuodeksi, riippuen rakennuksen maantieteellisestä sijainnista ja sen myötä vaikuttavista olosuhteista. Peltikattoja maalataan, jotta maalipinta suojaisi sinkittyä pintaan ulkopuolisilta rasitteilta ja kateen elinikä olisi näin pidempi. [18]

Teräsohutlevyjen kuumasinkityksen ja maalaamisen muodostamaa yhteiskäsittelyä kutsutaan Duplex-menetelmäksi, ja sen on todettu olevan kustannustehokkain tapa suojata teräsohutlevyt ulkoisilta tekijöiltä. Kuumasinkityksen ja maalauksen yhdistelmä mahdollistaa paremman kestävyuden kuin pinnoitteiden yhteenlaskettu kesto yksinään olisi. Kuvassa 3. on esitetty Duplex-menetelmää käyttämällä muodostuneen pinnoitteen poikkileikkaus. [4]



Kuva 3. Korroosionestosuojatun teräsohutlevyn poikkileikkaus. 1. pinnoite, 2. pohjamaali, 3. passivointikerros, 4. sinkkikerros ja 5. teräslevy [6, s. 67]

Sinkitty pinta on reaktiivinen, ja maalipinnan kestävyydelle merkitsevää on maalin tarttuminen sinkkipintaan. Tämän takia uutta sinkkipintaa maalatessa on käytettävä pohjamaalia. Peltikattomaalin on kyettävä elämään alustansa mukana, koska peltikatteessa esiintyy lämpölaajentumista lämpösäteilyn johdosta. Maalilta vaaditaan enemmän joustavuutta myös suuremman kattokulman tai peltiprofiilin johdosta, koska tällöin katon kertyy myös enemmän lunta ja jäätä. [18]

Sään tai mekaanisten rasituksien rikkoma maalipinta vaikuttaa negatiivisesti koko vesikatteen kykyyn suojata rakennusta ulkoisilta sääilmiöiltä sekä sen ulkonäköön ja pitkäikäisyyteen. Jos sinkittyä peltiä korroosiolta suojaava maalikerros vahingoittuu niin, että sinkitty pelti on sääoloille alttiina, alkaa korroosion edistyminen. Ohut pelti voi syöpyä puhki kolmessa vuodessa pistemäisen korroosion ansiosta. Peltikattojen tekniseksi käyttöikäksi voidaan olettaa noin 50 vuotta, jos huoltomaalaus suoritetaan oikeaoppisesti ja rakenneyksityiskohdat ovat kunnossa, esimerkiksi läpivientien osalta. [4, s. 5]

Peltikatot maalataan ulkomaalaustyönä työmaalla, joka asettaa työsuoritukselle moninaisia vaatimuksia. Katto itsessään on vaativa maalausala ja edellyttää huolellista työtapaa. Työn lopulliseen laatuun vaikuttavat olennaisesti myös maalausolosuhteet, jotka tulee huomioida työvaiheen suoritusta suunnitellessa. Käsitellyltä pinnalta odotetaan pitkäaikaista jatkuvien rasituksien kestoa, ja se on jatkuvasti ulkopuolisten silmien tarkkailun alla. [18]

Maalausurakoitsijaksi tulee valita maalausalan ammattilainen. Urakkaa koskevat laatuvaatimukset ja käytettävät työmenetelmät on käsiteltävä maalausyrityksen työnjohton ja työhön osallistuvien työntekijöiden kanssa, esimerkiksi aloituspalaverissa. Jos maalaustyötä suorittavat työntekijät vaihtuvat kesken urakasuorituksen, tulee edellä mainitut asiat käsitellä myös uusien työntekijöiden kanssa. Maalaustyön suorituksen aikana on huomioitava, etteivät työkohdetta ympäröivät rakennusosat vaurioidu. Eri rakennustyöt on suunniteltava ja tahdistettava niin, että valmis maalipinta ei niiden johdosta vaurioituisi. [32, s. 378–379]

Vesikaton muodostaessa yhden talon julkisivuista on huomioitava sen maalauksen vaikutukset rakennuksen ulkonäölle sekä mahdollinen museohistoriallinen merkitys. [12]

3.2 Työturvallisuus

Rakennuksen peltikaton maalaustyö on luonteeltaan rakennustyötä ja sen takia tulee jokaisen työntekijän käyttää lain määäämiä henkilökohtaisia suojavarusteita. Maalattaessa on käytettävä myös käyttöturvallisuustiedotteen vaatimia hengityssuojaimia. [33, s. 5]

Koska koko työsuoritus tehdään putoamisvaaralle alttiilla alueella, rakennuksen vesikatolla, tulee myös putoamissuojaukseen kiinnittää erityisesti huomiota. [6] Katolla työskennellessä tulee noudattaa rakennustyömaan putoamissuojaussuunnitelmaa. Erilaisia turvallisuusmenettelyjä ovat katolle asennettavat kaiteet, turvaverkot tai putoamissuojaljaat. Maalaustyö ajoittuu yleisesti niin, että muut peltikaton työvaiheet ovat suoritettu ennen sen aloittamista. Tämän johdosta turvavaljaat ovat yleensä käytännöllisin putoamissuojaratkaisuu. Erityisen jyrkillä tai muuten vaikeakulkuisilla katoilla kaiteiden ja valjaiden yhteiskäyttö on suositeltavaa. Myös työpisteelle johtavat kulkutiet on putoamissuojattava. [33, s. 9–10]

Maalaustyössä on kiinnitettävä huomiota työergonomiaan. Työsuorituksen aikainen huono työergonomia aiheuttaa työntekijän nivelten yllirasittumista. Tämän johdosta tulisi työasentojen olla mahdollisimman vähän selkää, polvia ja ranteita rasittavia. Työergonomia voidaan parantaa erilaisilla apuvälineillä, kuten jatkovarsilla. [33, s. 9–10]

3.3 Esikäsitteily

Puhdas kuumasinkitty pinta on hyvä maalausala, mutta se vaatii oikeaoppisen ja huolellisen esikäsitteilyn. Esikäsitteilyllä varmistetaan maalin kunnollinen tarttuvuus kuumasinkityn teräsohuttelevyn pintaan. [17, s. 76] Kuumasinkittyjen pintojen maalivaurioista tehdyt tutkimukset osoittavat, että sinkkipinnan rasvaisuus tai öljyisyys on syynä 5-10 prosentissa ja korroosiotuotteet 20-30 prosentissa ongelmatapauksista. Tämän takia oikean esikäsitteilymenetelmän valinta ja sen oikeaoppinen suoritus on keskeinen tekijä tavoiteltaessa laadullisesti hyvää lopputulosta. [34, s. 106–107]

Esikäsitteilymenetelmää valittaessa keskeistä on huomioida sen sopivuus käsiteltävälle alustalle ja toimivuus käsitteily-yhdistelmäkokonaisuuden kanssa. Esikäsitteilyn seurauksena muodostuu hyvän maalaustyön alusta, jonka tulee olla kuiva, puhdas, ehjä, yhdenmukainen, tasalaatuinen ja riittävän luja. Kuumasinkittyä teräslevyä esikäsitellessä on erityishuomio kiinnitettävä pinnan kuivuuteen. Esikäsitteilymenetelmänä käytetään usein suihkupuhdistusmenetelmiä. Laadukkaan maalauspinnan saavuttamiseksi on varmistettava, ettei peltikatteen pinnan huokosiin jää vettä. [32, s. 377–378]

Esikäsitelyä tehdessä tulee huomioida sinkityn pinnan muunnospinnoitteet, kuten kromaattit, fosfaatit, oksidit ja pohjamaalit. Esikäsitelymenetelmiä ovat lian poisto, vanhan maalin poisto, pinnan puhdistus ja ruosteenpoisto. [34, s. 112]

Lian poistamiseen peltikatolta on monenlaisia menetelmiä, joka valitaan alustan ja vaaditun puhtausasteen mukaisesti:

- lämpimällä vedellä huuhtelu
- lämminvesipesu harjaten
- korkeapainepesu tai kuuma korkeapainepesu
- soodapesu harjaten ja korkeapainepesurilla
- liuotipesu
- emulsiopesu harjaten ja korkeapainepesulla
- etikkahappopesu
- kuuma vesihiekkapesu [34, s. 112]

Ohutlevyn valmistuksessa sen pinnalle levitetty kromaattikerros, jonka tehtävänä on estää valkoruosteen muodostuminen, on huono maalausalausta kuten kaikki muutkin valkoruostesuojaj-aineet. Viime vuosina on huomattu ohutlevyn pinnassa osittain olevan kromaattikerroksen sekä sileämmän sinkkipinnan olevan kaikkein ongelmallisim maalausalausta. Pinnan karhennus ja pohjamaalaus tulevat usein kyseeseen ennen varsinaista maalaustyötä. [34, s. 76]

Viime aikoina hiekkapesun on todettu olevan kaikkein toimivin esikäsitelytapa kunnollista maalausalaustaa tavoitellessa. Sen avulla korroosiotuotteet, pinnan epäpuhtaudet, valkoruoste ja öljyt poistuvat tehokkaasti. Hiekkaa käyttäen suihkupuhdistamalla saavutetaan kirkkaalle ja sileälle sinkkipinnalle vaadittu karheus kunnollisen maalintartunnan varmistamiseksi. Annettujen ohjeiden noudattaminen on erityisen tärkeää, koska huono puhdistus aiheuttaa huonon maalaustuloksen ja liiallinen hiekalla suihkutusta heikentää sinkkipintaa. Sinkkipinnan heikentyminen voi aiheuttaa maalikerroksen irtoilua. Oikein suoritettu hiekkapesu poistaa noin 10 µm sinkkikerroksesta, ja tämä olisi syytä huomioida, jos sama pinta pestään useampaan kertaan. [4, s. 4]

Maalaustyön alusta tulee tarkastaa ennen varsinaista maalaustyön aloitusta. Tarkastuksessa on verrattava määrättyjen maalaustarvikkeiden ja -menetelmien soveltuvuus alustan maalaustyön suorittamiseen asiakirjojen mukaisesti. Tarkastuksessa tulisi olla läsnä rakennuttajan, suunnittelijan, maalaustarvikkeiden toimittajan, pääurakoitsijan ja maalausurakoitsijan edustajat. [32, s. 378]

3.4 Sinkityn teräsohutlevyn maalaus

Ennen työn aloitusta tulisi pitää aloituspalaveri, jossa ovat mukana työnjohto, mahdollisen aliurakoitsijan työnjohto ja itse työvaiheen toteuttavat työntekijät. Aloituspalaverissa tulisi käydä läpi työvaiheen aikataulu ja vaadittu laatutaso. Maalaustyön tehtäväsuunnitelman ja työn eri laadunvarmistusmenetelmien läpikäynti työntekijöiden kanssa on olennainen osa aloituspalaveria. Myös työturvallisuusasiat tulee käsitellä kaikkien työntekijöiden paikalla ollessa. [33, s. 11]

Toteutuvan työn laatua tulee tarkkailla työn aikana laadunvarmistusmenetelmin, joita ovat mm. kattopinnan puhtauden tarkastus ja maalipinnan paksuuden mittaus. Työ tulee tehdä suunnitelmien mukaisesti, sekä materiaalitoimittajan ohjeita noudattaen. Mahdolliset poikkeamien syyt selvitetään ja korjataan välittömästi. [33, s. 11]

Sinkittyä teräsohutlevyä maalatessa parhaaksi työvälineeksi on todettu sivellin. Sitä käyttämällä maali tarttuu riittävän hyvin sinkittyyn pintaan. Kattomaalauksessa telaus ei sovellu käytettäväksi, vaikka jotkin maalitehtaat ohjeistavatkin. Telatessa maalin tartunnasta tulee huonompi kuin sivelemällä ja maalipinta syöpyy pistemäisesti puhki. [4]

Ruiskumaalauksella olisi periaatteessa mahdollista saada kestävä maalipinta, mutta johtuen ulkomaalaustyön luonteesta on se käytännössä mahdotonta. Uudelle maalipinnalle nopeasti ilman mukana kulkeutuvat likapartikkelit, esimerkiksi siitepöly, heikentävät maalikerroksen tarttuvuutta. [4]

Katteen maalauksessa käytetään pensseliä tai maalausharjaa. Saumoihin ja peltien taitekohtiin tulee kiinnittää erityishuomiota. Oikeaoppinen maalausjärjestys peltikattoa maalatessa on peltiriveittäin räystäältä harjalle edeten. Saumakohtat ja ne kohdat joissa maalikerros on jäänyt liian ohueksi, käsitellään maalin kuivuttua. [35, s. 7]

Maalauksen jälkeen olisi kannattavaa kirjata ylös maalityypin nimi, maalausvuosi ja värisävyyn numero. Nämä tiedot helpottavat huolto- ja paikkamaalauksen suunnittelua. Varsinaisen laatujärjestelmässä esitetyn dokumentoinnin lisäksi tiedot olisi käytännöllistä jättää esimerkiksi rakennuksen ullakkotilaan, josta ne olisi helppo tarkistaa ennen mahdollisia jatkotoimenpiteitä. Myös peltipala, joka on maalattu samalla menetelmällä kuin koko peltikate, on konkreettinen dokumentointitapa ja helpottaa huoltomaalauksen valmistelua. [35, s. 4]

Kuten rakentamisessa muutenkin, on työn huolellisella suorittamisella ja ammattitaitoisella työntekijäporukalla suuri merkitys lopputuloksen laatuun. [35, s. 7]

3.5 Maalausolosuhteet

Maalipinnan kestävyys vaikuttaa pinnan puhtauden ja maalityypin lisäksi ratkaisevasti myös maalausolosuhteet. Tämä tulee huomioida jo työsuunnittelussa ennen varsinaisen maalaustyön suorittamista. Yleisten maalausohjeiden lisäksi onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi tulee noudattaa myös maalin tuoteselostevaatimuksia. [6, s. 88]

Peltikattoa maalatessa huomio tulisi kiinnittää ympäröivän ilman lämpötilaan ja ilman suhteelliseen kosteuteen. Perussääntönä voidaan pitää, että pilvipoutainen kesäpäivä on optimaalinen ajankohta sinkityn teräspeltikatteen maalaustyölle. [6, s. 88]

3.5.1 Maalausalustan ja ilmankosteus

Ilman suhteellisella kosteudella on erilaiset vaikutukset eri maalien maalikalvojen kuivumis- ja kalvonmuodostusominaisuuksille. Maalien teknisissä tiedoissa annetaan maalausolosuhteille, eli ilman, maalattavan pinnan, maalin lämpötilan ja suhteellisen kosteuden arvoille, minimiarvot. Yleissääntönä voidaan pitää sitä, että arvojen on oltava samat tai paremmat kuin teknisissä tiedoissa. [6, s. 88]

Metallipinnalle voi kondensoitua vettä, vaikka ilman suhteellinen kosteus on pieni. Tämä on mahdollista, jos metallipinnan lämpötila on ympäröivän ilman lämpötilaa alhaisempi. Tämän johdosta on metallipinnan lämpötilan oltava vähintään +3 °C yli ilman kastepisteen. [6, s. 88] Mikäli katepellin lämpötila on alle ilman kastepisteen, on sen

pinnalla kosteutta. Tätä ei välttämättä kyetä huomaamaan silmämääräisesti. Sen takia on odotettava ennen maalaustyön aloittamista aamukasteen haihtuvan ja maalaustyö tulisi lopettaa niin, että maali ehtii kuivua ennen iltakasteen laskeutumista. Maalin kuivumisajat on mainittu maalien käyttötiedotteissa. Paikkakuntaakohtaisen kastepisteen voi tarkistaa esimerkiksi Ilmatieteen laitoksen Internet-sivuilta. Katteen maalauskelpoisuutta kosteuden suhteen arvioidessa on huomioitava myös se, että varjoiset kohdat ovat viileämpiä kuin auringonvalon lämmittämät katon osat. [12, s. 2]

Liutiinohenteisia maaleja käytettäessä ilman suhteellisen kosteuden yläraja on 80 %:a ja vesiohenteisilla kosteuden pitäisi olla välillä 20–70 %. Liian suuren kosteuden on todettu hidastavan kuivumista ja lisäävän valumisherkkyyttä. Liian alhainen suhteellinen kosteus taas mahdollisesti aiheuttaa pintahäiriöitä. [6, s. 88]

3.5.2 Ilman lämpötila

Maalin kuivumisajan ja kalvonmuodostuksen kannalta keskeisintä on ilman lämpötila. Periaatteessa mitä korkeampi lämpötila on, sitä nopeampaa kuivuminen on. Alhainen lämpötila haittaa kuivumista ja kalvonmuodostusta, maalattavuutta, verkkoutumista sekä kestävyyttä eli maalikalvon suojaavia ominaisuuksia. [6, s. 88]

Fysikaalisesti kuivuvat maalit kovettuvat myös alle +0 °C:n lämpötiloissa. Ohentimien säästämiseksi ja tavoitteiden mukaisten kalvopaksuuksien saavuttamiseksi on maaleja kuitenkin säilytettävä lämpimissä tiloissa. Fysikaalisesti kuivuvat maalit esitellään luvussa 4.6. [6, s. 88]

Öljy- ja alkydimaalit, eli hapettumalla kuivuvat maalit, kovettuvat huomattavan hitaasti alhaisissa lämpötiloissa. Ilman lämpötilan ollessa alle +5 °C on alkydimaaleilla maalaamista vältettävä. [6, s. 88]

Epoksimaalien verkkoutuminen hidastuu, kun ilman lämpötila on alle +10 °C. Niitä käytettäessä on myös huomioitava, että maalikalvon lopullinen kestävyys saavutetaan vasta sitten, kun verkkoutumisreaktio loppuu. Ongelma tässä muodostuu siitä, että monet epoksimaalit tuntuvat kovilta jo liuotteen haihduttua, mutta eivät ole saavuttaneet lopullista kestävyyttä kuitenkaan. Tämän johdosta on noudatettava maalitoimittajan ohjeita erityisen tarkasti. Uusilla ns. talvilaatukovetteilla epoksimaalit saadaan kovettumaan esimerkiksi -5 °C:ssa. [6, s. 88]

Jotta vesiohenteisten maalien kalvonmuodostuminen tapahtuisi kunnolla, edellytetään vähintään +10 °C:n ja mieluummin +15 °C:n lämpötilaa. [6, s. 88]

Liian korkea lämpötila ja kova tuuli aiheuttavat mahdollisesti ohenteiden ja liuotteiden liian nopeaa haihtumista. Tällöin maalikalvon pinta kuivuu liian nopeasti ja ”sulkeutuu” jolloin osa liuotteista jää maalikalvon sisään. Tämä mahdollisesti aiheuttaa maalikalvoon kuplia, repeilyä tai kraatterimaisia huokosia. [6, s. 88]

3.6 Maalit

Maali on tuote, joka muodostaa alustalle levitettynä peittävän kalvon, jolla on ulkonäköön vaikuttavia ja suojaavia ominaisuuksia. Metallien pinnoittamista maalilla kutsutaan korroosionestomaalaukseksi. Sen tarkoitus on suojata metallipintaa ulkopuoliselta syövyttävältä vaikutukselta eli korroosiolta. Maalaamalla metallipinta pystytään myös määrittämään sille haluttu ulkonäkö. [6, s. 83]

Tutkimukset ovat osoittaneet suurimman osan (50–70 %) kuumasinkittyjen pintojen maalivaurioista johtuvan sopimattomasta maalista. Käytettävä maaliyhdistelmä tulee valita ensisijaisesti kohteen käyttörasituksen mukaan. Maalipinnan on täytettävä sille asetetut rasitusvaatimukset, joita ovat sään-, kosteuden-, kuumuuden-, pesun-, syöpymisen- ja kemikaalikestävyysvaatimukset sekä ulkonäkövaatimukset. Esimerkiksi kaupunki- tai teollisuusilmastoon tulee valita paksumpi maalikerros ja mahdollisesti myös eri maalityyppi kuin puhtaaseen maaseutuilmastoon. [17, s. 110]

Maalaustuotteiden tulee olla sopivia maalausolosuhteet ja työmenetelmä huomioon ottaen. Tuotteiden on ominaisuuksiltaan oltava sopivia maalausalueen ja sen rakenteeseen, alkalisuuteen ja kosteuteen. Maalaustuotteiden ominaisuudet voidaan varmistaa työmaalla tuotteiden pakkauksista ja tuoteselosteista. Niistä selviää myös jokaisen maalityypin vaatimat maalausolosuhteet. [17, s.110]

Väärä maali alkaa irtoilla pinnasta muutama kuukausi maalaustyön jälkeen. Työn takuu kattaa mahdollisesti ainoastaan pinnan paikkauksen samalla maalilla, vaikka kestävän

tuloksen saamiseksi tulisi vanha maali poistaa kokonaisuudessaan ja kate maalata uudestaan sopivalla maalityypillä. [35, s. 5]

Valittaessa maalia tulee ottaa huomioon kolme tekijää, jotka vaikuttavat maalipinnan kestävyYTEEN. [17, s. 110]

- Sideaineen ja maalin on oltava alkalinkestäviä, koska sinkkipinta on luonteeltaan alkalinen.
- Maalipinnalla tulee olla pieni vesihöyryn läpäisevyys, johon vaikuttavat kalvon paksuus, sideainetyypit ja pigmenttivolyymikonsentraatio.
- Passivoivat korroosionestopigmentit.

Sinkkipinnan maalauksessa maalityyppi on yksittäisenä tekijänä merkittävin, jos työnteutus on muuten oikeaoppista. Maalin kalvonpaksuutta kasvattamalla voidaan pinnoitteen suojauskykyä parantaa. Maalikalvoon jää huokosia, mutta maalamalla kahdella maalikerroksella sama kalvonpaksuus putoaa läpimenevien huokosten määrä kymmeneen osaan. Kolmella maalauskerroksella huokosia on sadannes osa. Maalatessa on huomioitava, ettei maaleille ominaisia kalvonpaksuuksia tulisi ylittää, koska liian paksut maalikalvot lisäävät hilseilyriskiä. [17, s. 110]

3.6.1 Sideaine

Maalin sideaine vaikuttaa enimmäkseen maalin ominaisuuksiin, kuten kuivumistapaan, alustaan tarttuvuuteen, maalikalvon lujuuteen, veden ja kemikaalien kestävyYTEEN. Maalin alustaan kiinnittävä kalvo muodostuu sideaineesta. Sideaineista muodostuu polymeerejä maalin kuivuessa ja maalit jaetaan sideaineiden mukaisesti alkydi- tai epoksimaaleiksi. Sideaineet ovat yleensä orgaanisia, suurimolekyylisiä polymeerejä tai reaktiokykyisiä hartseja. [6, s. 83]

3.6.2 Pigmentit

Pigmenteillä tuotetaan ensisijaisesti maalille sille tyypillinen ulkonäkö. Väriiset pigmentit antavat maalille sen värisävyn ja peittokyvyn, kun taas täytepigmentit vaikuttavat kiiltoon ja kestävyYTEEN. Esimerkiksi korroosionestomaaleissa alumiinijauhe ja rautakiille parantavat maalikalvon tiiveyttä ja tekevät siitä kestävämmän. Korroosionestopig-

mentteinä käytettävät sinkkipöly ja sinkkifosfaatti hidastavat ja estävät korroosion muodostumista metallipinnalle. [6, s. 83]

3.6.3 Liuotteet ja ohenteet

Liuotteiden ja ohenteiden keskeinen tehtävä on vaikuttaa maalin kuivumisnopeuteen, tasoittuvuuteen, maalattavuuteen sekä maalikalvon tarttuvuuteen ja kestävyys. Maalissa liuotteina käytettävien alifaattisten ja aromaattisten hiilivetyjen, alkoholien, ketoneiden ja estereiden tehtävänä on liuottaa kiinteät sideaineet ja alentaa sideaineiden viskositeettia. Liuotteet poistuvat maalikalvosta haihtumalla maalin levityksen jälkeen. Ohenteet alentavat myös maalin viskositeettia ja ovat liuotteiden kaltaisesti haihtuvia, mutta ne eivät välttämättä liuota maalin sideainetta. [6, s. 83]

3.6.4 Apuaineet

Maaleissa pienissä määrin esiintyvillä apuaineilla vaikutetaan maalin viskositeettiin, parannetaan maalattavuutta, kuivumista, varastointikestävyyttä ja kuivumista. Apuaineita ovat mm. vaahdonestoaineet, nauhoittumisenestoaineet ja paksuntajat. [6, s. 83]

3.7 Fysikaalisesti kuivuvat maalit

Fysikaalisesti kuivuissa maaleissa sideaineiden molekyylit kiinnittyvät toisiinsa sulatetun kalvon jäähtyessä tai kun liuotteet haihtuvat. Maalien kalvonmuodostus tapahtuu ilman kemiallista reaktiota ja kuivumiseen vaikuttavat kalvonpaksuus sekä liuotteiden haihtumisnopeus. [6, s. 83]

3.7.1 Vinyylimaalit

Vinyylimaaileilla on hyvä kemikaalin- ja säänkestävyys. Niiden sideaineena käytetään pehmitettyä polyvinylikloridia. [6, s. 84]

3.7.2 Akryylimaalit

Liutiinohenteiset akryylimaalit toimivat vinyyli- ja kloorikautsumaalien korvaajana, kun pyritään välttämään kloorattuja sideaineita sisältävien maalien käyttöä. Maalattavuus ja kestävyysominaisuuksiltaan akryylimaalit vastaavat kloorikautsumaaleja. [6, s. 84]

3.7.3 Kloorikautsumaali

Kloorikautsumaaleilla kemikaalin- ja vedenkestävyys on hyvä, ne ovat nopeasti kuivuvia ja niillä voidaan maalata myös kylmissä olosuhteissa. Pääsideaine niissä on yleensä kloorikautsu, jota on pehmitetty klooriparafiinilla. Maalin liuotteena toimivat aromaattiset hiilivedyt. Tyypillisimmät käyttökohteet ovat olleet silta- ja laivamaalauksissa. [6, s. 83–84] Nykyisin kloorikautsumaalien käyttö on vähäistä ja ne on korvattu lähes kokonaan epoksi-polyuretaaniyhdistelmillä. Klooratut sideaineet ovat ympäristölle haitallisia hitaan hajoamisensa johdosta. [15]

3.8 Kemiallisesti kuivuvat maalit

Kemiallisesti kuivuviksi maaleiksi kutsutaan maaleja, joissa maalikalvo muodostuu ilman hapen tai kosteuden reagoitessa maalin eri komponenttien kanssa. Tämän seurauksena maalin sideaine verkkoutuu ja sen molekyylikoko kasvaa. Verkkoutunut maalikalvo ei liukene liuotteisiin eikä se ole termoplastinen eli se ei pehmine lämmössä. Jos maalikalvon verkkoutumisaste on alhainen, se turpoaa liuotteista. Maalin kuivuminen alkaa liuotteiden ja veden haihtumisella, mikäli se niitä sisältää. [6, s. 84]

Hapettumalla kuivuvissa maaleissa (alkydimaalit) ilman happi reagoi öljyn kaksoissidoksen kanssa ja saa aikaan verkkoutumisreaktion. Sideaineen toimivat kasvisöljypohjaisia, kuivuvia öljyjä tai niiden johdannaisia. Kaksikomponenttisissä maaleissa (epoksi- ja polyuretaanimaalit) verkkoutumisreaktio alkaa heti komponenttien yhteensekoittamisen jälkeen. Tämän johdosta seoksella on rajallinen käyttöaika. Kaksikomponenttimaalien sideaine koostuu kovetteesta ja ns. muoviosasta. [6, s. 84]

3.8.1 Alkydimaalit

Alkydimaalien kalvonmuodostuksen edellytyksenä on vähintään +5 °C:n lämpötila. Maalien sideaineena on öljyllä muokattu alkydi-, epoksiesteri- tai uretaanialkydihartsit, jotka reagoivat ilman hapen kanssa liuotteiden ja veden haihduttua. Alkydimaalit soveltuvat käytettäväksi niin kaupunki-, teollisuus- kuin meri-ilmastossakin. [6, s. 84]

3.8.2 Epoksimaalit

Epoksimaali edellyttää vähintään +10 °C:n lämpötilaa muodostaakseen maalikalvon. Ominaisuuksiltaan kaksikomponenttinen epoksimaali koostuu epoksihartsia sisältävästä muoviosasta ja sen kovete on amiiniadduktia, polyamiinia tai polyamidia. Epoksimaaleille on luonteenomaista hyvä tarttuvuus metallipintoihin ja hyvä kemikaalin- sekä kulutuksenkestävyys. Maalien ominaisuuksia on mahdollista muuttaa kovetteen valinnalla tai esim. hiilivetyhartsilla. Epoksimaalit voivat olla sekä liuotteettomia, liuote- että vesiohenteisia. [6, s. 84]

3.8.3 Polyuretaanimaalit

Polyuretaanimaalien kohdalla maalikalvon muodostumisen edellytyksenä on vähintään +0 °C:n lämpötila. Maalikalvo muodostuu maaliosan hartsin reagoidessa koveteosan kanssa. Ominaisuuksien säätely tapahtuu komponenttien valinnalla, ja tämän seurauksena saadaan esimerkiksi ulkomaalaukseen sopiva säänkestävä ja kellastumaton maali. Polyuretaanimaaleja on sekä liuotteettomia, liuote- että vesiohenteisia. [6, s. 84]

3.9 Huoltomaalaus

Peltikattojen pinnan huoltomaalauksen tarve on viime vuosikymmeninä kasvanut, johon tuen lisääntyneistä ilman epäpuhtauksista. Peltikattoa huollettaessa tulee muistaa, että se suojaa koko rakennusta ja siihen käytetty raha säästyy, kun katon muita rakenteita ei tarvitse korjata pitävän vesikaton ansiosta. [35, s. 7]

Huomattaessa peltikaton maalipinnan halkeilua, hilseilyä tai todettaessa muuten sen vaativan huoltomaalauksen tulee maalipinnasta tehdä kuntoarvioraportti. Raportissa kuvataan ilmenneet ongelmat ja toimenpide-ehdotukset. Kuntoarvioraportin pohjalta huol-

tomaalaustyölle tehdään maalaustyöselostus. Selostuksessa kuvataan nimenomaisen kohteen vaatimat mahdolliset lisätutkimukset ja esikäsittelyt. [35, s. 2] Rakennuksen peltikaton maalipinnan huoltoväli on 10–15 vuotta. [36, s. 9]

Huoltomaalausta suunniteltaessa, ja sitä tehdessä on huomioitava, ettei maalikalvojen yhteispaksuus ylitä raja-arvona käytettyä 350 µm. Vanhojen maalikalvojen paksuus voidaan tarkistaa mikrometrillä. Yhden maalikalvon paksuus on noin 40 µm, ja vanhat maalikalvot poistetaan tarvittaessa. [33] Jos peltikattoa ei puhdisteta kauttaaltaan vanhoista maalikerroksista, tulisi uusi käsittely tehdä samoilla maalityypeillä kuin aikaisempi käsittely. [35, s. 7]

Huoltomaalauksen suorittamiseen soveltuvat uuden peltikaton maalausohjeiden käytännöt pienin muutoksin. Ensin katto pestään käyttämällä esimerkiksi painepesuria ja maalivalmistajan suosittelemaa pesuainetta. Huonosti alustassaan kiinni oleva tai hilseilevä vanha maali poistetaan käyttäen kaavinrautaa, teräsharjaa tai kulmahiomakonetta teräsharjalaikalla. Maalin tartunta alustaansa tarkastetaan X-viiltomenetelmällä. Kaikki esiintyvä ruoste poistetaan, etenkin katon taitekohdissa ja saumojen kohdalla. [35, s. 6]

Alueet, joilta ruoste on poistettu, tulee suojata välittömästi ruosteenestomaalilla. Mahdolliset reiät peltikatteessa paikataan ja vaurioituneet pellit vaihdetaan. Kohdat, joista maali on irronnut tai poistettu, pohjamaalataan maalitoimittajan ohjeiden mukaisesti. Pohjamaalin kuivuttua koko kattopinta maalataan peltikattomaalilla. [35, s. 7]

4 Maalaustyön laadunvarmistus

4.1 Laadunvarmistus

Maalaustyötä tarkistettaessa tulee varmistua siitä, että työ on suoritettu sille asiakirjoissa asetettujen vaatimusten mukaisesti. Tarkistettavia asioita ovat maalaustyön suoritus, tarvikkeet, virheet ja olosuhteet. Vastaanottotarkastuksen yhteydessä tilaajalle luovutetaan työmaan laadunvalvonta-asiakirjat, joita ovat maalaustyön osalta katselmukset, mahdolliset mittauspöytäkirjat, materiaalien toimitusasiakirjat ja muu kirjallinen materiaali. [32, s. 378–382]

4.2 Laadunvarmistus NCC:llä

NCC Rakennus Oy:ssä laadunhallinnan yleisenä työkaluna on toistuva tehtäväsuunnittelu ja -ohjaus. Normaali toimintamalli on yleisesti hyväksytyjen laadunhallinnan peruselementtien käyttö rakennusvaiheen aikaisessa laadunvarmistuksessa. Näitä elementtejä ovat suunnittelu, sopiminen, tarkistaminen ja korjaaminen. [37]

Tehtävän suunnittelun tulee tapahtua ennen työvaiheen aloitusta, ja sen keskeisimmät työkalut ovat tehtäväsuunnittelu ja aloituspalaveri. Näillä menetelmillä asetetaan tavoitteet vaaditulle laadulle ja laadunvarmistusmenetelmät, kustannustavoitteet, aikatavoitteet, määriteltävä käytettävä kalusto ja välineet sekä käsitellään ympäristö- ja työturvallisuustoimenpiteet. Sopiminen laadunvarmistusmenetelmänä tarkoittaa käytännössä työvaiheen aloituspalaveria, jossa sovitaan tuotantovaiheen yksityiskohdista ja esimerkiksi työn suorituksen aikana tapahtuvasta laadunvarmistuksesta. Tarkistaminen on laadunhallinnan konkreettisin menetelmä ja käsittää mahdolliset mallityöt, mittaukset, tarkistukset ja testit. Korjaaminen viittaa työn osavastaanottoihin ja vastaanottoon. [37]

Laadunhallinnan keskeinen osa on myös tehtävän jatkuva dokumentointi. Jokaisesta suoritetusta laadunhallinnan tehtävästä tulee laatia yrityksen käytännön mukainen yksityiskohtainen dokumentaatio, jossa selviää käsiteltävänä olleet asiat, osapuolet ja tulokset sekä mahdolliset jatkotoimenpiteet. Dokumentteja ovat esimerkiksi aloituspalaverimuistio, malliasennuskatselmuksen pöytäkirja, mittauspöytäkirja ja tehtäväsuunnitelma. [37]

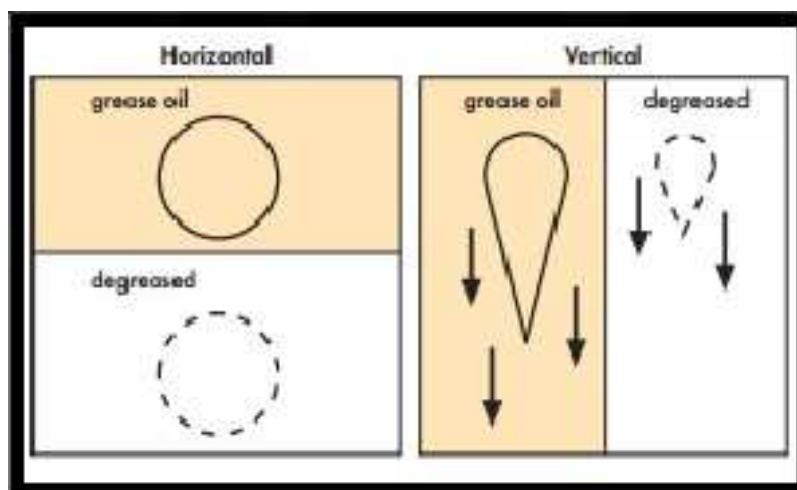
4.3 Esikäsitteily ja maalauslakan puhtauden laadunvarmistus

Mikäli maali irtoilee pinnasta, on syy useimmiten epäonnistuneessa esikäsitteilyssä. Kustannusvaikutusten takia tämä olisi kyettävä todentamaan ennen maalauslakan käsittelyä. [6, s. 40]

Nopeaksi kenttätestiksi soveltuu pinnan pyyhkiminen valkoisella kankaalla, josta voidaan visuaalisesti arvioida pinnan puhtauden taso. Pinnan huuhtelu tai sumuttaminen on myös yleinen testausmenetelmä: pinnalla on rasvaa, jos vesi helmeilee siinä. [6, s. 40]

Muitakin tapoja on, joista yleisimmät on mainittu seuraavassa.

- Elektronimikroskopiaa tai optista mikroskopiaa käyttämällä voidaan tutkia pinnalle jääneitä partikkeleita.
- Jos pinnalla oleva epäpuhtaus tiedetään, voidaan röntgendiffraktiota ja muita pinta-analyttisiä menetelmiä käyttää.
- UV-valolla pystytään paljastamaan epäpuhtauksia, sillä monet epäorgaaniset epäpuhtaudet ovat fluorisoivia. [6, s. 40]
- Tiputtamalla sinkkipinnalle yhden pisaran verran Ceresrot'a tai Ferrot BB:tä etyylialkoholiin sekoitettuna. Käytännön tarkastelu tapahtuu kuvan 4. mukaisesti. [38, s. 22]



Kuva 4. Pisara Ceresrot'a tai Ferrot BB:tä etyylialkoholiin sekoitettuna osoittaa sinkkipinnan puhtauden. 30-60 sekunnin kuluessa pisaran pudottamisesta voidaan syntyneestä kuviosta päätellä rasvanpoiston onnistuminen. Pisteviivan ilmestyessä voidaan todeta pinnan olevan puhtaana rasvoista. [38, s. 22]

4.4 Maalausolosuhteet

Maalausolosuhteet määräytyvät ensisijaisesti maalitoimittajan ohjeiden mukaisesti. Väärät olosuhteet, esim. maalaaminen kostealle, jäätyneelle tai rasvaiselle pinnalle, on syynä useimpiin maalin irtoamisiin. [6, s. 88] Perussääntönä voidaan pitää, ettei maalaustyötä tule suorittaa sateella eikä liian myöhään illalla. [39, s. 5]

Tikkurilan Rostex Super -ruosteenestopohjamaalin käyttöohjeissa maalausolosuhteista mainitaan seuraavalla tavalla:

Maalattavan pinnan on oltava kuiva ja ympäröivää ilmaa lämpimämpi, lämpötilan vähintään +5 °C ja ilman suhteellisen kosteuden alle 80 %. Näissä olosuhteissa maalin kuivuminen hidastuu oleellisesti ja päällemaalattavuusaika pitenee. Pinnan lämpötila ei saa olla yli +40 °C, ettei liuote haihdu liian nopeasti, maalipintaan muodostu huokosia, tarttuvuus heikkene, ilmene kuplia ym.

Suunnittele maalaustyö siten, että ehdit suorittaa pintamaalauksen viimeistään neljän päivän kuluttua. Lämpötilan alentuessa ja/tai kosteuden lisääntyessä päällemaalattavuusaika pitenee. Jos pintamaalaus viivästyy yli ohjeistetun ajan, tulee pohjamaali hioa kevyesti ja pestä Panssaripesulla. [40]

4.5 Maalikalvon laadunvarmistus

Korroosionestomaalien tutkimiseen ja testaamiseen on kehitetty lukuisia standardisoituja testimenetelmiä, joilla voidaan varmistaa toteutunut maalaustyösuorituksen laatu. Maalaustyön laadunvarmistus sisältää jälkitarkastuksien lisäksi myös koko prosessin valvonnan maalien valinnasta itse maalaustyön valvontaan ja ohjaukseen. Työn aikaisinta valvontaa ei tule väheksyä ja on muistettava, että lopputuotteen laaduntarkastus on vain osa maalipinnoitteen laadunvalvontaa. [6, s. 163]

Laadunvarmistuksen toimenpiteiden tulee olla etukäteen suunniteltuja, ja niiden suunnittelu on laadunvarmistuksen lähtökohta. Laadunvalvonnalla tarkoitetaan menettelytapoja, joilla tuotteen yhtä tai useampaa ominaisuutta mittaamalla, tutkimalla tai testaa-

malla ja vertaamalla tuloksia ennalta sovittuihin tavoitteisiin selvitetään ja todetaan, täyttääkö tuote sille asetetut vaatimukset. [6, s. 163]

4.5.1 Kalvonpaksuuden mittaaminen

Maalikalvon paksuus on mahdollista määrittää märästä tai kuivasta maalikalvosta. Märkäkalvonmittaus on enimmäkseen maalarin menetelmä ohjata työn laatua. Sillä saadaan suuntaa antava käsitys kalvonpaksuudesta ja kalvon jakautumisesta maalattavalle pinnalle. Mittaus suoritetaan kampa- tai kiekkotulkilla (SFS 3644, menetelmä 6) välittömästi maalin levityksen jälkeen. Kuivakalvonpaksuus on mahdollista laskea märkäkalvolukemasta. [6, s. 164]

Kuivakalvonmittaus voidaan suorittaa ainetta rikkomattomilla tai kalvoa rikkovilla menetelmillä. Kuivan maalikalvon paksuus metallialustalla on yksinkertaista määrittää kalvonpaksuusmittareiden avulla. Mittarit tulee kalibroida aina ennen käyttöä, ja kalibrointi on tarkistettava käytön aikana säännöllisin väliajoin. [6, s. 164]

Kokonaiskalvonpaksuuden lisäksi eri maalikerroksien paksuus saadaan selville leikkaavalla tai poraavalla kalvonpaksuusmittarilla. Menetelmällä voidaan tarkastaa jälkikäteen myös maalikerrosten oikea lukumäärä. Eri maalikerrosten tunnistaminen edellyttää kerrosten maalaamisen eri sävyillä. Leikkaavalla mittarilla on mahdollista tarkastaa myös alustan kunto mahdollisten epäpuhtauksien tai ruosteen toteamiseksi. [6, s. 164]

4.5.2 Tartunnan mittaaminen

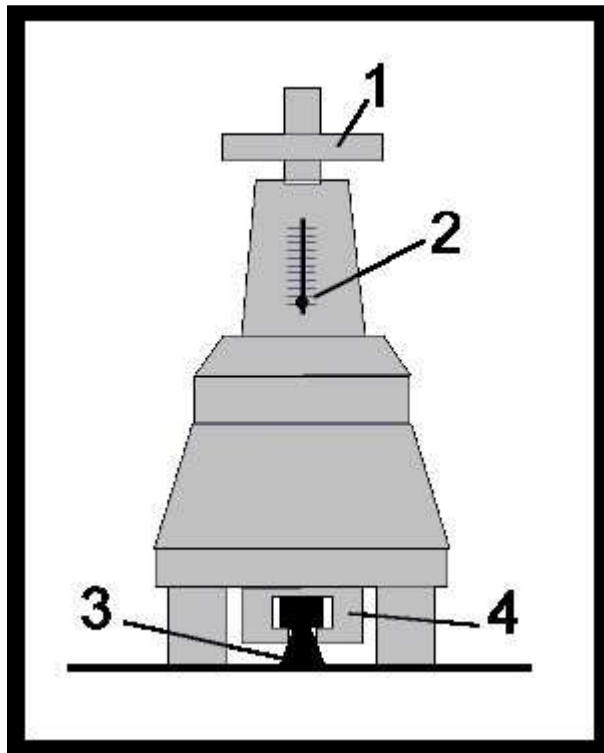
Maalausjärjestelmän laatu voidaan arvioida tarkastelemalla maalipinnoitteen tartuntaa. Tartunnan arvioiminen tapahtuu standardin SFS-EN 24624 mukaisella vetokokeella. Tartuntamittaus kykenee osoittamaan puutteet esikäsitelyssä tai maalaustyön aikaiset virheet. [6, s.164]

Mittaustulokseen vaikuttavat esimerkiksi seuraavat tekijät

- käytettävä liima
- vetolaikan halkaisija ja vetonopeus
- olosuhteet ja etenkin lämpötila.

Mittalaitteita on niin mekaanisesti kuin pneumaattisestikin toimivia tartuntavetolaitteita. Näidenkin laitteiden kohdalla on kunnollisten tulosten saamiseksi noudatettava oikeaoppista laitteiden kalibrointia. [6, s. 164]

Vetokoe suoritetaan liimaamalla mitattavaan maalipintaan nuppi, jota vedetään erillisellä vetolaitteella liiman kuivuttua. Laitteesta luetaan nuppiin kohdistunut maksimipaine. Vetokokeen laitteisto on pääpiirteiltään kuvassa 5. esitetyn mukainen. Nuppi voidaan liimata pika- tai epoksiliimalla. Liima ei saa levitä nupin alta sen ulkopuolelle, ja mahdollisesti levinnyt liima tulee poistaa ennen mittausta. Maalin tarttuvuuden pintaan katsotaan olevan riittävä, kun suoritetusta vetokokeesta saadaan arvoksi vähintään 2 MPa. Vetokoe on hilaristikkokoetta tarkempi menetelmä maalin tarttuvuuden mittaamiseksi. [41]

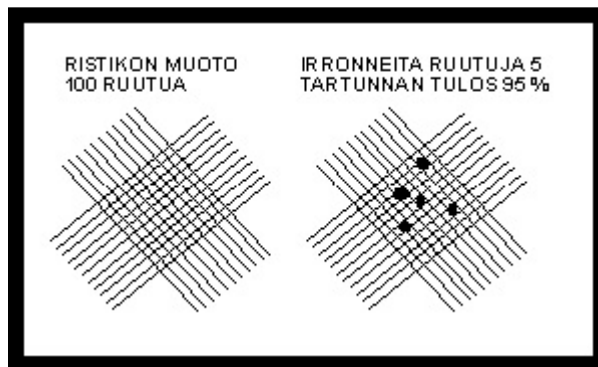


Kuva 5. Vetokokeen laitteisto: 1. vetolaitteen nuppi, 2. tuloksen antava tappi, 3. veto-osan nuppi, 4. veto-osa. Veto-osan nupin (3) liiman kuivumisen jälkeen vetolaitteen nuppia (1) kierretään vastapäivään kunnes veto-osa (4) on ala-asennossa. Tuloksen osoittava tappi (2) asetetaan arvoon nolla ja vetolaitteen nuppia (1) kierretään myötäpäivään kunnes veto-osan nuppi (3) irtoaa. [41]

Maalipinnan tartunta voidaan arvioida myös hilaristikkokoikkeella, jossa maalipinnoitteen leikataan alustaan asti ulottuva ristikkokuvio. Menetelmä on standardin SFS-ISO 2409 mukainen. Kokeessa käytettävän leikkurin terä tai terät on tarkistettava säännölli-

sin väliajoin. Maalikalvon paksuus määrittää urien etäisyyden toisistaan ristikossa. [6, s. 164]

Koe suoritetaan viiltämällä leikkurilla maalikalvoon 10 x 10 ruudukko, jonka jälkeen pinta puhdistetaan harjaamalla kevyesti. Mikäli ruudut irtoilevat pinnasta, on maalipinnan tartunta heikko. Hilaristikkokokeen tulokset ilmoitetaan prosentteina, esimerkiksi 10 irronnutta ruutua sadasta ruudusta: $\frac{(100-10)}{100} \times 100\% = 90\%$. [42]



Kuva 6. Maalipinnalle tehty hilaristikkokoe [43]

4.5.3 Huokoisuuden mittaaminen

Suomen Korroosioyhdistys ry. on laatinut ohjeen maalikalvon huokoisuuden määrittämiseen korkeajännitemenetelmällä. Ohjetta laatiessa on kerätty tietoa suomalaisten yritysten kokemuksista ja eri maiden standardeista maalikalvon huokoisuusmittauksista. Kansainvälistä standardia kyseiselle mittaukselle ei ole. [6, s. 164]

Mittaus voidaan suorittaa pinnoitteille, joiden kalvonpaksuus on välillä 300-2000 μm . Menetelmässä kytketään jännite laitteen anturin ja mitattavan kohteen välille. Anturia liikutellaan tutkittavalla pinnalla, ja se ilmoittaa läpilyönnin äänimerkillä ja/tai kipinällä. Esimerkiksi 300 μm :n kalvonpaksuudelle saadaan testausjännite 2,5 kV kaavasta

$$E = a \times 0,5 \text{ kV} \div 100 \mu\text{m} + 1 \text{ kV}$$

, jossa E on jännite ja a on kalvonpaksuus. [6, s. 164]

4.5.4 Kiillon mittaus

Standardi SFS 3632 osoittaa maalikalvon kiiltomittausmenetelmän. Tuloksiin vaikuttavat poikkeamat tasomaisesta pinnasta ja pienetkin alustan epätasaisuudet. Tämän johdosta mittauksen soveltamista kenttäolosuhteissa tulee käyttää harkiten. [6, s. 164]

5 Haastattelut

Opinnäytetyötä varten haastateltiin NCC Rakennus Oy:n työpäällikköä (liite 2). Haastattelun avulla kerättiin tietoa peltikattojen maalaustyön laadullisista ongelmista yrityksessä. Sen kautta kohdentuivat työsuorituksen kriittisimmät vaiheet, jotka vaativat laadunvarmistusmenettelyn kehittämistä. Näiden todettiin olevan erityisesti esikäsittely ja olosuhteet sekä maalikalvon kiinnitys.

Kirjallisuudesta kerätyn ja käsitellyn tiedon mukaan sekä haastattelun tuloksiin vedoten pystyttiin toteamaan, että uusi sinkitty teräsohutelevy on samalla tavalla maalattavissa kuin esimerkiksi noin vuoden ikäinen. Sinkkipinnan patinoitumisen ei koettu olevan reunaehto maalaustyön suoritukselle, vaikka vuoden odotusaikaa onkin pidetty lähes sääntönä peltikattoja maalatessa. Kokemuksen perusteella uusi pelti on maalausalan riskialttiimpi laadullisille virheille, mutta oikeaoppisella esikäsittelyllä siitä saadaan maalauskelpoinen.

NCC Rakennus OY:ssä ei ole koettu ongelmaksi väärän maalityypin valintaa, vaikka kirjallisuudesta kerätyn tiedon pohjalta se aiheuttaa eniten peltikattojen maalausvirheitä. Tähän vaikuttaa se, että yrityksen kohteissa maalityypin on valinnut ammattitaitoinen suunnittelija ja maalaustyötä on ollut suorittamassa ammattitaitoinen maalausalan yritys. Myöskään maalikalvojen paksuuksien ei ole koettu olevan ongelmien ydin. Maalitoimittajat kohteissa ovat olleet Tikkurila Oy ja Teknos Oy.

Yleisesti ottaen työ on toteutettu maalitoimittajan ohjeiden ja maalausohjeiden mukaisissa sääolosuhteissa, mutta olosuhteiden valvonta on ollut aliurakoitsijan vastuulla. Tämän johdosta työn lopulliseen laatuun on vaikuttanut maalaustyötä suorittaneen yksittäisen työntekijän ammattitaito sekä asenne. Työnjohdon tulisikin tarkkailla maalaustyönsuorittajien toimintaa jatkuvasti.

Ilmenneet laatuvirheet maalaussuorituksessa on havaittu ensimmäisen vuoden takuu-tarkastuksissa irtoilevana ja halkeilevana maalipintana. Kattopinnan uudelleen käsitellyllä on merkittävät lisäkustannukset, se maksaa noin 2–3-kertaisesti alkuperäiseen maalauskäsittelyyn verrattuna. Haastattelun perusteella voidaan todeta peltikattojen maalaustyön laadunvarmistuksen perustuneen lähinnä silmämääräiseen tarkisteluun. Laadullisesti oikeaoppinen tulos vaatisi kuitenkin ohjeistuksen, jossa kerrotaan yksityiskohtaisesti tarkastettavat asiat. Koska sitä tulisi käyttää työmaalla laadunvarmistuk-

sen työkaluna, tulisi sen olla käytännöllinen ja kertoa toimenpiteet, miten laatua tarkkaillaan työsuorituksen aikana.

6 Tutkimustulos

Kirjallisuustutkimuksen ja yrityksessä tehdyn haastattelun perusteella todettiin maalaustyön ongelmien keskittyvän maalausalan esikäsittelyn ja ympäröivien olosuhteiden valvontaan. Näihin kahteen maalaustyön onnistumiseen merkittävästi vaikuttavaan tekijään tulee olla selkeät ja käytännönläheiset laadunvarmistusohjeet, joissa kerrotaan miten laadukas työnsuoritus todennetaan. Lisäksi myös varsinaisen maalauksen tulee tapahtua yleisten maalaustöiden ohjeistuksien ja maalitoimittajan ohjeiden mukaisesti.

Peltikattoja maalatessa, kuten kaikessa muussakin maalaustyössä, on syytä käyttää ammattitaitoista työvoimaa. Haastattelussa selvisi, että NCC Rakennus Oy:n kohteissa työntekijöiden ammattitaitoisuus on varmistettu lähinnä seuraamalla heidän työskentelyään. Ensisijaisesti on suositeltavaa käyttää aikaisemmista onnistuneista projekteista tuttua urakoitsijaa. Toisena laadunvarmistusmenetelmänä voidaan käyttää työntekijöiden haastattelua. Esimerkiksi työntekijää perehdytettäessä kysytään muutama olennaisesti peltikattojen maalaustyön lopulliseen laatuun vaikuttava asia, joihin vastaamalla työntekijä varmistaa ammattitaitonsa.

Esikäsittelyn lähtökohtana tulee olla se, että ymmärretään esikäsiteltävän sinkityn teräsohutellevyn ominaisuudet ja sen tila esikäsittelyvaiheessa. On myös ensisijaisen tärkeää ymmärtää, millaista maalausalausta esikäsitellyllä tavoitellaan. Käytännössä tämä tarkoittaa siis puhdasta, kuivaa ja hyvää tartuntapohjaa, eli riittävää pinnankarheutta omaavaa pintaa. Pinnan huuhtelu ja puhdistus, sekä niiden oikeaoppisen suorituksen tarkistaminen, tulisi tehdä samana päivänä kuin pinnan maalaus.

Esikäsitteilymenetelmien tulee olla käsiteltävän alustan tarpeiden ja maalitoimittajan ohjeistuksien mukaiset. Esimerkiksi vuoden ilmaston olosuhteille rasituksen alaisena ollut peltikatto on muodostanut pintaansa sinkkipatinakerroksen ja on tämän ansiosta sopivan karhea maalausalausta. Toisaalta se on ehtinyt myös kerätä erilaisia epäpuhtauksia ja likaa itseensä pidemmän aikaa, jonka takia sen esikäsitteilymenetelmät poikkeavat juuri asennetun peltikaton esikäsitteilystä.

Vasta asennettua peltikattoa esikäsitellessä tulisi huomioida mahdolliset kuljetuksen ja varastoinnin aikaiset suoja-aineet. Kirjallisuudesta kerätyn tiedon ja haastattelusta saadun kokemuspohjaisen tiedon perusteella voidaan todeta uuden sinkityn teräsohutellevyn olevan samalla tavalla maalauskelpoinen, kuin patinoitunut sinkkipinta. Esikäsitte-

lymenetelmiä valittaessa tulee kuitenkin huomioida niiden poikkeavat ominaisuudet. Patinoitumaton peltikatto olisi hyvä puhdistaa hiekkasuihkupuhdistuksella. Näin sen pinnasta saataisiin sopivan karhea maalausalausta ja voitaisiin varmistua maalikalvon tartunnasta.

Esikäsittelyn laadunvarmistus on keskeinen osa koko peltikaton maalaustyön laadunvarmistusmenettelyä. Rakennustyömaalla käytännönläheisin ja konkreettisin tapa varmistaa maalausalan puhtaus on peltikatteen pyyhkiminen valkoisella kankaalla, josta voidaan visuaalisesti tarkastella esikäsittelyn onnistuminen.

Peltikatot maalataan ulkomaalaustyönä ja lähes poikkeuksetta ilman sääsuojaa. Tämän johdosta olosuhteiden vaikutusta maalaustyön onnistumiseen ei tule väheksyä. Vaikuttavia tekijöitä ovat lämpötila, ilman suhteellinen kosteus ja jossain määrin tuulen nopeus. Hyvä perussääntö maalausajankohdalle on se, että pilvipoutaisena kesäpäivänä olosuhteet ovat optimaaliset. Maalaustyötä ennen, sen aikana ja sen jälkeen valitsevia olosuhteita tulee tarkkailla ja niistä on laadittava dokumentointi.

Lämpötilan vaikutus maalaukseen riippuu käytettävästä maalityypistä. Esimerkiksi alkydimaalit vaativat vähintään +5 °C:n lämpötilan kuivuakseen, kun taas epoksimaaleilla minimilämpötila on +10 °C. Lämpötilaa tarkkaillessa ja maalausajankohtaa suunniteltaessa keskeisintä on noudattaa maalivalmistajan ohjeistusta. Lämpötilaa tarkasteltaessa tulee huomioida myös maalausalan lämpötila, jonka tulee olla suurempi kuin ympäröivän ilman lämpötila. Jotta vältettäisiin mahdollinen veden kondensoituminen teräsohuttelevyn pinnalle, tulee maalausalan lämpötila olla vähintään 3 °C:sta yli ilman kastepisteen. Katepellin lämpötilaa tarkkaillessa tulee muistaa, että varjokohdat ovat viileämpiä kuin muu osa katosta.

Kuten muussakin ulkomaalaustyössä, tulee myös peltikattoa maalatessa tarkkailla valitsevia olosuhteita ja ennakoita niiden muutoksia. Erityisen tärkeää tämä on, jos työkohte sijaitsee rannikolla, missä olosuhteet voivat muuttua hyvinkin nopeasti. Maalattavan pinnan kosteus tai kostea keli maalaushetkellä ja maalin kuivumishetkellä aiheuttavat helposti maalauksen epäonnistumisen. Aamukasteen haihtumiseen ja iltakasteen laskeutumiseen tulee huomioida maalaustyöajankohtaa suunniteltaessa. Ilman suhteellisen kosteuden raja-arvot riippuvat käytettävästä maalityypistä ja selviävät maalin käyttötiedotteesta.

Kova tuuli, samoin kuin maalin ohjearvot ylittävä maalauslämpötila, ovat haitaksi maalaustyön lopputulokselle. Nämä molemmat tekijät aiheuttavat liuotteiden ja ohenteiden liian nopeaa haihtumista. Seurauksena ovat mahdolliset maalikalvon kuplat, repeily ja kraatterimaiset huokokset. Tuulisen sään seurauksena tuoreeseen maaliin saattaa lentää roskia, jotka heikentävät maalikalvon käyttöikää.

Varsinaisen maalaustyön kannalta keskeistä on käyttää suunnitelmien mukaisia tuotteita ja menetelmiä sekä ammattitaitoista työvoimaa. Maalivalmistajan tuotetiedoista löytyy käytettävän tuotteen raja-arvot olosuhteille, kuivumisajat ja maalausohjeet.

Erityyppiset maalit vaativat erilaiset olosuhteet. Työnjohdon kannalta käytännöllinen laadunhallintakeino on maalin tuoteselosteen läpikäynti työsuorittajan kanssa ennen työn aloitusta. Jälkikäteen maalikalvon tartuntaa ja paksuutta voidaan vielä tarkastella eri kokeiden avulla.

Tuloksena syntyi peltikattojen maalaustyön laadunvarmistusmenettelyn ohjeistus (liite1), joka täyttää opinnäytetyön aloituspalaverissa asetetut tavoitteet. Se ohjeistaa työmaahenkilöstöä niissä asioissa, jotka aiheuttavat suurimmat ongelmat maalaustyön laadulle. Siinä myös esitetään konkreettisia laadunvarmistuskeinoja, jotka ovat käyttökelpoisia työmaahenkilöstölle.

7 Jatkotutkimustarve

Opinnäytetyössä löydettiin työmaalle käytännöllisiä laadunvarmistuskeinoja peltikaton maalaustyölle. Näitä on useita erilaisia, mutta osaa niistä olisi syytä tutkia tarkemmin.

Työssä käsiteltiin maalikalvon paksuuden mittausta maalin kuivuttua. Ongelmaksi tässä muodostuu se, että virheellinen työnsuoritus havaitaan liian myöhään. Maalin märkäkalvonpaksuuden mittaaminen on käytännöllinen laadunvarmistusmenetelmä. Sen avulla mahdolliset poikkeamat tai virheet huomataan silloin, kun ne ovat vielä helposti korjattavissa.

Esikäsittelyvaiheeseen liittyen olisi syytä perehtyä tarkemmin sinkityn ohutlevyn karhentamiseen mekaanisesti tai kemiallisesti. Pinnan karheus vaikuttaa olennaisesti maalikalvon tarttuvuuteen, ja näin ollen peltikaton karheusasteelle olisi tärkeää kehittää oma laadunvarmistusmenettelynsä. Myös erilaisten esikäsittelymenetelmien kustannustehokkuutta verrattuna saavutettuun laatuun tulisi tutkia tarkemmin.

Maalaustyön laatuun vaikuttaa suurissa määrin maalausalueen puhtaus. Kuten työssä mainitaan, on peltikatoilta mahdollista paljastaa epäpuhtauksia UV-valon avulla. Teollisuudessa laajalti käytössä olevaa UV-valon hyödyntämistä peltikattojen maalaustyön laadunvarmistuksessa tulisi tutkia.

Olosuhteiden vaikutusten merkitystä ei voida väheksyä peltikattojen maalauksessa. Tuulen ja lämpötilan nousun vaikutuksista maalikalvon kuivumiseen ei ole tutkittu riittävästi, vaikka niiden tiedetään aiheuttavan maalipinnan kuplintaa ja halkeilua.

Yleisenä käytäntönä peltikattoja maalattaessa on ollut, että kate saa patinoitua vähintään vuoden ajan ennen kuin se maalataan. Tämän on toiminut hyvänä sääntönä, koska vuoden aikana ohutlevykatteen pintaan muodostunut sinkkipatinakerros on ollut sopivan karhea maalausalueelta. Nykyinen kaupunki-ilmastotrendi syövyttää kasvavissa määrin terästä suojaavaa sinkkikerrosta. Tämän johdosta tulisi tutkia, mitkä ovat vuoden maalaamattomuuden vaikutukset peltikatteen koko käyttöikänsä.

Ennen kaikkea jatkokehitystä tarvitsee opinnäytetyön tuloksena syntynyt ohjeistus (liite 1). Tällä hetkellä siinä on peltikaton maalaustyön laadunvarmistuksen pääpiirteet ja se

on sellaisenaan kattava yleisohje. Käyttökokemusten kautta kerätyn tiedon perusteella sitä voidaan yksinkertaistaa ja kohdentaa vielä tarkemmin todettuihin ongelmakohtiin.

8 Yhteenveto

NCC Rakennus Oy:ssä havaitut ongelmat peltikattojen maalaustyössä johtivat opinnäytetyön tekemiseen. Yrityksessä oli havaittu selvä tarve kehittää maalaustyölle laadunvarmistusmenetelmä, joka ohjaa työn laatua ja poistaa virheelliset työsuoritukset. Vuositakuutarkastuksissa havaitut maalikalvojen halkeilut, lohkeilut ja hilseilyt olivat johtaneet muutamissa yrityksen korjauskohteissa katteen uudelleenmaalaukseen. Näistä ongelmatapauksissa syntyneet lisäkustannukset olivat merkittäviä. Tärkeänä lähtökohdana opinnäytetyön tekemiselle pidettiin, että menetelmät kohdistettaisiin työmaahenkilöstön käytettäväksi työmaaolosuhteissa. Työ rajattiin käsittämään uusien peltikattojen maalaustyötä.

Työn aikana saatiin käsitys peltikattojen maalauksen laadunvarmistusmenettelyjen tämän hetkisestä tilasta, jonka voidaan sanoa olevan riittämätön. Työn laadun tarkastelu perustuu lähinnä silmämääräiseen analysointiin ja luottamukseen, että maalaustyöntekijät tiedostavat työsuorituksen menettelytapojen vaatimukset.

Opinnäytetyö tehtiin lähes kokonaan kirjallisuustutkielman varassa, joka oli muodostua pieneksi ongelmaksi. Vaikka peltikattoja maalataan paljon, on työnsuorituksen erityispiirteitä tutkittu kohtalaisen vähän ja sen seurauksena kirjallisuustietokin on melko vähäistä. Työ valmistui kuitenkin sovitussa aikataulussa, mutta aihe tarvitsee edelleen jatkotutkimusta ja ohjeen päivittämistä määräajoin. Tähän vaikuttavat olennaisesti jatkuvasti kehittyvät maali- ja esikäsitteilytuotteet sekä muuttuvat ilmasto-olosuhteet.

Lähteet

- 1 RT 02-11036: SI-yksiköt rakennusalalla. 2011. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 2 Tikkurilan viesti. 2006. Verkkodokumentti.
<<http://www.digipaper.fi/paints/2143/index.php?pgnumb=44>>. Luettu 17.11.2012.
- 3 Betonijulkisivujen vauriot ja karbonatisoitumisen estäminen. Verkkodokumentti.
<www.findur.fi/search.php?id=30>. Luettu 17.11.2012.
- 4 Kuumasinkityn pinnan maalaus. Verkkodokumentti.
<www.helonkuumasinkitys.fi/DUPLEX.pdf>. Luettu 4.6.2012
- 5 RT 29-11064: Rakennusmaalaus: sanasto. 1980. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 6 Tunturi, Pekka ja Tunturi, Pirjo. 1999. Metallien pinnoitteet ja pintakäsittelyt. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.
- 7 SFS-EN ISO 4618. Maalit ja lakat: termit ja määritelmät. 2007. Suomen standardisoimisliitto.
- 8 Homogeeninen. Verkkodokumentti.
<http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=ltt01173>. Luettu 17.11.2012.
- 9 Mikä on kastepiste? Verkkodokumentti.
<http://www.tikkurila.fi/kotimaalarit/maalausneuvonta/yleisimmat_ongelmat/ongelmat_ulkomaalauksessa/kastepiste/>. Luettu 17.11.2012.
- 10 Peltikatto mukautuu moneksi. Verkkodokumentti.
<<http://www.peltiassat.fi/peltikatto>>. Luettu 17.11.2012.
- 11 Lämpölaajeneminen. Verkkodokumentti. < http://www.edu.helsinki.fi/astelope/lampo_ja_energia/lampo_laajeneminen.htm>. Luettu 18.11.2012.
- 12 Tamminen, Hannu. 2000. Peltikaton korjaus. Verkkodokumentti.
<<http://www.nba.fi/fi/File/124/korjauskortti-5.pdf>>. Luettu 10.9.2012.
- 13 Polymeerimateriaalit. 2010. Verkkodokumentti.
<http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/mould_injmoulding_materials_FI.pdf>. Luettu 17.11.2012.

- 14 Katon maalaus. Verkkodokumentti.
<http://www.tikkurila.fi/files/403/102869_TIKK_Kattoopas_s11k_low.pdf>. Luettu 17.11.2012.
- 15 Sideaineiden ja maalityyppien kehityksestä. Verkkodokumentti.
<http://www.tikkurila.fi/ammattilaiset/tuotteet/tuotehistoria/maalityyppien_kehitys_kautta_aikojen/sideaineiden_ja_maalityyppien_kehityksesta/>. Luettu 5.10.2012.
- 16 Pinnoitustekninen julkaisu: ruutu. 2003. Verkkodokumentti.
<<http://www.digipaper.fi/coatings/2169/index.php?pgnumb=6>>. Luettu 17.11.2012.
- 17 Peltikaton maalaus. Verkkodokumentti.
<http://www.tikkurila.fi/ammattilaiset/tyoohjeet/suunnittelijan_salkku/suunnitteluo hjeet/ulkomaalaus/peltikaton_maalaus>. Luettu 17.9.2012.
- 18 RT 39-11037: Sinkitys. 2011. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 19 Cold rolling. Verkkodokumentti.
<https://www.outokumpu.com/FlashDocuments/Animation/FI_Sustainability/OutokumpuProcessKaavio_FI_Sustainability.swf>. Luettu 17.11.2012.
- 20 Tikkurila: metallipintojen teollinen maalaus. Verkkodokumentti.
<<http://www.digipaper.fi/coatings/33461/index.php?pgnumb=39>>. Luettu 17.11.2012.
- 21 NCC Rakennus Oy. Verkkodokumentti.
<http://www.ncc.fi/tietoa_nccsta/ncc_suomessa/ncc_rakennus/fi_FI/ncc_rakennus/>. Luettu 8.9.2012.
- 22 Vesikatto. Verkkodokumentti.
<http://www.rakennusperinto.fi/Hoito/rakenteita_ja_rakennusosia/fi_FI/Vesikatto/>. Luettu 8.9.2012.
- 23 Palttala-Heiskala, Outi. Kattomuodot ja katteet, kuvaus ja historia. Verkkodokumentti. <<http://www.talotori.net/okorjausKatto.php>>. Luettu 8.9.2012.
- 24 Vesikaton historiaa. Verkkodokumentti.
<<http://www.perinnemestari.fi/index.php?id=65&id2=102&id3=172>>. Luettu 10.9.2012.
- 25 Kälkäjä, Sami. Peltikatteet. 2006. Verkkodokumentti.
<http://www.rakennusperinto.fi/Hoito/Korjaus_artikkelit/fi_FI/Peltikatteet/>. Luettu 10.9.2012.

- 26 Hannukkala, Yrjö. Kuumasinkityn teräsohutlevyn maalaus. 1996. EVTEK: Pintakäsittelytekniikan koulutusohjelma.
- 27 Turunen, Harri. Pinnan tilan vaikutus kuumasinkityn teräsohutlevyn maalattavuuteen. 2005. EVTEK: Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan koulutusohjelma.
- 28 RT 80-10817: Rakennuksen pellitykset ja peltityöt, yleisiä ohjeita. 2004. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 29 Mikkonen, Ari. Metallien kemiaa. Verkkodokumentti.
<http://materiaalit.internetix.fi/fi/opintojaksot/5luonnontieteet/kemia/kemia1/metallien_kemiaa_luettu>. 23.10.2012.
- 30 Metallipinnoitetut teräslevyt ja -kelat. 2007. Verkkodokumentti.
<<http://www.ruukki.fi/~media/Finland/Files/Terastuotteet/Ruukki-Ohutlevyt-Suojautuminen-kosteudelta.pdf>>. Luettu 17.9.2012.
- 31 Tikkurila: Metallipintojen teollinen maalaus. Verkkodokumentti.
<<http://www.digipaper.fi/coatings/33461/>>. Luettu 17.9.2012.
- 32 MaalausRYL 2012: Maalaustöiden yleiset laatuvaatimukset ja käsittelyyhdistelmät. 2011. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 33 Kivimäki, Christian. 2010. Ratu F41-0361: Peltikaton maalauskorjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 34 Immonen, Kari ja Råman Tuula. 1990. Maalattun julkisivun kesto: rapattujen ja betonisten julkisivujen sekä sinkityn peltikaton korjausmaalaus. Helsinki: Sitra.
- 35 Peltikaton maalaus. 2000. Verkkodokumentti.
<<http://www.nba.fi/fi/File/126/korjauskortti-7.pdf>>. Luettu 12.10.2012
- 36 RT 18-10922: Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. 2008. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 37 Toistuva tehtävänohjaus. Verkkodokumentti.
<<http://projectia2.ncc.fi/ActivitySystem/Sivut/ContentPage.aspx?ProcessID=8&ProcessPhaseID=14>>. Luettu 12.10.2012
- 38 Hot dip galvanizing today. 2005. Verkkodokumentti.
<<http://www.hdgasa.org.za/Journals/HDGASA%20V2E4.pdf>>. Luettu 1.11.2012.
- 39 Ratu 73-0311: Ulkomaalaus. 2008. Helsinki: Rakennustieto Oy.

- 40 Rostex Super ruosteenestopohjamaali. 2012. Verkkodokumentti.
<http://www.tikkurila.fi/kotimaalarit/tuotteet/tuotetiedot_aakkosjarjestyksessa/rostex_super_ruosteenestopohjamaali.363.shtml>. Luettu 12.10.2012.
- 41 Tartunnan mittaus vetokokeella. Verkkodokumentti.
<<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/metallituotemaalaus/lab06.html>>. Luettu 24.10.2012.
- 42 Tartunnan mittaus hilaristikkokokeella. Verkkodokumentti.
<<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/metallituotemaalaus/lab05.html>>. Luettu 24.10.2012.

1(4)

Peltikaton maalaustyön laadunvarmistusmenettely

Esikäsittely

Lähtötila

- Uusi rivipeltikate on asennettu
- Materiaalit ja työkalut ovat työmaalla
- Putoamissuojaus ja turvallinen kulku työpisteelle on järjestetty

Lopputila

- Peltikate on valmis maalaustyön alusta
- Eli kuiva, puhdas, ehjä, yhdenmukainen ja tasalaatuinen

Laadunvarmistus

- Maalaustyöselostuksen läpikäynti työntekijöiden kanssa, esim. aloituspalaverissa
- Käytettävien materiaalien ja työmenetelmien suunnitelmanmukaisuus tarkistetaan aloituspalaverissa
- Peltikatteen maalauskelppoisuus tarkistetaan pyyhkimällä pintaa valkoisella kankaalla ja sumuttamalla sille vettä
- Lakanasta voidaan tarkastella visuaalisesti katteen puhtausaste ja katteen pinnassa on rasvaa, jos vesi helmeilee siinä
- Testit tulee suorittaa pistokoeluontoisesti, esim. 1m² alan pyyhkäisy / 100m² kattoala
- Testien tulokset valokuvataan ja liitetään tämän ohjeistuksen laadunvarmistusmatriisiin yhteyteen
- Sumutetun veden on annettava haihtua pinnalta ennen maalaustyön aloitusta

Olosuhteet

Raja-arvot

- Olosuhderajoitukset ovat tuotekohtaisia ja löytyvät maalitoimittajan tuotetiedoista
- Paikkakuntakohtaiset säätiöt voidaan tarkistaa esim. Ilmatieteenlaitoksen Internet-sivuilta
- Työnsuorituksen aikana vallitsevat olosuhteet dokumentoidaan tämän ohjeistuksen taulukkoon
- Luotinhenteisiä maaleja käytettäessä ilman suhteellisen kosteuden yläraja on 80%
- Vesiohenteisilla kosteuden tulisi olla välillä 20-70%
- Alkydimaalit (esim. Tikkurilan Panssarimaali) vaatii vähintään +5°C:n ilman lämpötilan, suositeltavaa olisi kuitenkin yli +10°C:n lämpötilat

Huomioitavaa

- Työ tulee aloittaa niin, että maalattava pinta on kuivunut aamukasteesta
- Maalin on saavutettava pintakuivuus ennen iltakasteen laskeutumista
- Pintakuivuus olosuhteista riippuen yleensä n. 3-5h, tarkistettava tuoteselosteesta
- Maalattavan pinnan lämpötilan tulee olla vähintään 3°C:sta korkeampi kuin ilman kastepisteen lämpötilan
- Muistettava, että varjokohdat ovat muita pintoja viileämpiä
- Kova tuuli ja liian korkea pinnan lämpötila aiheuttaa maalikalvoon kuplia, repeilyä ja kraatterimaisia huokosia, raja-arvot tulee tarkastaa maalitoimittajalta
- Olosuhteiden tarkkailun tulee olla jatkuvaa, muutoksia ennakoivaa ja sitä tehdessä tulee olla tiedossa käytettävän tuotteen raja-arvot.

2(4)

Maalaustyö

Lähtötila

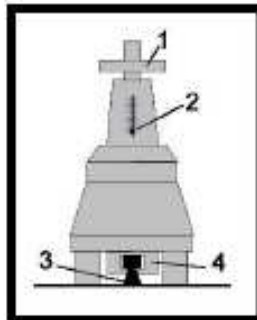
- Maalattava alue on esikäsittely suunnitelmien mukaisesti.
- Esikäsittely tulisi olla tehty samana päivänä kuin maalaustyö
- Jos ei ole mahdollista niin maalattavan kattoen maalauskelpoisuus tulee tarkastaa aina erikseen ennen maalaustyön aloitusta työnjohtoon toimesta ja dokumentoida tämän ohjeistuksen laadunvarmistusmatriisin
- Työnjohto varmentaa maalausolosuhteiden oikeaoppisuuden aina ennen työn aloitusta ja työn päätteeksi, sekä kirjaa tiedot ylös laadunvarmistusmatriisiin

Laadunvarmistus

- Maalaus toteutetaan maalaustyöselostuksen mukaisesti
- Ennen työn aloitusta on aina varmistettava, että maalaustyöntekijät ymmärtävät käytettävät työmenetelmät, materiaalit ja materiaalien asettamat olosuhdevaatimukset
- Maalikalvon paksuuden mittaus kalvonpaksuusmittarilla maalin kuivuttua, mittari on kalibroitava aina ennen käyttöä. Maalikalvon paksuuden raja-arvot ovat tuotekohtaisia ja luettavissa valmistajan tuoteselosteista.
- Maalikalvon tarttuvuuden mittaus vetokokeella; minimiarvo 2MPa
- Vaihtoehtoisesti myös hilaristikkokokeella

Lopputila

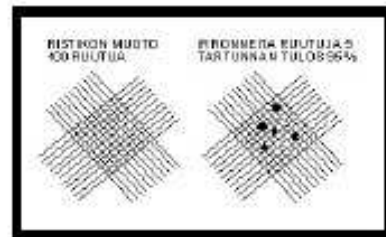
- Peltikatto on kauttaaltaan korroosionsuojamaalattu
- Maalipinta on visuaalisesti tarkasteltuna täysin peittävä, yhtenäinen, eikä siinä ole valumia tai kiiltoeroja
- Valmis maalaus täyttää urakkasopimuksessa vaaditun laatu-tason
- Muut rakenteisiin syntyneet maalaustulokset on poistettu
- Työpiste on siivottu syntyneestä rakennusjätteestä



Vetokoe

Vetokokeen laitteisto: 1. vetolaitteen nuppi, 2. tuloksen antava tappi, 3. veto-osan nuppi, 4. veto-osa.

Veto-osan nupin (3) ilman kuivumisen jälkeen vetolaitteen nuppia (1) kierretään vastapäivään kunnes veto-osa (4) on ala-asennossa. Tuloksen osoittava tappi (2) asetetaan arvoon nolla ja vetolaitteen nuppia (1) kierretään myötäpäivään kunnes veto-osan nuppi (3) irtaoo.



Hilaristikkokoe

Koe suoritetaan viittämillä leikkurilla maalikalvon 10 x 10 ruudukko, jonka jälkeen pinta puhdistetaan harjaamalla kevyesti. Mikäli ruudut irtailevat pinnasta, on maalipinnan tartunta heikko.

3(4)

Esikäsittelyn laadunvalvontamatriisi

Ohje

- Esikäsittelyn onnistuminen ja maalattavan alueen maalauskelppoisuus todennetaan aina työvuoron aluksi, ennen kyselyn alueen maalaustyön aloitusta
- Pyyhkäisy- ja sumutustesti tarkkataan visuaalisesti ja sen tulos ilmoitetaan lyhentäen "On kunnossa / Ei ole kunnossa". Molemmat testit valokuvataan ja valokuvat tallennetaan matriisin yhteydessä projektipankkiin.
- Kate tarkastellaan kauttaaltaan läpi ja "Muut viat" kohtaan kirjataan esim. havaitut reiät tai rakenteelliset virheet peltikatteessa
- Virheitä tai puutteita havaittaessa esikäsittely uusitaan vaadittuin osin, eikä maalaustyötä aloiteta ennen kuin tarkastettu alue on todettu toteutuskelpoiseksi ja uusintatarkastus on kirjattu alla olevaan matriisiin.

Esikäsittely on suoritettu (pvm)	Pyyhkäisytesti/visuaalinen tarkastelu (OK/Ei)	Sumutustesti/visuaalinen tarkastelu (OK/Ei)	Muut viat	Tarkastanut (pvm ja allekirj.)
Lohko X / xx.xx.xxxx				

Olosuhteiden laadunvalvontamatriisi

Ohje

- Katto tulee jakaa lohkoihin vesikaton pohjajärjestykseen ja jokaisesta lohkoista täytetään alla olevan mukaisesti työn alkaiset tiedot
- Tiedot täytetään jokaisesta työvuorosta, kun maalaustyötä suoritetaan
- Aloitusarvo on arvo, kun työsuoritus alkaa
- Väliarvo on arvo työvuoron puolivälistä (±30min)
- Lopetusarvo on, kun työsuoritus lopetetaan työvuoron päätteeksi
- Jos olosuhteissa huomataan suuria muutoksia, tulee ne tarkastaa välittömästi ja tarvittaessa maalaustyö keskeyttää. Tällöin mitatut arvot merkitään lopetusarvoiksi.
- Työnjohtaja ja työntekijöillä tulee olla selvillä käytettävän maalin raja-arvot, varmistetaan ennen joka työvuoron aloitusta. Käytettävien tuotteiden tuoteselosteet tulee löytyä työmaan kemikaaliluettelosta.

Katon lohko / pvm /aloitus&lopetus klo	Ilman kosteus (RH%)	Ilman lämpötila (°C)	Ilman lämpötilan kastepiste (°C)	Tuulennopeus (m/s)	Peltikatteen lämpötila (°C)	Tarkastanut (pvm ja allekirj.)
Lohko X / xx.xx.xxxx / alkoi klo xx.xx ja loppui klo xx.xx	Aloitus- / väli- / lopetusarvo	Aloitus- / väli- / lopetusarvo	Tarkastettu ilmatieteenlaitokselta aloitushetkellä	Aloitus- / väli- / lopetusarvo	Aloitus- / väli- / lopetusarvo	

4(4)

Maalaustyön laadunvalvontamatriisi**Ohje**

- Ennen maalaustyön aloitusta tulee varmistaa, että käytettävä maali on suunnitelman mukaista. Tarkistus tehdään ennen jokaista maalaustyövuoroa.
- Työmenetelmien ja välineiden on myös oltava suunnitelmien mukaisia. Peltikattoja maalatessa tämä tarkoittaa lähes aina sivelymaalausta, joka suoritetaan lappeelta katon harjaa kohti. Työnjohto käy läpi menetelmät ja välineet työntekijöiden kanssa ennen jokaista työvuoroa.
- Maalikalvon vetokoe suoritetaan kaikkien maalikerrosten kuivuttua, kuivumisaika on kerrottu maalivalmistajan tuoteselosteessa.
- Maalikalvon paksuus mitataan ainetta rikkomattomalla mittarilla ja saatua arvoa verrataan valmistajan tuoteselosteessa mainittuun.
- Maalikalvon visuaalinen tarkastelu tapahtuu maalin kuivumisen jälkeen. Tarkastettavia asioita ovat maalipinnan yhtenäisyys, peittävyys, ei havaittavissa valumia tai kiiltoeroja. Erityishuomio tulee kiinnittää saumakohtiin.
- Lopuksi tarkastetaan, että maalaustyöstä mahdollisesti aiheutuneet roiskeet on poistettu muista rakennusosista ja syntynyt jäte on poistettu työmaalta.

Maalausalue (pvm)	Käytettävä maali on suunnitelman mukaista (pvm)	Työmenetelmät ja välineet OK (pvm)	Vetokoe (MPa)	Maalikalvon paksuuden mittaus (µm)	Maalikalvon visuaalinen tarkastelu (pvm)	Muuta (pvm)	Tarkastanut (pvm ja allekirj.)
Lohko X / xx.xx.xxxx							

Asiantuntijahaastattelu

Paikka ja aika: NCC Rakennus Oy Mannerheimintie 103a 28.9.2012 klo 10.00

Haastattelija: Tuomas Vesalainen, opinnäytetyöntekijä

Haastateltava: Juha Korhikoski, NCC Rakennus Oy:n korjausyksikön työpäällikkö, rakennusalan kokemus 30 vuotta, 10-20 kohteen kokemus korjatuista peltikatoista

Haastattelukysymykset ja vastaukset:

- 1 Millaisissa kohteissa epäonnistumisia on tullut vastaan, onko mukana myös semmoisia kohteita joissa maalaustyö olisi tehty 1-2v rivipeltien asennuksen jälkeen?

Epäonnistuneita kohteita kolme ja näissä, kuten myös onnistuneissa kohteissa, maalaustyö on suoritettu noin 6kk-1v peltikaton asennustyön jälkeen. Maalaustyö on suoritettu onnistuneesti myös välittömästi asennuksen jälkeen. Tämä on yleisesti todettu olevan riskialttiimpaa, mutta onnistuvan huolellisella esikäsitteilyllä.

- 2 Onko joissain kohteissa maalaustyön ajankohdan siirto urakka-ajan ulkopuolelle onnistunut?

Lähes joka kohteessa maalaustyö on suoritettu varsinaisen urakka-ajan jälkeen. Asian sopiminen tilaajan kanssa on ollut yleisesti sujuvaa.

- 3 Onko huomattavissa jotain eroavaisuuksia epäonnistuneiden ja onnistuneiden kohteiden työsuorituksessa?

Onnistuneissa kohteissa pohjatyöt ennen maalausta ja tätä myöten maalaus- alusta on ollut onnistuneempi kuin epäonnistuneissa.

- 4 Minkä maalitoimittajan tuotteita on käytetty?

Pääosin Teknos ja Tikkurila, mutta jokaisessa tapauksessa maalaustyöselostuksen mukaisesti.

5 Keneltä rivipellit ovat olleet?

Ovat tulleet aliurakoitsijan tilaamina, pääosin Suomesta ja Ruotsista, mutta mahdollisesti myös muualta.

6 Ovatko millaiset kokemukset esikäsittelyistä? Toimivin / helpoin tapa?

Esikäsittely on toteutettu valmistajan ohjeiden ja maalaustyöselostuksen mukaisesti.

7 Miten tarkasti sääolosuhteiden muutoksia on seurattu työn aikana?

Työ on tehty aina aliurakointina, joten vastuu sääolosuhteiden valvonnasta on jäänyt maalausurakoitsijan työnjohdolle ja työntekijöille.

8 Millaisessa säässä katot on yleensä maalattu?

Työ on toteutettu maalausohjeiden ja valmistajan ohjeiden mukaisissa sääoloissa.

9 Miten on reagoitu sääolosuhteiden muutoksiin?

10 Onko ollut sääsuojaa käytössä?

Sääsuoja on pyritty poistamaan aina välittömästi, kun peltikatto on ollut vedenpitävä. Tämän johdosta maalaustyö on suoritettu aina ilman sääsuojaa.

11 Onko peltikatteen lämpötilaa huomioitu maalatessa?

12 Onko aina pääurakoitsija joutunut kantamaan kaiken vastuun virheellisestä työnsuorituksesta?

Tapauksissa joissa maalausosuorituksen suorittaa pääurakoitsijan aliurakoitsija, vastaa pääurakoitsija YSE98:n mukaisesti mahdollisesta virheellisestä työnsuorituksesta tilaajalle. Jos virhe johtuu tilaajaan sopimussuhteessa olevan suunnittelijan suunnitelmista, ei pääurakoitsijaa voida pitää vastuussa.

13 Millaiset kustannusvaikutukset epäonnistuneilla kohteilla on ollut?

Esimerkkikohteessa epäonnistuneen peltikaton vanhan maalin poisto, esikäsitely ja uudestaan maalaus tulivat maksamaan noin kolminkertaisesti sen summan mitä pelkän alkuperäisen suunnitelman mukainen maalaus maksoi.

14 Onko maalaustyöstä tehty tehtäväsuunnitelmaa?

Ei ole tehty, kohteissa tehtäväsuunnitelma vain haasteellisemmista työvaiheista.

15 Mitkä ovat olleet laadunvarmistusmenetelmiä?

Ei ole käytössä mitään varsinaisia, vaikka tarve olisi etenkin esikäsitelyn onnistumisen todentamiselle. Maalarin toteamus siitä, että se on tehty, ei riitä.

16 Onko maalikerroksen paksuutta mitattu ja jos on niin millä tavalla?

Ei ole mitattu, koska sen ei ole koettu olevan ongelmana.

17 Millä työvälineillä maalaus on suoritettu? Suti, tela vai ruiskutus?

Oletettavasti sivellintyönä pääosin, mutta ei täyttä varmuutta. Ainakin pohjalle tuleva ruosteenestopohjamaali tulisi sivellä kiinnittyvyyden varmistamiseksi.

18 Mitä tarkastuksia peltikatteelle työvaiheen aikana on tehty?

Tällä hetkellä tarkastusmenetelmät olemattomia, tarvitaan jokin käytännöllinen tapa. Alustan puhtauteen ja olosuhteisiin tulisi kiinnittää erityisesti huomiota.

19 Yleisin maalausvirhe on maalityypin valinta, onko tätä havaittu epäonnistuneissa kohteissa ja mistä se on johtunut, suunnitteluvirhe?

Ei ole osoittautunut ongelmaksi kohteissa, mutta käytettävän maalin suunnitelmanmukaisuus tulisi aina varmistaa.

20 Maalaustyön standardeissa on maininta ammattitaitoisesta työvoimasta, mitkä kokemukset ovat työntekijäporukoista?

Vaatii työnjohdon tarkkailua, mutta työn lopputulokseen vaikuttaa ammattitaidon lisäksi merkittävästi myös työntekijän asenne.

21 Onko onnistunutta kohdetta jossa katto olisi maalattu välittömästi?

Monissa kohteissa maalaus on suoritettu onnistuneesti myös heti peltityön jälkeen.

22 Milloin maalipinta alkaa irtoilla, kuinka kauan maalauksen jälkeen?

Ensimmäisen vuoden aikana, tilanne on yleensä todettu ensimmäisen vuoden takuutarkastuksessa.

23 Miten rivipellit on säilötty työmaalle ennen asennusta, onko syntynyt valkoruostetta?

Ei varsinaisesti käsitystä, mutta oletuksena että asennus alkaa heti kun pellit saapuvat työmaalle.

24 Jos valkoruostetta on esiintynyt, niin miten se on poistettu?

25 Laadunvarmistusmenettely, mikä muoto olisi hyvä? Mihin tulisi kiinnittää huomiota?

Ei pitäisi kertoa vain mitä tarkistetaan, vaan nimenomaan miten tarkistetaan. Voisi olla 3 osanen, jossa huomio kiinnittyy erikseen alustan kuntoon, olosuhteisiin ja mahdollinen maalin pitävyydesti.

26 Onko käytettävä maali ja käsittely-yhdistelmäkokonaisuus rakennesuunnittelijan valitsema?

Suunnittelija määrittää maalivalmistajan käsittely-yhdistelmän.

27 Onko maalaustuotteita valittaessa ja esikäsitelymenetelmiä valittaessa oltu yhteydessä maalaustuotteiden toimittajiin ja rivipeltien valmistajaan?