

Iina Karjalainen

# Pintakäsittelyn laadunvarmennus korjausrakentamisessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja kemiantekniikka

Insinöörityö

06.06.2018

Tekijä Otsikko	Iina Karjalainen Pintakäsittelyn laadunvarmennus korjausrakentamisessa
Sivumäärä Aika	50 06.06.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Bio- ja kemiantekniikka
Ammatillinen pääaine	Materiaali- ja pinnoitetekniikka
Ohjaajat	Tutkintovastaava Arto Yli-Pentti Pintakäsittelytekniikan asiantuntija Jussi Tapola
<p>Insinöörityön tavoitteena oli selvittää nykyistä pintakäsittelyn laadunvarmennuksen tasoa korjausrakentamisessa ja kehittää sitä täydentämällä ja tarkentamalla suunnittelun laadunvarmennusta ja työmaavaiheen laadunvarmistusta. Pintakäsittelyn laadunvarmennuksen tarkastelu rajattiin kolmen rakennusosan pinnoitettaviin pintoihin. Rakennusosia olivat sinkitty peltikatto, betoniparveke sekä rapattu julkisivu. Työssä havainnollistamiseen käytetty virtuaalinen mallitalo esittelee tarkasteltavaksi valitut rakenneratkaisut yksityiskohtaisemmin.</p> <p>Sinkitty peltikatto, betoniparveke ja rapattu julkisivu altistuvat monille rasiustekijöille, joita läpikäymällä taustoitettiin pintakäsittelyn vaatimuksia. Rakenneosien pinnoitteilta vaaditut ominaisuudet ovat samankaltaisia, mutta mittausmenetelmiä joudutaan soveltamaan eri materiaalien kohdalla. Rakennusmateriaalien tyypillisiä ominaisuuksia käydään läpi suunnitteluun liittyvissä kappaleissa.</p> <p>Pintakäsittelyn laadunvarmennuksen nykyistä tasoa selvittää Sitowise Oy:n korjausrakentamisen työselostusotannalla. Pintakäsittelyn laadunvarmennuksen menetelmiä tutkittiin pääasiassa hyvän rakennustavan mukaisten tietokantojen avulla. Työ tehtiin kirjallisuusselvityksenä, joten laadunvarmistusmenetelmien toimivuutta ei testattu käytännössä.</p> <p>Työn tuloksena syntyi mahdollinen pintakäsittelyn työmaan laadunvarmistuksen ohjeistus kolmelle kyseessä olevalle rakennusosalle. Mallityön suunnittelun tärkeys korostui, sillä mallityö toimii laadunvarmistuksen työkaluna ennen koko rakenteen pinnan käsittelyä. Pintakäsittelyn laadunvarmennuksen merkittäviksi menetelmiksi nousivat märkäkalvonpaksuuden, alustan puhtauden ja olosuhteiden mittauksen merkitys, koska ennaltaehkäisevinä menetelminä ne säästävät jälkepäin suoritettavalta korjaustyöltä.</p>	
Avainsanat	rakennusmaalaus, pintakäsittelytekniikka, julkisivumaalaus, parvekemaalaus, pintakäsittely

Author Title	Iina Karjalainen Quality Assurance for Surface Treatments in Renovation
Number of Pages Date	50 6 June 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Biotechnology and Chemical Engineering
Professional Major	Materials Technology and Surface Engineering
Instructors	Arto Yli-Pentti, Head of the Department Jussi Tapola, Surface Treatment Technology Expert
<p>The aim of this thesis was to examine the current level of quality assurance for surface treatments used in renovation and to improve the level by completing and specifying quality assurance design and quality assurance in the building site. The examination was concentrated on the surfaces of three structural components which included zinc-coated sheet roofing, a concrete balcony and a plaster façade. A virtual model of a house was utilized in this thesis to visualize the chosen surface structures.</p> <p>Zinc-coated sheet roofings, concrete balconies and plaster facades are prone to multiple environmental loads which were examined in this thesis to explain the quality requirements for surface treatments. The required coating properties are similar for the three structural components, but the measuring methods require modifying for different materials. The typical properties of these materials are examined in chapters concerning design.</p> <p>The current level of the quality assurance was investigated using a selection of renovation documents from Sitowise Oy. The improvement project was written by using generally accepted building databases which were utilized as main sources of the thesis. The method of this thesis was a literature research and therefore quality assurance methods were not performed in practise.</p> <p>A suggestion of the quality assurance in the building site was made as a result of this thesis for the surface treatments of the three structural components. The process to design the surface model was discovered to be an important part of the quality assurance because it is made before the actual surface treatment of the building. Significant methods which have the preventative effect are measuring the environmental conditions and determination of wet film thickness and surface cleanliness. These methods prevent effectively the repair work after the building project.</p>	
Keywords	building painting, surface treatment technology, façade painting, balcony painting, surface treatment

Sisällys	
1 Johdanto	1
2 Mallitalon kuvaus	2
2.1 Mallitalon osakohteiden kuvaus	2
2.2 Rakennukseen vaikuttavat rasitustekijät	4
2.2.1 Sinkittyyn peltikattoon vaikuttavat rasitustekijät	4
2.2.2 Betoniparvekkeisiin vaikuttavat rasitustekijät	5
2.2.3 Rapattuun julkisivuun vaikuttavat rasitukset	6
3 Pintakäsittelyn laadunvarmennus rakentamisessa	6
3.1 Viranomaisohjeistukset	6
3.2 Laadunvarmistuksen ohjeistus suunnitteluun	7
3.3 Ympäristötekijöiden huomioiminen	8
3.4 Pintakäsittelyn laadunvarmistuksessa käytettävät menetelmät	8
3.4.1 Mallityö	8
3.4.2 Olosuhteiden seuranta	9
3.4.3 Kalvonpaksuus	9
3.4.4 Tartuntavetokoe	10
3.4.5 Kiilto	12
3.4.6 Hilaristikkokoe	12
3.4.7 Alustan puhtauden mitta	12
4 Laadunvarmennuksen huomiointi sinkityn peltikaton pintakäsittelyn suunnittelussa	13
4.1 Sinkityn teräsohutellevyn korroosio-ominaisuudet	13
4.2 Sinkityn peltikaton pintakäsittelyn suunnittelun nykyinen normaalisisältö	14
4.2.1 Kalvonpaksuusmittaukset	14
4.2.2 Muut laadunvarmennusvaatimukset	15
4.3. Suunnittelusisällön tarkennus ja täydennystarpeet	16
4.3.1 Ulkonäköluokka	16
4.3.2 Olosuhteet	16
4.3.3 Alustan puhtaus	17
4.3.4 Maalikalvon laadunvarmennus	17
5 Laadunvarmennuksen huomiointi betoniparvekkeiden pintakäsittelyn suunnittelussa	19
5.1 Materiaalit	19

5.1.1 Hienosahattu kuusi	19
5.1.2 Kuumasinkitty teräs	20
5.1.3 Betoni lattiapinnassa	20
5.2 Parvekkeiden pintakäsittelyn suunnittelun nykyinen normaalisisältö	20
5.2.1 Tartuntavetolujuuskokeet	20
5.2.2 Vedeneristyspinnoitteen laadunvarmistusvaatimukset	21
5.2.3 Parvekelaattojen otsapintojen ja pieliseinien otsapintojen laadunvarmistusvaatimukset	21
5.2.4 Havupuupintojen laadunvarmistusvaatimukset	22
5.3 Suunnittelusisällön tarkennus ja täydennystarpeet	22
5.3.1 Mallityö parvekkeelle	23
5.3.2 Ulkonäköluokka	23
5.3.3 Olosuhteet	23
5.3.4 Alustan soveltuvuus	24
5.3.5 Maalikalvon laadunvarmennus	24
6 Laadunvarmennuksen huomiointi rapatun julkisivun pintakäsittelyn suunnittelussa	26
6.1 Materiaalit	26
6.1.1 Sokkelin betonipinta	26
6.1.2 Rappaus	26
6.2 Julkisivun pintakäsittelyn suunnittelun nykyinen normaalisisältö	27
6.2.1 Rappauksen pintakäsittelyn laadunvarmistusvaatimukset	27
6.2.2 Sokkelin pintakäsittelyn laadunvarmistusvaatimukset	28
6.3 Suunnittelusisällön tarkennus ja täydennystarpeet	28
6.3.1 Mallityö	29
6.3.2 Ulkonäköluokka	30
6.3.3 Alustan vaatimukset	30
6.3.4 Maalikalvon laadunvarmennus	31
7 Sinkityn peltikaton pintakäsittelyn työmaavaiheen laadunvarmistus	32
7.1 Maalauspöytäkirjan merkinnöissä huomioitavaa	33
7.2 Mittauspöytäkirja	33
7.3 Mahdolliset mittaukset	33
7.3.1 Mallityö	33
7.3.2 Kalvonpaksuuden mittaus	33
7.3.3 Alustan puhtauden määrittäminen	34

7.3.4 Hilaristikkokoe	35
7.3.5 Tartuntavetokoe	35
7.3.6 Olosuhteet	36
7.3.7 Kiillon mittaus	36
7.3.8 Pinnan ulkonäkö	36
8 Betoniparvekkeiden pintakäsittelyn työmaavaiheen laadunvarmistus	36
8.1 Maalauspöytäkirjan merkinnöissä huomioitavaa	37
8.2 Mittauspöytäkirja	37
8.3 Mahdolliset mittaukset	37
8.3.1 Mallityö	37
8.3.2 Tartuntavetokoe	38
8.3.3 Hilaristikkokoe	38
8.3.4 Kalvonpaksuus	38
8.3.5 Alustan vaatimukset	39
8.3.6 Olosuhteet	39
8.3.7 Pinnan ulkonäkö	40
8.3.8 Kiilto	40
9 Rapatun julkisivun pintakäsittelyn työmaavaiheen laadunvarmistus	40
9.1 Maalauspöytäkirjan merkinnöissä huomioitavaa	40
9.2 Mahdolliset mittaukset	41
9.2.1 Mallityö	41
9.2.2 Tartuntavetokoe	41
9.2.3 Kalvonpaksuus	42
9.2.4 Alustan vaatimukset	42
9.2.5 Olosuhteet	43
9.2.6 Pinnan ulkonäkö	43
10 Johtopäätökset	43
10.1 Laadunvarmennuksen huomiointi pintakäsittelyn suunnittelussa	43
10.2 Pintakäsittelyn työmaavaiheen laadunvarmistus	44
Lähteet	46

## Lyhenteet ja käsitteet

GU	Gloss units, kiillon mittayksikkö
Mallityö	Mallityö tehdään ennen koko varsinaisen pinnan käsittelyä. Mallityö toimii laadunvarmistusmittausten alustana ja varsinaisen työn vertailupintana.
Ratu-kortisto	Rakennustuotannonsuunnitteluun tarkoitettu tietokanta
RT-kortisto	Rakennustietokanta ja laatujärjestelmä
RYL	Rakennusten yleiset laatuvaatimukset
VOC	Volatile organic compounds, haihtuvat orgaaniset yhdisteet

## 1 Johdanto

Pintakäsittelyn laadunvarmennukseen on kehitetty useita menetelmiä etenkin teollisuuden käyttöön. Menetelmien käyttö saattaa olla kuitenkin vähäistä talon rakentamisessa. Insinööriyön tarkoituksena oli selvittää pintakäsittelyn laadunvarmennuksen nykyistä tasoa ja kehittää sitä täydentämällä ja tarkentamalla pintakäsittelyn suunnittelua ja työmaan laadunvarmistusta. Pintakäsittelyn kannalta päätettiin tarkastella kolmea eri rakennusosaa: sinkittyä peltikattoa, betoniparveketta sekä rapattua julkisivua.

Pintakäsittelyn onnistumisella on teknisen merkityksen lisäksi myös merkittävästi vaikutusta rakennushankkeen vaikuttavuuteen. Rakennuksen visuaalinen ilme luo hetkessä mielikuvan koko projektin laadusta ja voi vaikuttaa suuresti asiakkaan ennakoasenteisiin. Insinööriyö rajattiin vain talon ulkoisiin pintoihin ja havainnollistavana työkaluna käytettiin Pekka Suvilehdon piirtämää virtuaalista mallitaloa.

Insinööriyön toimeksiantajana toimi Sitowise Oy, jonka korjausrakentamisen työselostuksien pohjalta tutkittiin nykyisen pintakäsittelyn laadunvarmennuksen normaalitasoa rakennuksen valituissa rakennusosissa. Kehittämistyössä lähteinä toimivat pääasiassa hyvän rakennustavan mukaiset rakennustietokannat: RT- ja Ratu-kortistot sekä MaalausRYL2012 ja SFS-standardit.

Tarkasteluun valitut rakennuksen ulkopinnat altistuvat monille rasiustekijöille, joita läpikäymällä työssä haluttiin taustoittaa pintakäsittelyn laadunvarmennuksen tärkeyttä. Pintakäsittelyn laadunvarmennus huomioidaan aina erityisesti metallien korroosionsuojauksessa, mutta myös muiden rakennusmateriaalien kohdalla laadunvarmennusta voidaan yhtenäistää.



## 2 Mallitalon kuvaus

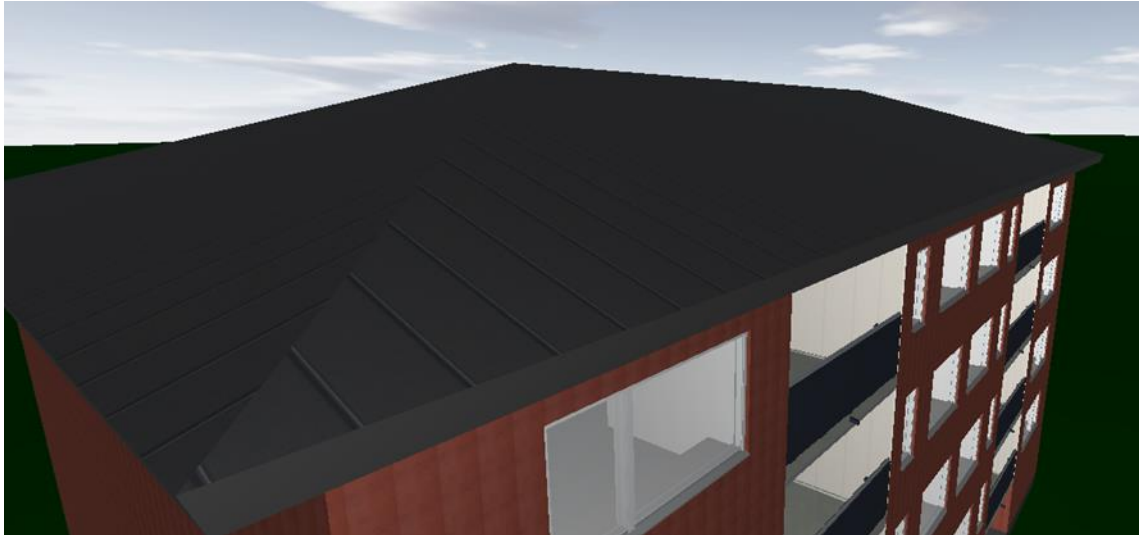
Havainnollistavana työkaluna insinööriyössä käytettiin korjausrakentamisen kohteeksi päätynyttä mallitaloa kuvassa 1. Työssä läpikäytyt laadunvarmistusmenetelmät ovat mahdollisia toteuttaa kyseisen kerrostalon rakenteille ja materiaaleille. Eriteltyjä laadunvarmistusmenetelmiä voidaan kuitenkin soveltaa erilaisille rakennuksille. Mallitalon rakenteista käydään läpi sinkityn peltikaton, betoniparvekkeiden sekä rapatun julkisivun pintakäsittelyn laadunvarmistus.



Kuva 1. Insinööriyötä havainnollistava mallitalo. [1]

### 2.1 Mallitalon osakohteiden kuvaus

Rakennuksen sinkitty peltikatto kuvassa 2 on profiililtaan kalteva rivipeltikatto, joka on konesaumattu [2]. Rakennuksen kattomuoto on aumakatto [3]. Katon pintakäsittelyssä tulee ottaa erityisesti huomioon korroosiolle alttiit kohdat kuten katon saumat ja taitteet. Kohdat, joissa vesi pääsee seisomaan ovat erityisiä riskejä pintakäsittelylle. [2.]



Kuva 2. Sinkitty peltikatto mallitalossa [1].

Mallitalossa on sisäänvedetty betoniparveke, joka näkyy kuvassa 3. Parvekkeen taustaseinän verhous on kuusipuuta. Kaide on kuumasinkittyä terästä ja muodoltaan kulmikas. Mallitalon sisäänvedetyn parvekkeen etuna on vähäisempi säärasitus verrattuna ulkoneviin [4]. Säänkestävyyttä parantaa myös parvekkeen lasitus [5].



Kuva 3. Mallitalon sisäänvedetty betoniparveke, jonka seinän taustaverhouksena on käytetty kuusipuuta ja kaide on valmistettu kuumasinkitystä teräksestä [1].

Mallitalon julkisivu kuvassa 4 on rapattu ja sokkeli on valmistettu betonista. Julkisivussa on käytetty kolmikerrosrappaus, jonka pintarappaus on tehty hierontappauksena ja maalattu. Väriellinen hierontalaastipinta yleensä maalataan, jotta väripinnasta saadaan

tasainen [6]. Mallitalon sokkeli on maalattu. Sokkeli saatetaan jättää myös maalaamattomaksi [7].



Kuva 4. Mallitalon julkisivun rappaus ja betonisokkeli [1].

## 2.2 Rakennukseen vaikuttavat rasitustekijät

### 2.2.1 Sinkittyyn peltikattoon vaikuttavat rasitustekijät

Sinkityn peltikaton huoltomaalausväli on yleensä 10–15 vuotta [8]. Kattopintaa kuormittavat ympäristötekijät ja mekaaninen rasitus. Ilmansaasteet kuten rikki- ja typpioksidit kulkevat pitkiä matkoja ilmapvirtausten mukana ja yhdessä kosteuden kanssa ne voivat aiheuttaa korroosiota ja mikrobien kasvua pinnalla. Teollisuuden happamat päästöt sekä meri-ilmaston suolat voivat myös aiheuttaa vaurioita pintakäsittelylle. Kosteutta kattopinnoille pääsee lumen sulamisveden sekä sade- ja kondenssiveden mukana. Suuret lämmönvaihtelut ja UV-säteily kuuluvat myös rasitustekijöihin. Lämpötilat voivat esimerkiksi tummilla katoilla kohota jopa 60–70 °C:seen. [9.] Auringonpaiste aiheuttaa myös sävyjen haalistumista, kiiltoasteen alentumista sekä pellin lämpölaajenemista, joka voi aiheuttaa maalikalvolle haitallisia jännitteitä [10]. Muihin huomioitaviin asioihin voi kuulua esimerkiksi katon maalaaminen kukkivien koivujen ympäröimänä, jolloin maalauksen laatu voi heiketä [9].

Ympäristötekijöiden lisäksi mekaanisesta rasituksesta aiheutuneet vauriot kuten lumenluonnissa ja asennuksessa syntyneet kolhut vaikuttavat pinnoituksen kestävyteen [9]. Katon puhtaus yleisesti roskista ja liasta voi vaikuttaa osaltaan

huoltomaalauksen ajankohtaan, sillä ne tuovat katolle korroosioriskiä lisäävää kosteutta. Riski on suurin kohdissa, joista epäpuhtaudet eivät huuhtoudu pois sadeveden mukana. Katon kaltevuus ja kolot vaikuttavatkin epäpuhtauksien huuhtoutumiseen pois pinnalta. Erityisesti naarmukodissa sadeveden mukana pois huuhtoutumattomat epäpuhtaudet aiheuttavat tuhoa päästessään kontaktiin sinkki- tai teräspinnan kanssa maalikalvon rikkouduttua. Katto olisi hyvä tarkastaa visuaalisesti riittävän usein ja puhdistaa pudonneet lehdet katolta, jireistä ja sadevesijärjestelmästä säännöllisesti. [11.]

### 2.2.2 Betoniparvekkeisiin vaikuttavat rasitustekijät

Parvekkeen betoniosien ja kuumasinkityn kaiteen huoltomaalausväli on yleensä 10–20 vuotta. Parvekkeen lautaverhouksen huoltokäsittelyväli on noin 5–20 vuotta. [8.] Ylempiin parvekkeisiin kohdistuu yleensä suurempi ympäristörasitus kuin alempiin parvekkeisiin. Parvekkeen sijainnin ilmansuunnalla voi myös olla vaikutusta huoltomaalausvälin pituuteen. Rasitus kohdistuu etenkin viistosateen alueelle, jolloin tuulensuunta on merkittävä tekijä vaurioitumisprosessissa. Vedeneristyksen toimivuus on tärkeässä roolissa parvekkeen suunnittelussa. Kosteusteknisen toimivuuden tarkastelu voidaan jakaa kolmeen osaan: parvekelaatan yläpintaan, alapintaan ja jäljelle jääviin pintoihin. Rakentamisajasta riippuen vedeneristystä ei ole välttämättä ollenkaan tai se on joko pintalaatan alla tai laatan pinnassa. [4.]

Parvekelaatan yläpinnassa halutaan yleensä estää kapillaarisen veden imeytyminen betoniin, jolloin käytetään tätä estäviä tiiviin kerroksen muodostavia tuotteita. Parvekelaatan alapinnassa halutaan yleensä varmistaa rakenteen kuivuminen, jolloin valitaan hyvin kosteutta läpäiseviä tuotteita. [12, s. 248.] Parvekkeen alapinta voidaan jättää myös maalaamattomaksi ja pinnoittamattomaksi [13]. Jäljelle jääneillä pinnoilla käytetään tuotteita, jotka estävät veden kapillaarista tunkeutumista betoniin samalla kuitenkin osittain läpäisten kosteutta [12, s. 248].

Veden jäädessä seisomaan se voi tunkeutua laattaan, mistä voi aiheutua kosteus- ja pakkasvaurioita erityisesti laatan reunaosille. Parvekkeen reuna-alueiden maalauksen onnistumiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota, sillä nämä osat ovat hyvin alttiita korroosiolle. Rakenneterästen korroosio aiheuttaa usein halkeilua reuna-alueilla samoin kuin lämpötilan vaihtelun aiheuttamat muodonmuutokset. [4.] Muita rasitustekijöitä ovat esimerkiksi UV-säteily ja mikrobit. Karbonatisoitumista hidastava pintakäsittely voi olla

myös tarpeellinen, jos tavoitellaan esimerkiksi tavallista pidempää käyttöikää. [12, s. 248.]

### 2.2.3 Rapattuun julkisivuun vaikuttavat rasitukset

Julkisivun rappauksen huoltomaalausväli on yleensä 10–20 vuotta. Sokkelin kohdalla huoltomaalausväliä ei ole määritelty. Sokkeli voidaan jättää myös kokonaan maalaamatta. [8.] Julkisivussa betoni ja rappaus huokoisina aineina läpäisevät hyvin vettä, hiilidioksidia ja happea. Kosteus rakenteessa on yleensä suurin maalipinnalle vaurioita aiheuttava tekijä. Julkisivun rakenteessa vesi jäätyessään vaurioittaa alustaa ja siten maalipintaa. Vesi tuo myös mukanaan suoloja, jotka voivat aiheuttaa pinnoitteen hilseilyä. Rapatuille pinnoilla käytetään yleensä kosteutta läpäisevää ja nopeasti kuivuvaa maalia. Liian tiivis maalikalvo voi aiheuttaa rappauksen vaurioitumisen. [14.]

Muita vaurioita aiheuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi UV-säteily ja mikrobit [14]. Koristeköynnökset julkisivun pinnalla suojaavat rakennusta UV-säteilyltä. Köynnökset vaikuttavat lisäksi julkisivun kosteuteen ja tuulettumiseen ja usein ne liitetään rakenteen vaurioihin. Päivi Sundmanin opinnäytetyön Köynnökset rakennetussa ympäristössä perusteella negatiiviset kokemukset rajoittuvat itsestään kiipeävien köynnösten käyttöön julkisivuissa. Opinnäytetyö esittelee pääasiassa tutkimuksia, jotka keskittyvät köynnösten julkisivua suojaaviin ominaisuuksiin. [15.] Myös ilkivalta ja tahattomat vahingot voivat aiheuttaa vaurioita julkisivulle [16].

## 3 Pintakäsittelyn laadunvarmennus rakentamisessa

### 3.1 Viranomaisohjeistukset

Suoria viranomaismääräyksiä koskien pintakäsittelyn laadunvarmennuksen suunnittelua ei ole. Hyvä rakennustapa toimii ohjeistuksena pintakäsittelyn laadunvarmistuksessa. Hyvän rakennustavan mukaisiin tietokantoihin kuuluvat MaalausRYL, RT- ja Ratu-kortistot. MaalausRYL käsittelee rakentamisen yleisiä laatuvaatimuksia maalauksessa. RT eli rakennustieto- ja Ratu eli rakennustuotantokortisto käsittelevät rakentamista laajemmin. Nämä tietokannat antavat kuitenkin vain rajallista ohjeistusta pintakäsittelyn laadunvarmistukseen. [17.] Laajemmin laadunvarmistukseen sopivia mahdollisia

mittauksia löytyy SFS-EN-standardeista, joissa esitetään standardoitu mittauksen suoritus sekä tulosten tulkinta [18]. Laadunvarmistukseen liittyy kuitenkin lisäksi myös ympäristövaikutusten huomiointi. EU:n asettama VOC-direktiivi 004/42/EY, joka rajoittaa rakennusmaalauksessa käytettävien maalien liuotemääriä, määrittää joitakin erityislupaan oikeutettuja kohteita. Jäsenvaltio voi antaa luvan ostaa rajoitettuja määriä tuotteita, jotka ylittävät VOC-pitoisuuden eli haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuuden raja-arvot, jos tuotteet käytetään erityisen historiallisen tai kulttuurisen arvon kohteisiin. [19.]

### 3.2 Laadunvarmistuksen ohjeistus suunnitteluun

MaalausRYL2012 luettelee yleisimpiä maalaustyön virheitä, joihin olisi hyvä kiinnittää erityistä huomiota pintakäsittelyn laadunvarmistuksen valvonnassa ja suunnittelussa. Yleisimpiin virheisiin kuuluvat kalvonpaksuuden, ulkonäön ja olosuhteiden virheet. [20.] Liian paksun kalvon ongelmana on valuva ja huonosti kuivuva pinta, jolla on taipumusta halkeiluun ja hilseilyyn vanhetessaan. Liian ohuiden kalvojen ongelmana on puolestaan maalin alentunut suojauskyky. MaalausRYL:n määrittämiin yleisiin ulkonäöllisiin virheisiin kuuluvat puolestaan epätasainen tai kirjava pinta, jonka on aiheuttanut väärä maalaustekniikka. Sade, suora auringonpaiste ja epäsuotuisa lämpötila tai kosteuden määrä voivat johtaa maalipinnan virheisiin. [20.] MaalausRYL:n käsittely-yhdistelmät esittävät vaatimukset maalipinnan laadulle kyseisen kohteen vaativuuden mukaan. MaalausRYL määrittää eri ulkonäköluokat ja kiiltoryhmät, joiden perusteella laadunvarmentaja voi todeta toteutuneen laatuvaatimuksen. [20.]

Ratu S-1215 Työmaan laadunvarmistus, tarkastukset ja mittaukset esittää yleisimpiä maalaustyön laadunvarmistuksen mittauksia. Ratu S-1215 esittää yleensä yhden mittaustavan mitattavaa ominaisuutta kohden. Ratu S-1215 käsittelee kuiva- ja märkäkalvon paksuuden mittaukset ja tartuntavetokokeen. Lisäksi Ratu S-1215 selostaa yleisesti ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittauksen. [21.]

Mittaustulosten tulkinta ja tarkka mittauksen suoritustapa on yleensä haettava SFS-EN-ISO-standardeista. Standardeista löytyy hyvin laajasti mahdollisia pintakäsittelyn laadunvarmistusmittauksia, joista valikoidaan oleellimmat ja ylipäättänsä työmaaolosuhteissa mahdolliset mittaukset. [18.]

### 3.3 Ympäristötekijöiden huomioiminen

Lämpötilan ja kastepisteen lisäksi muutkin ympäristötekijät saattavat vaikuttaa maalauksen laatuun. Vesiohenteisilla maaleilla tuuli nopeuttaa pinnan kuivumista ja vaaleammat värit kuivuvat nopeammin kuin tummat. Maalaustyö tulisi myös aina aloittaa hyvissä ajoin ennen iltakastetta, sillä kaste voi himmentää pintamärän maalipinnan. Aamukasteen haihtumista on myös hyvä odottaa paitsi, jos maalataan alustan kostutusta vaativalla maalilla. Työvaiheiden ja kohteiden oikeanlainen jaottelu sekä suojapeitteiden käyttö ovat olennaisia asioita muuttuviin sääolosuhteisiin varauduttaessa. [22; 23.]

### 3.4 Pintakäsittelyn laadunvarmistuksessa käytettävät menetelmät

Luku käsittelee menetelmiä, joita voidaan mahdollisesti hyödyntää mallitalon pintakäsittelyn laadunvarmistuksessa. Esitellyt menetelmät ovat pääosin tyyppillisiä käytössä olevia menetelmiä, mutta myös tuntemattomampia menetelmiä, joita voitaisiin hyödyntää erikoistapauksissa.

#### 3.4.1 Mallityö

Mallityö on oleellinen laadunvarmistuksen työkalu ennen koko rakenteen pinnan käsittelyä. Mallityössä on välttämätöntä käyttää samoja työmenetelmiä ja materiaaleja kuin varsinaisessa työssä, jotta mallityö toimii ennaltaehkäisevänä laadunvarmistuksena. Mallityön pyrkii tekemään sama henkilö, joka tekee varsinaisen työn. Mallityötä verrataan myös varsinaisen työn lopputulokseen ja mallityölle tehdään suunnitellut laadunvarmistustoimet kuten tartuntavetolujuuden ja kalvonpaksuuksien mittaukset. [22.]

Huoltomaalauksessa aiempien maalikerroksien määrän, paksuuden ja sideaineen tunnistaminen on hyvin tärkeää onnistuneen lopputuloksen aikaansaamiseksi [20]. Mallityössä vertailualueet merkitään itse rakenteeseen tai niiden sijainti kirjataan täsmällisesti. Vertailualueita tehdään lievän ja ankaran korroosiorasituksen kohtiin kuten liitoksiin, reunoihin ja nurkkiin. Mallityölle laaditaan näytteenottosuunnitelma, joka määrittää mittausten määrän tarkasteltavalta alueelta. Haastavilta alueilta, jotka ovat

ongelmallisia esimerkiksi luoksepäästävyden, mittaamisen tai maalaamisen kannalta, otetaan enemmän mittauksia. Mittaukset kirjataan mittaussuunnitelmakaavioon, jotta mittauskohdan tunnistaminen onnistuu tarkasti myös jälkikäteen. Mallityön esikäsittelyssä ja maalauksessa ovat läsnä tarvittavat asianosaiset henkilöt kuten esimerkiksi suunnittelija, urakoitsija ja rakennuttaja. Mallityön tarkastuksesta laaditaan muistio ja tarkastuksessa mukana olleet henkilöt allekirjoitettavat kirjallisen hyväksynnän. [22; 24.]

#### 3.4.2 Olosuhteiden seuranta

Olosuhteiden mittauksessa lämpöantureita tai digitaalisia mittareita käytettäessä dataloggerin käyttäminen on kannattavaa. Datalogger tallentaa mittaustulokset automaattisesti vaadituin väliajoin. Internetin kautta välittyvät seurantajärjestelmät ovat myös hyödyllisiä, jolloin voidaan helposti seurata eri mittauspisteiden lämpötilaa yhdeltä ruudulta. Mittarin oikea sijoituspaikka on hyvin oleellinen olosuhteiden mittauksen onnistumisen kannalta. Sijoituspaikan täytyy tarjota suojaa sateelta, tuulelta ja suoralta auringonpaisteelta. Sijoitettaessa mittari seinäpinnalle otetaan huomioon, ettei rakennuksesta poistuva lämpö ja auringon lämmittämältä pinnalta poistuva säteily vääristä mittaustulosta. Mittaustuloksen luotettavuuteen voi myös vaikuttaa pöly, lika ja mahdolliset kolhut. Virallisessa lämpötilan mittauksessa mittari sijaitsee kahden metrin korkeudessa vaaleassa suoja-aleikössä. Maalauspöytäkirja sisältää tarkan dokumentaation olosuhteista ajankohtineen.

[21.]

#### 3.4.3 Kalvonpaksuus

Märkäkalvonpaksuuksien mittaaminen työn aikana on oleellista, jotta mahdolliset virheet voidaan korjata vaivattomammin kuin kalvon kuivuttua. Kalvonpaksuus mitataan heti maalin levittämisen jälkeen, jotta saadaan luotettava tulos. Märkäkalvon paksuus mitataan helposti mekaanisesti esimerkiksi märkäkalvotulkilla tai märkäkalvorullalla. Tarkempi tulos voidaan mitata sähköisellä mittakellolla, joka ylittää 1 µm:n tarkkuuteen. Märkäkalvonpaksuuden avulla voidaan laskea kuivakalvonpaksuus kaavan 1 mukaisesti. [25.]



*Kuivakalvonpaksuuden laskeminen märkäkalvon paksuudesta*

$$K_k = K_m \frac{V}{100} \mu m,$$

jossa

$K_k$  = kuivakalvonpaksuus (1)

$K_m$  = märkäkalvonpaksuus

$V$  = maalin kuiva-ainepitoisuus tilavuusprosentteina (tuoteselosteesta)

Kuivakalvonpaksuuksia voidaan tutkia, joko ainetta rikkomattomilla tai rikkovilla menetelmillä [26, s. 159]. Eri maalikerrosten kalvonpaksuuksien määrittäminen vaatii leikkaavaa tai poraavaa menetelmää, minkä lisäksi maalikerrokset tulee olla maalattu eri sävyillä kerrosten tunnistamiseksi toisistaan [26, s. 164].

Ainetta rikkomattomia menetelmiä ovat esimerkiksi magneetti-induktiomittari ja pyörrevirtamittari. Magneetti-induktiomittari mittaa magneettisen alustan pinnoitteen ja pyörrevirtamittari sopii myös ei-magneettisen metallialustan pinnoitteelle. [25.] Betoni ja puupinnoille on myös kehitetty kalvoa rikkomattomat mittarit [27; 28].

Kalvoa rikkovalla menetelmällä mitattaessa voidaan käyttää esimerkiksi mittakello- tai mikrometrisyvyysmittaa. Mikroskoopin avulla voidaan hyödyntää myös optisia mittausten menetelmiä kuten poikkileikkausta. [25.]

Mittareita käytettäessä niiden oikeanlaiseen kalibrointiin tulee kiinnittää erityistä huomiota ennen käyttöä. Laitteen valmistaja on huolehtinut tuotteen alkukalibroinnista, mutta alkukalibrointi pitää todentaa säännöllisin aika ajoin. Kalibroinnissa käytetään apuna referenssinormaaleja, jotka ovat joko pinnoitettuja paksuusnormaaleja tai kalibrointiliuskoja. [25.]

#### 3.4.4 Tartuntavetokoe

Tartuntavetokokeessa vetokappaleita liimataan vähintään kuusi kappaletta testattavaan pintaan. Tartuntavetokokeessa saadaan selville vetojännitys ja murtumatyyppi sekä sen prosenttiosuus. Tuloksena voidaan saada adheesiomurtuma eli tartuntamurtuma kahden kerroksen rajapinnalla tai koheesiomurtuma eli materiaalin sisäinen murtuma.

Murtumatyyppi voi myös olla näiden kahden yhdistelmä. Taulukossa 1 esitetään tartuntavetokokeen murtumatyyppien luokittelu. Murtolujuus voidaan laskea mittaustuloksen eli murtovoiman ja vetokappaleen pinta-alan avulla kaavan 2 mukaisesti. [29.]

Taulukko 1. Tartuntavetokokeen murtumatyyppien luokittelu [29]

Murtumatyyppi	
A	alustan koheesiomurtuma
A/B	adheesiomurtuma alustan ja ensimmäisen pinnoitekerroksen välillä
B	koheesiomurtuma ensimmäisessä pintakerroksessa
B/C	adheesiomurtuma ensimmäisen ja toisen pintakerroksen välillä
n	koheesiomurtuma monikerrosyhdistelmän kerroksessa n
n/m	adheesiomurtuma monikerrosyhdistelmän kerrosten m ja n välillä
-/Y	adheesiomurtuma liiman ja pintakerroksen välillä
Y	liiman koheesiomurtuma
Y/Z	adheesiomurtuma liiman ja vetokappaleen välillä

*Murtolujuus  $\sigma$ , MPa*

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

F = murtovoima, N

A = vetokappaleen pinta-ala, mm<sup>2</sup>

(2)

### 3.4.5 Kiilto

Kiiltomittauksen kulma määritellään 60°:ssa. Kiiltoa voidaan mitata vielä tarkemmin 20° ja 85°:teen kulmissa täyskiiltävien ja himmeiden pinnoitteiden osalta, jotta saadaan parempi erottelukyky. Virheitä mittauksessa voivat aiheuttaa lämpötilanvaihtelut ja liiallinen kosteus tiivistyessään käsitellyn pinnan tai kiiltomittarin pintaan. Kiiltomittauksia on tehtävä vähintään viisi ja tulokset ilmoitetaan kiiltoyksikköinä GU. Kaarevilta ja epätasaisilta pinnoilta voidaan tehdä vain vertailevia mittauksia. Kiiltomittari tulisi kalibroida juuri ennen jokaista käyttöjaksoa ja käyttöjakson aikana. Kiiltomittarin kalibrointiin tarvitaan neljä eri referenssinormaalia täyskiiltävä, puolikiiltävä ja nollapisteen mittanormaali sekä varmennettu vertailuaine. [30.]

### 3.4.6 Hilaristikkokoe

Hilaristikkokoe suoritetaan standardin SFS-EN ISO 2409 mukaan. Hilaristikkokokeessa pinnoitteeseen viilletään ristikko, jossa on kuusi leikkausuraa. Pinnoitteen annetaan kuivua maalin valmistajan ohjeiden mukainen aika ennen testiä, jotta tuloksesta saadaan luotettava. Tulokset arvioidaan kuusiasteikkoisen luokittelun mukaan. [31.]

### 3.4.7 Alustan puhtauden mittaus

Alustan suola-, rasva-, pöly- ja epäpuhtauspitoisuuksien testaamiseen kehitetyt menetelmät ehkäisevät maalikalvon virheiden syntyä. Alustan suolapitoisuutta voidaan testata standardin SFS-EN ISO 8502-9 mukaan. Standardi esittää kenttämenetelmän vesiliukoisten suolojen määrittämiseksi konduktiometrisesti. Standardi esittää laskentakaavat, joista saadaan laskettua suolojen kokonaispintatiheys yksikkönä kg/m<sup>2</sup>. [32.] Rasvapitoisuutta voidaan testata sumutustestillä, seuraamalla muodostuuko pinnalle helmeilyä rasvan vaikutuksesta. Mahdollinen pöly pinnalla voidaan määrittää valkoisen liinan avulla tai paineilmasuihkun avulla. [12, s.248.]

#### 4 Laadunvarmennuksen huomiointi sinkityn peltikaton pintakäsittelyn suunnittelussa

Luvussa käydään aluksi läpi peltikaton pintakäsittelyn laadunvarmennuksen suunnittelun nykyistä normaalisältöä työselostustannan perusteella. Kolme eri työselostusta eroavat hieman vaatimuksiltaan. Tämän perusteella nykyiseen suunnittelun normaalisältöön tehdään täydennys- ja tarkennusehdotuksia. Taulukossa 2 esitetään yhteenveto suunnittelun nykyisestä normaalisällöstä ja tarkennus- ja täydennystarpeista. Lisäksi peltikaton pintakäsittelyn laadunvarmennusta pohjustetaan käymällä läpi sinkityn teräsohutlevyn korroosio-ominaisuuksia.

##### 4.1 Sinkityn teräsohutlevyn korroosio-ominaisuudet

Teräsohutlevyn sinkityksen paksuus on noin 20  $\mu\text{m}$  eli 0,02 mm. Sinkki syöpyy paljaana arviolta maaseutuilmastossa alle 0,5  $\mu\text{m}/\text{vuosi}$  ja kaupunki-ilmastossa kuten pääkaupunkiseudulla 1  $\mu\text{m}/\text{vuosi}$ . Rivipeltikate eli saumattu peltikate on Suomen olosuhteisiin hyvin sopiva, sillä suurien lämpötilavaihteluiden aiheuttama lämpöliike saadaan ohjattua saumojen avulla tarkoituksenmukaisesti kohtiin. Saumattuja kattoja on konesaumattuja sekä käsin saumattuja. Pellin paksuus on 0,5 mm tai 0,6 mm, joista ensimmäinen vaihtoehto on suositeltu paremman käsittelykestävyytensä takia. [33, 34.]

Sinkkipinnoite suojaa teräsohutlevyä sekä mekaaniselta kulutukselta että muodostamalla katodisen suojan [35, s. 594]. Sinkki on itsessään suhteellisen pehmeä metalli, mutta kuumasinkityksen seoskerrokset ovat tavallisia teräsrakenteita kovempia. Seoskerrosten kulutuksenkestävyys on noin 4–5 kertaa suurempi kuin puhtaan sinkin. [35, s.602.] Katodinen suoja perustuu sinkin epäjalouteen teräkseen nähden, jolloin sinkki toimii anodina ja teräs katodina. Teräksen korroosiosuojaus sinkillä on tarpeellinen, kun sinkkikerros vaurioituu paikallisesti ja teräs tulee näkyviin, jolloin sinkki uhrautuu ja syöpyy. [35, s.596.]

Ilmassa sinkkipinnoite muodostaa aluksi suojaavan sinkkioksidikerroksen. Ilman kosteus saa sinkin muodostamaan seuraavaksi sinkkihydroksidikerroksen. Ilman hiilidioksidin vaikutuksesta sinkkihydroksidikerros muuttuu edelleen emäksiseksi sinkkikarbonaattikerrokseksi. Patinakerros suojaa hyvin passiivisuudellaan, tiiviydellään ja kiinnipysyvyydellään. Patinakerroksen alhainen vesiliukoisuus on myös hyvin oleellinen tekijä. [36.] Yhtenäisen patinakerroksen muodostuminen kestää

ympäristöolosuhteista riippuen noin 6-12 kuukautta. Sinkkipinnan korroosiotuotteiden väri voi vaihdella hieman riippuen ilmastosta. [37.] Meri-ilmastossa väri on vaaleampi, kun taas maaseutu- ja kaupunki-ilmastossa tummempi [35, s.595].

Sinkkipinnan maalauksella saadaan korroosiosuojaa parannettua edelleen ja samalla peltikatolle saadaan enemmän väri vaihtoehtoja [9]. Maalaus on kaupunki- ja teollisuusilmastossa kannattavaa, koska ilmassa olevat rikkiyhdisteet yhdessä kosteuden kanssa pystyvät muuttamaan sinkin pinnalle muodostunutta patinakerrosta vesiliukoisiksi sinkkisulfideiksi ja –sulfaateiksi, jotka irtoavat sateen ja lumen mukana pois [35, s.595]. Maalikalvon vaurioituessa sinkin korroosiotuotteet täyttävät vauriokohdan, mutta eivät kuitenkaan ruosteen tavoin vie tilaa ja irrota ympäröivää maalikalvoa [38].

## 4.2 Sinkityn peltikaton pintakäsittelyn suunnittelun nykyinen normaalisisältö

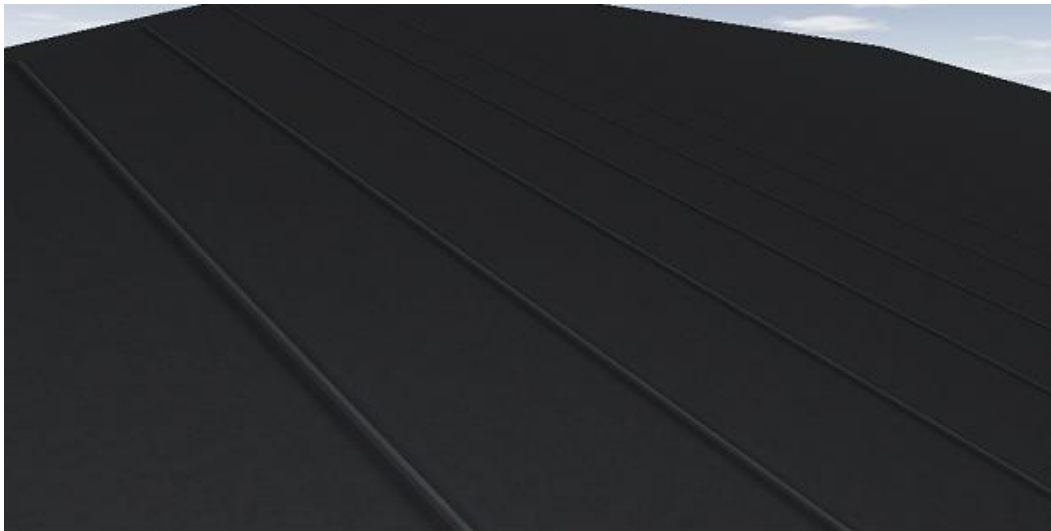
### 4.2.1 Kalvonpaksuusmittaukset

Kalvonpaksuusmittausten suoritus ohjeistetaan työselostuksissa tarkasti. Maalausprojektin aikana ohjeistetaan suorittamaan märkäkalvonmittauksia pistokoeluentoisesti. Kuivakalvonpaksuusmittauksista työnsuorituksen jälkeen annetaan tarkemmat ohjeet ja kuivakalvonpaksuusmittaukset ohjeistetaan tekemään pohjamaalin kuivuttua. Kuivakalvonpaksuuden mittausalueita vaaditaan  $1/40 \text{ m}^2$ . Kuivakalvonpaksuusmittauksia ohjeistetaan ottamaan  $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ :n kokoiselta mittausalueelta yhteensä 30 mittausta. Mittausalueena toimii valvojan osoittama alue tai valvojan antamalla luvalla satunnaisesti valittu alue. [39, s.15; 40, s.7; 41, s.13.] Kokonaisnimelliskalvonpaksuusvaatimus on kirjattu työselostukseen [39, s. 36; 40, s.14; 41, s.13].

Kalvonpaksuusmittausten pöytäkirjojen laadinta on kirjattu olevan urakoitsijan vastuulla ja urakoitsija toimittaa ne valvojalle tai suunnittelijalle tarkastukseen. Ohjeistuksessa mittausalueiden paikallistamiseksi sijainneista vaaditaan urakoitsijan laatima sijaintipiirustus. [39, s.15; 40, s.14; 41, s.13.]

#### 4.2.2 Muut laadunvarmennusvaatimukset

Työselostuksissa pintakäsittelyn laadunvarmistusmenetelmät on suunniteltu kokonaan uusitulle rivipeltikatteelle. Mallityö ohjeistetaan tekemään niin, että se kattaa esikäsitellyn alustan sekä pohja- ja pintamaalatun pinnan. Kahdessa työselostuksessa mallityön kokoa ei ole erikseen määritelty, mutta yhdessä ohjeistetaan käyttämään mallityönä kahta rivipeltiä. Kuvassa 5 näkyy katon rivipeltejä lähikuvassa. Lisäksi esikäsitellylle, maalaukselle sekä olosuhteille, työvälineineille ja materiaaleille on erikseen listattu vaatimuksia, joiden mittausta ei kuitenkaan ohjeisteta. [39, s. 36; 40, s.14; 41, s.13.]



Kuva 5. Mallityön koko on 2 rivipeltiä [1].

Esikäsitellyn vaatimuksissa tartuntaa heikentävät aineet tulee olla poistettu, puhdistusaste täyttää joko luokan St2 tai Sa2, sinkkikerroksessa ei saa näkyä puhdistusjäänteitä, valkoruostetta eikä korroosionmerkkejä ja sinkkikerroksen täytyy olla täysin ehjä. [39, s. 35; 40, s.14; 41, s.13.]

Maalauksen vaatimuksissa annetaan pintakäsittelylle kahdessa työselostuksessa vetolujuusvaatimus  $1,5\text{N/mm}^2$  ja yhdessä  $2\text{N/mm}^2$ , työsaumojen näkyvyys ei saa ohjeen mukaan olla häiritsevää, tasaisuus ei saa poiketa normaalista alustan aiheuttamasta

epätasaisuudesta eikä virheitä kuten kuplia ja halkeamia saa esiintyä maalikerroksessa. Lisäksi todetaan värin ja kiillon vastaavuus suunnitelmiin. [39, s. 36; 40, s.14; 41, s.13.]

Olosuhteille asetetuissa vaatimuksissa ilman suhteellisen kosteuden on oltava alle 80%, alustan lämpötilan +3°C yli kastepisteen ja enintään +40°C sekä lämpötilan yli +5°C työn suorituksen sekä kuivumisen aikana. Työvälineille ja materiaaleille asetetuissa vaatimuksissa maalausvälineiden tulee olla puhtaita etenkin erisideaineisista maali- ja ohennejäämistä ja maalien vaaditaan olevan saman valmistajan tuoteryhmästä ja pintamaalien samaa valmistuserää. [39 s. 35; 40, s.14; 41, s.13.]

#### 4.3. Suunnittelusisällön tarkennus ja täydennystarpeet

Luvussa käsitellään työselostusotannan perusteella nykyiseen pintakäsittelyn laadunvarmennuksen normaalisisältöön ehdotettuja tarkennuksia ja täydennyksiä. Ehdotettuja lisäyksiä voidaan sisällyttää suunnitelmiin tapauskohtaisesti.

##### 4.3.1 Ulkonäköluokka

Sinkityn peltikaton ulkonäkövaatimus on luokkaa Pu2 tai Pu3. Luokan 2-3 pintoja tarkastellaan kohtisuoraan valonlähteen ollessa katsojan takana. MaalausRYL2012 määrittää tarkat ulkonäköluokat. Ulkonäköluokka Pu3 on sallivampi kuin ulkonäköluokka Pu2 tarkasteltaessa yleisvaikutelmaa ja työtavan aiheuttamia virheitä. Ulkonäköluokka Pu3 sallii yleisvaikutelmassa pienet sävyerot ja tyydyttävän tasoiset rajaukset. Pu3 hyväksyy myös työtavan aiheuttamia virheitä kuten valumia, työsaumoja, jatkoksia ja kiiltoeroja pienissä määrin. [20.]

##### 4.3.2 Olosuhteet

Vesiohenteisilla maaleilla ilman lämpötilan olisi suotavaa olla vähintään +10 [26, s.88]. Valmistaja ilmoittaa omalle tuotteelleen tarkan lämpötilan ja ilman suhteellisen kosteuden [26, s.88]. Katon varjoisien ja auringon lämmittämien osien olosuhteet eroavat toisistaan, mikä voi olla huomionarvoinen asia riittävää lämpötilaa ja kosteuden määrää

arvioitaessa [23]. Sinkityllä peltikatolla lämpötila varsinkin tummalla katolla voi kohota jopa 60-70°C:seen [9].

#### 4.3.3 Alustan puhtaus

Alustan puhtauden arviointiin on silmämääräisten arviointien lisäksi kehitetty myös kenttäolosuhteissa toimivia mittauksia [42]. Pinnan pöly-, rasva- ja suolapitoisuudet voidaan mitata [12, s. 250]. Uudelle sinkkipinnalle voi tyypillisesti muodostua valkoruostetta eli sinkkioksidia ja sinkkihydroksidia. Valkoruosteen muodostumista ehkäistäkseen valmistajat käyttävät levyihin suoja-aineita. Levyt kokonaan vaihdettaessa olisi varastoinnissa hyvä ottaa huomioon, ettei pinnoille kerääntyisi kosteutta vaan vesi pääsisi valumaan ja pinnat tuulettumaan. Suoja-aine saattaa kuitenkin jättää pintaan maalikalvon tartuntaa haittavia vesiliukoisia aineita, mikä tekee osaltaan alustan kunnollisesta pesusta tärkeää. [43.]

#### 4.3.4 Maalikalvon laadunvarmennus

Maalikalvojen yhteenlaskettu paksuus saa olla noin 350 µm (0,35mm) maalityypistä riippuen ja tämän ylittyessä vanhat maalikalvot täytyy poistaa [10; 44]. Maalin tartunta voidaan arvioida hilaristikkokokeella. Hilaristikkokoe toimii kalvonpaksuuteen 250µm asti ja on vaihtoehtoista X-viiltokoetta tarkempi menetelmä. [45.]

Katon vanhalle maalipinnalle voidaan myös tehdä tartuntaa mittaava koe ennen korjaustyön aloittamista, jotta vanhan maalikalvon päällemaalattavuus saadaan selville [23]. Kiillon mittaus vaatii onnistuakseen tasaisen alustan ja siten se voikin olla työmaaolosuhteissa liian vaativa mittaus pinnan epätasaisuudesta johtuen [26, s. 164].



Taulukko 2. Yhteenveto sinkityn peltikaton suunnittelun nykyisestä normaalisisällöstä ja sen täydennyksestä sekä tarkennuksesta

Yhteenveto sinkityn peltikaton suunnittelun laadunvarmennuksesta		
	Suunnittelun nykyinen normaalisisältö	Täydennys ja tarkennus
Mallityö	Mallityö kattaa esikäsitellyn alustan sekä pohja- ja pintamaalatun pinnan. Mallityön koko 2 rivipeltiä	-
Alustan puhtaus	Esikäsitellyn puhdistusaste St2 tai Sa2	Alustan pöly-, rasva ja suolapitoisuus voidaan selvittää kenttämittauksilla.
Ulkonäköluokka	Ulkonäkövaatimusten kuvailu mukailee Pu2:ta.	Ulkonäköluokka Pu2 tai Pu3
Olosuhteet	Ilman suhteellinen kosteus alle 80%, alustan lämpötila +3°C yli kastepisteen, alustan lämpötila enintään +40°C, lämpötila yli +5°C työn suorituksen ja kuivumisen aikana	Otettava huomioon varjoisien ja aurinkoisten kohtien erot, vesiohenteisilla maaleilla mahdollisesti korkeampi lämpötila valmistajan ohjeen mukaan
Märkäkalvonpaksuus	Märkäkalvonpaksuusmittauksia pistokoeluoontoisesti	Mittauksia erityisesti korroosioalttiista kohdista
Kuivakalvonpaksuus	Mittausalueita 1/40m <sup>2</sup> , mittausalue kooltaan 2mx2m, mittausalueelta 30 mittautusta	Mallitalossa vanhan maalikalvon paksuuden noustessa liian korkeaksi se poistetaan.
Tartuntalujuus	Pintakäsittelyn tartuntalujuusvaatimus 1,5N/mm <sup>2</sup> tai 2N/mm <sup>2</sup>	Mallitalossa maalattaessa vanhan maalikalvon päälle tartuntalujuus voidaan mitata hilaristikko- tai X-viiltokokeella ennen maalausta.

## 5 Laadunvarmennuksen huomiointi betoniparvekkeiden pintakäsittelyn suunnittelussa

Luvussa käydään aluksi läpi parvekkeiden pintakäsittelyn laadunvarmennuksen suunnittelun nykyistä normaalisältöä työselostusotannan perusteella. Kolmen työselostuksen perusteella parvekkeiden pintakäsittelyn nykyiseen suunnittelun normaalisältöön tehdään täydennys- ja tarkennusehdotuksia. Taulukossa 4 esitetään yhteenveto suunnittelun nykyisestä normaalisällöstä ja tarkennus- ja täydennystarpeista. Lisäksi parvekkeiden pintakäsittelyn laadunvarmennusta pohjustetaan käymällä läpi käytettyjen materiaalien: hienosahatun kuusen, kuumasinkityn teräksen ja lattian betonin ominaisuuksia.

### 5.1 Materiaalit

#### 5.1.1 Hienosahattu kuusi

Parvekkeen taustaseinässä ja puuikkunassa käytetään hienosahattua kuusta [46]. Kuusi soveltuu hyvin ulkorakentamiseen, koska sen kosteuseläminen on vähäistä. Tämän aiheuttaa kuusen solurakenne, joka kuivuu kiinni solun torus-läpän ansiosta. [47.] Kuusen solukkorakenne on myös pintapuusta sydänpuuhun samanlaista, mikä alentaa kuusen kosteuspitoisuutta. Puun kosteuspitoisuus saa olla maalausajankohtana korkeintaan 15...18% vaihdellen maalityypin mukaan. Sateen jälkeen puun täytyykin antaa kuivua riittävästi. Sääolosuhteiden vaihdellessa puun kosteuspitoisuuskin vaihtelee. Samoin puun paksuus vaikuttaa kosteuspitoisuuteen, koska paksumpi puuverhouslauta pystyy tasaamaan kosteutta ohutta paremmin. [48.]

Maalipinta suojaa puuta säävaurioilta sekä estää home- ja sinistäjäsiementen kasvua. Säävaurioita puulle aiheuttaa voimakas auringonpaiste ja puuhun imeytyvä sadevesi. Auringon säteily hajottaa puun solukkoa koossa pitävää ligniiniä, mikä aiheuttaa puun harmaantumista. Lisäksi varsinkin tummilla pinnoilla lämpötilan kohoaminen voi aiheuttaa haitallisia lämpöliikkeitä. Sadevesi taas voi aiheuttaa halkeilua ja puun kosteuselämistä. [47.]

### 5.1.2 Kuumasinkitty teräs

Parvekkeen kaiteen materiaalina on kuumasinkitty teräs. Kuumasinkitty teräskaide on toimiva ratkaisu sinkin muodostaman suojaavan oksidikerroksen ansiosta. Sinkkioksidikerroksen muodostuttua kaiteen maalaus parantaa korroosionsuojaa ja voi tuoda esteettistä lisäarvoa. [38.]

### 5.1.3 Betoni lattiapinnassa

Betonoinnin tulee täyttää SisäRYL:n lattian pintabetonoinnille asetetut vaatimukset [20]. Betonipinnan maalaaminen parantaa olennaisesti betonipinnan kestävyyttä, tiiviyyttä ja puhdistettavuutta. Betoni itsessään huokoisena materiaalina on altis kulumiselle, pölyämiselle ja likaantumiselle. Betonin maalipinnassa ilmetessä likaantumista tai maalin hilseilyä ja irtoamista korjaustoimenpiteet voivat olla ajankohtaisia. Maalipinnan likaantuminen voi olla merkki esimerkiksi tulevasta kosteusvauriosta. [49.]

## 5.2 Parvekkeiden pintakäsittelyn suunnittelun nykyinen normaalisisältö

### 5.2.1 Tartuntavetolujuuskokeet

Betonipintojen pinnoitteiden tartuntavetolujuuskokeiden mittausten määrä sekä vaaditut arvot on kirjattu työselostuksiin. Nämä arvot on koottu alla olevaan taulukkoon. Materiaalintoimittajan oman tartuntavetolujuusvaatimuksen ollessa suurempi ohjeistaan kuitenkin noudattamaan tätä arvoa taulukon arvojen sijasta. [50, s.13.]

Taulukko 3. Betonialustojen ja -pinnoitteiden vaaditut tartuntavetolujuudet nykyisessä suunnittelun normaalisisällössä [50, s.13].

Kohde	Tartuntavetolujuusvaatimus N/mm <sup>2</sup>	Mittausten määrä kpl
betonirakenteen pinnoite	≥0,8	6
betonirakenteen vedeneriste	≥1,5	6
huoltomaalaus	≥0,8	6
huoltomaalaus	≥0,8	6
julkisivupinnoite	≥0,5	6

### 5.2.2 Vedeneristyspinnoitteen laadunvarmistusvaatimukset

Parvekkeen yläpinnan vedeneristyspinnoitteelle tartuntavetolujuusvaatimus taulukossa on 1,5 N/mm<sup>2</sup>. Parvekkeen yläpinnan vedeneristyspinnoitteelta vaaditaan lisäksi sopivaa kalvonpaksuutta eikä pinnoitteessa saa esiintyä pinnan virheitä kuten kuplia tai huokosia. [50 s. 33; 51, s. 44; 39, s. 38.]

Vedeneristyspinnoitteen esikäsittelyn vaatimuksissa raporteissa vaaditaan alustalta tartuntaa heikentävien aineiden kuten betoniliiman, sementtiliiman ja rapautuneen betonin pintakerroksen poistamista, tasaisuutta, työstöjälkien näkymättömyyttä, tartuntavetolujuutta 1,5 N/mm<sup>2</sup> ja alustan lämpötilan tulee olla ≥ 8 °C ja 3 °C yli kastepisteen. Betonin huokosrakenteelta vaadittu kosteuspiitoisuus on kirjattu työselostukseen. [50, s. 33; 51, s.44; 39 s. 38.]

### 5.2.3 Parvekelaattojen otsapintojen ja pieliseinien otsapintojen laadunvarmistusvaatimukset

Parvekelaattojen otsapintojen ja pieliseinien otsapintojen maalauksesta ohjeistetaan tekemään mallityö, joka kattaa esikäsitellyn alustan, pohjamaalatun pinnan ja valmiiksi maalatun pinnan. Mallityöltä vaaditaan vähintään kokoa 1m<sup>2</sup>. [50; s 47.] Mallityön tarkistaa rakennuttaja, urakoitsija ja suunnittelija [39, s. 14].

Esikäsitellyn vaatimuksissa pinnalta vaaditaan tasaisuutta, työstöjälkien näkymättömyyttä, vähintään tartuntavetolujuutta 0,8 N/mm<sup>2</sup>, vanhan irtoavan maalin poistamista eikä pinnalla saa esiintyä tartuntaa heikentäviä aineita. [50, s. 34; 51 s.46.]

Olosuhteilta vaaditaan vähintään +5°C:n lämpötilaa. Ilman kosteuden täytyy olla alle 80% eikä maalaustyötä saa suorittaa suorassa auringonpaisteessa. [50, s. 34; 51 s.46.]

Maalauksen vaatimuksissa tartuntavetolujuuden on oltava vähintään 0,8 N/mm<sup>2</sup>, värisävyiltä vaaditaan tasaisuutta, pinnan virheitä kuten kuplia ja huokosia ei sallita ja kalvonpaksuuden tulee vastata suunnitelmia, jos materiaalintoimittajan arvo ei poikkea tästä arvosta. [50 s. 34; 51 s. 46.]

#### 5.2.4 Havupuupintojen laadunvarmistusvaatimukset

Havupuupintojen maalauksesta ohjeistetaan tekemään mallityö, joka kattaa esikäsitellyn alustan sekä pohjustetun, pohjamaalatun ja pintamaalatun pinnan. Mallityö alueiden kooksi on kirjattu vähintään 2 m<sup>2</sup>. [50 s. 48.] Mallityön tarkistaa rakennuttaja, urakoitsija ja suunnittelija [39, s. 14].

Esikäsitellyn vaatimuksissa tartuntaa heikentävät aineet tulee olla poistettu, pintojen tulee olla kuivia, naulojen kannat ja muut metalliset osat tulee olla käsitelty ruosteenestomaalilla. Oksakohdat täytyy olla käsitelty oksalakalla. [50, s. 47.]

Maalauksen vaatimuksissa pintakäsittelyltä vaaditaan peittävyyttä sekä tasaisuutta ja tasavärisyyttä. Lisäksi työsaumat eivätkä vanhan maalikerroksen virheet saa erottua. [50, s. 48; 39 s.36.]

Olosuhteiden vaatimuksissa on kirjattu maalauksen ja kuivumisen aikaiseksi lämpötilaksi vähintään +5°C ja alustan lämpötilaksi +3 yli kastepisteen. Suorassa auringonpaisteessa maalaaminen on myös kielletty. Ilman kosteuden tulee olla alle 80 % ja puun kosteuspitoisuus enintään 20 %. Työvälineille asetetuissa vaatimuksissa pohja- ja pintamaali tulee levittää siveltimellä. [50, s.47; 39, s.37.]

#### 5.3 Suunnittelusisällön tarkennus ja täydennistarpeet

Luvussa käsitellään työselostusotannan perusteella nykyiseen pintakäsittelyn laadunvarmennuksen normaalisisältöön ehdotettuja tarkennuksia ja täydennyksiä. Ehdotettuja lisäyksiä voidaan sisällyttää suunnitelmiin tapauskohtaisesti.

### 5.3.1 Mallityö parvekkeelle

Mallityönä voidaan käyttää kokonaista parvekettä. Mallityönä käytettävän parvekkeen on vastattava vaurioiltaan rakennuksen parvekkeiden yleistä kuntoa. [12.] Työselostuksissa ei ole mainittu parvekkeen yläpinnan vedeneristyksestä tehtävää mallityötä. Tartuntalujuuden määritysten tekeminen on kuitenkin kirjattu. [39,50,51]. Tämän syynä mahdollisesti se, että kyseessä on pinnoitus maalauksen sijasta.

Parvekkeen laatan yläpinnan pintakäsittelystä, jossa on käytetty vedeneristettä, tehdään yleensä mallityö erikseen. Alustan puhdistuksesta, raudoitteiden puhdistuksesta sekä korroosionestokäsittelystä tehdään myös yleensä erikseen mallityö. [24.]

### 5.3.2 Ulkonäköluokka

Ulkonäköluokka parvekkeilla on MaalausRYL:n mukaan Pu2 tai Pu3. Parvekkeen lattiapinnan ulkonäköluokka on kuitenkin MaalausRYL:n Ps2. Luokan 2-3 pintoja tarkastellaan kohtisuoraan valonlähteen ollessa katsojan takana. MaalausRYL2012 määrittää tarkat ulkonäköluokat. [20.]

Ulkonäköluokka Pu3 on sallivampi kuin ulkonäköluokka Pu2 tarkasteltaessa yleisvaikutelmaa ja työtavan aiheuttamia virheitä. Ulkonäköluokka Pu3 sallii yleisvaikutelmassa pienet sävyerot ja tyydyttävän tasoiset rajaukset. Pu3 hyväksyy myös työtavan aiheuttamia virheitä kuten valumia, työsaumoja, jatkoksia ja kiiltoeroja pienissä määrin. Ps2 ulkonäköluokka on sisämaalaukseen tarkoitettuna Pu2 luokkaa vaativampi. Pu2 luokan pintojen virheitä arvioidaan yleissilmäyksellä, kun taas Ps2 luokassa kokonaisuutta tarkastellaan tarkemmin. [20.]

### 5.3.3 Olosuhteet

Sateen aikana tai ennen ja jälkeen sadetta vältetään maalaamista [23]. Parvekkeen pintakäsittely on mahdollista tehdä myös talvella huputuksen avulla ja lämmittämällä

työtila noin +10 °C:seen. Asukkaille koitua haitta on tällöin pienempi kuin kesällä sekä korjaustyön hinta voi olla sesonkikauden ulkopuolella alhaisempi. [52.]

#### 5.3.4 Alustan soveltuvuus

Betonin hyväksytyt enimmäiskosteus vaihtelee riippuen maalityypistä ja betonin lujuusluokasta. Betonin voidaan antaa kuivua esimerkiksi yksi lämmityskausi ennen sen maalausta. Pinnan karheuteen tulee kiinnittää huomiota ja esimerkiksi lasimainen betonipinta karhentaa. Pinnan liiallinen karheus taas voi aiheuttaa epäyhtenäisen pinnoitekalvon. Kirjavan pinnan voi aiheuttaa alustan huokoisuus. [12.]

Parvekkeen kuumasinkityn kaiteen mahdollinen valkoruoste täytyy hioa pois tai valkoruosteen suoja-aineet pestä pois huolellisesti. Pinnan pieniä halkeamia voidaan täyttää puukitillä ja suurempia puupaikalla. [12.] Havupuupinnalle ei ole määritelty työselostuksessa tartuntalujuutta [50 s.31, 39 s.37]. Oksakohtia ei enää lakata oksalakalla [53].

#### 5.3.5 Maalikalvon laadunvarmennus

Märkä- ja kuivakalvon paksuudet mitataan parvekkeen pinnoille ja kenttämittauksiin soveltuvalla tavalla [25]. Kiilto voidaan määrittää kiiltomittarilla [30].

Taulukko 4. Yhteenveto parvekkeiden suunnittelun nykyisestä normaalisisällöstä ja sen täydennyksestä sekä tarkennuksesta

Yhteenveto parvekkeiden suunnittelun laadunvarmennuksesta		
	Suunnittelun nykyinen normaalisisältö	Täydennys ja tarkennus
Mallityö	Mallityö havupuupinnoille sekä parvekelaattojen ja seinäpielien otsapinnoille	Mallityö myös parvekkeen vedeneristeelle Mallitalossa myös kuumasinkitylle kaiteelle

	Mallityö kattaa esikäsitellyn alustan, pohja- ja valmiiksimaalatun pinnan.	Mallityönä voidaan käyttää yhtä kokonaista parveketta.
Ulkonäköluokka	Ulkonäkövaatimukset mukailevat osittain Pu2:ta	Ulkonäköluokka Pu2 tai Pu3 Parvekkeen lattiapinnan ulkonäköluokka Ps2
Puualustan vaatimukset	Puun kosteuspitoisuus enintään 20% Tartuntaa heikentävät aineet poistettu, pinnat kuivia, naulojen kannat käsitelty ruosteenestomaalilla ja oksakohdat käsitelty oksalakalla.	Halkeamat paikataan eikä oksalakkaa enää käytetä
Betonialustan vaatimukset	Tartuntaa heikentävien aineiden poistaminen, tasaisuus ja työstöjälkien näkymättömyys Parvekelaatan yläpinnan betonirakenteelta vaadittu kosteuspitoisuus kirjattu	Betonin sallittu enimmäiskosteuspitoisuus vaihtelee riippuen maalityypistä ja betonin lujuusluokasta.
Kuumasinkitty kaide maalausalustana	-	Mahdolliset suoja-aineet tulee olla puhdistettu ja valkoruoste hiottu pois.
Tartuntalujuus	Vedeneristeen alusta ja pintakäsittely 1,5 N/mm <sup>2</sup> Muiden betonipintojen alusta ja pintakäsittely 0,8N/mm <sup>2</sup>	Kuusipuupinnan ja mallitalon kuumasinkityn kaiteen tartuntalujuuden määrittäminen
Olosuhteet	Ilman suhteellisen kosteus alle 80%, ilman lämpötila maalaamisen ja kuivumisen aikana vähintään +5, alustan lämpötilan +3°C yli kastepisteen Vedeneristeen alustan lämpötila ≥8°C.	Sateen aikana sekä ennen ja jälkeen sadetta vältetään maalaamista. Parvekkeen maalaus mahdollista tehdä myös talvella huputuksen avulla.



	Suorassa auringon paisteessa maalaamista vältettävä.	
Kalvonpaksuus	Vedeneristeelle ja betonipintojen maalaukselle kirjattu kalvonpaksuusvaatimus	Kaikille pinnoille kuiva- ja märkäkalvonpaksuus mittaukset

## 6 Laadunvarmennuksen huomiointi rapatun julkisivun pintakäsittelyn suunnittelussa

Luvussa käydään aluksi läpi julkisivun pintakäsittelyn laadunvarmennuksen suunnittelun nykyistä normaalisältöä työselostustottan perusteella. Kahden työselostuksen perusteella nykyiseen julkisivun pintakäsittelyn suunnittelun normaalisältöön tehdään täydennys- ja tarkennusehdotuksia. Taulukossa 5 esitetään yhteenveto suunnittelun nykyisestä normaalisällöstä ja tarkennus- ja täydennystarpeista. Lisäksi julkisivun pintakäsittelyn laadunvarmennusta pohjustetaan käymällä läpi sokkelin betonipinnan tyypillisiä piirteitä ja rappaustyyppjä sekä rappauslaastin koostumusta.

### 6.1 Materiaalit

#### 6.1.1 Sokkelin betonipinta

Uuden betonipinnan on tärkeää antaa kuivua yksi lämmityskausi ennen maalausta [54]. Betonin pintaan voi muodostua kalkkihärmää, joka näyttäytyy valkoisina läikkinä betonin pinnassa. Kalkkihärmä koostuu kalkki- ja suolakiteistä, jotka nousevat betonin pintaan betonissa liikkuvan kosteuden mukana. Kalkkihärmän esiintyessä sokkelin sisäpinnalla on selvitettävä mahdollisen kosteusvaurion mahdollisuus ennen maalausta. Kalkkihärmää esiintyy yleensä uuden betonin pinnalla rakennusaikaisen kosteuden haihtuessa ja mahdollisesti muutenkin esimerkiksi sulavan lumen vaikutuksesta, mutta saattaa jossakin tapauksissa kertoa ongelmista myös ulkopinnalla esiintyessään. [55; 6.]

#### 6.1.2 Rappaus

Rappaustyytit jaetaan kolmeen ryhmään: ohutkerros-, kaksikerros- ja kolmikerrosrappaukseen. Kolmikerrosrappaukseen kuuluvat tartunta-, täyttö- ja

pintarappaus. Kaksikerrosrappaukseen kuuluvat tartunta- ja pintarappaus. Ohutrappaus koostuu vain yhdestä laastista, mutta vaatii kuitenkin yleensä kaksi erillistä levityskertaa. [5.] Laasti koostuu sideaineista, vedestä, runkoaineista ja ilmasta. Lisäksi laastissa voidaan käyttää lisä-, väri-, seos- ja täyteaineita. Korjaustyön onnistumiseksi alkuperäisestä rappauksesta on hyvä selvittää laastin koostumus, sideainesuhteet ja runkoaineen koko, laatu sekä määrä sekä mahdolliset pigmentit ja lisäaineet. [12, s. 158.]

Rappauksen runkoaine on usein hiekkaa tai murskattua kiveä. Runkoaineen rakeilta vaaditaan tiettyä kokoa, lujuutta, ulkonäköä ja pinnan tartuntaa. Sideaineet jaetaan kahteen pääryhmään: hydrauliset ja ei-hydrauliset laastit. Sementti kovettuu hydraulisena laastina vedessä ja kalkki ei-hydraulisena laastina ilmassa. Julkisivujen rappauksessa käytetään yleensä sementin ja kalkin seosta. Sisärappauksissa myös pelkän kalkin käyttö sideaineena on mahdollista. Mahdollisia lisäaineina voidaan käyttää huokoistimia ja notkistimia. Huokoistimilla voidaan lisätä työstettävyyttä, sään- ja pakkasenkestävyyttä ja notkistimilla työstettävyyden lisäksi pienentää kutistumaa. Lisäaineita lisätään vain laastinvalmistajan luvalla. Pintarappauksen laastin mahdollisilta väriaineilta vaaditaan sään-, valon- ja emäksenkestävyyttä. Rappausta täytyy kostuttaa myös rappauksen jälkeen 1-3 päivää etenkin aurinkoisessa ja tuulisessa säässä. [6; 12, s. 158.]

## 6.2 Julkisivun pintakäsittelyn suunnittelun nykyinen normaalisäältäö

### 6.2.1 Rappauksen pintakäsittelyn laadunvarmistusvaatimukset

Rappauksen pintakäsittelystä ohjeistetaan tekemään mallityö, joka kattaa esikäsitellyn alustan, pohjamaalatun pinnan ja pintamaalatun pinnan. Mallityöltä vaaditaan vähintään kokoa 2m<sup>2</sup>. [50, s. 41; 39, s.40.] Mallityön tarkistaa rakennuttaja, urakoitsija ja suunnittelija [39, s. 14].

Esikäsitellyn vaatimuksissa alustalta vaaditaan puhdistusta tartuntaa heikentävistä aineista, vähintään tartuntalujuutta 1,0 N/mm<sup>2</sup> ja tasaisuusvaatimusten täyttämistä. Lisäksi alustan vauriot täytyy korjata ja tasoittaa maalinvalmistajan suosittelemilla tuotteilla ja lopputuloksen vastata ympäröivää struktuuria. Pinnan tulee olla myös kauttaaltaan yhdennäköinen. [50, s. 40; 39, s. 40.]

Maalauksen vaatimuksissa maalauksen tartunnan alustaan on oltava BY46:n vaatimusten mukainen, ei sallita virheitä kuten kuplia tai huokosia, ei sallita alustan normaalista tasaisuudesta poikkeavaa epätasaisuutta, värisävyn vaihtelevuutta tai kirjavuutta ei saa näkyä, rajauksilta vaaditaan huolellisuutta eivätkä työsaumat saa näkyä. [50, s. 41; 39, s. 40.]

Kalkkisementtimaalia käytettäessä vaaditaan, ettei maalia levitetä kuivalle tai märälle imukyvyttömälle alustalle, ilman ja alustan lämpötilan täytyy olla vähintään +10°C ja vähintään 3°C yli kastepisteen, suorassa auringonpaisteessa maalaaminen ei ole sallittua ja maalattuja pintoja täytyy myös kostuttaa sään mukaan maalauksen suoritusta ennen ja jälkeen. Lisäksi vaaditaan, että tasoituksessa, rappauksessa ja maalauksessa käytettävien tuotteiden tulee kuulua saman valmistajan järjestelmään. [50, s. 40; 39 s. 40.]

#### 6.2.2 Sokkelin pintakäsittelyn laadunvarmistusvaatimukset

Sokkelin esikäsitteilyn vaatimuksissa alustan tartuntavetolujuudelta vaaditaan 0,8 N/mm<sup>2</sup>, tartuntaa heikentävien aineiden poistoa ja pinnalta vaaditaan tasaisuutta sekä työstöjäljettömyyttä. Olosuhteilta vaaditaan vähintään +5°C:n lämpötilaa, suhteellisen kosteuden tulee olla alle 80% eikä maalausta saa suorittaa voimakkaassa auringonpaisteessa. [39, s. 41.] Betonisokkelialusta puhdistetaan märkähiekkapuhaltamalla [39. s.22].

Maalauksen vaatimuksissa tartuntavetolujuuden täytyy olla vähintään 0,8 N/mm<sup>2</sup>, värisävyn tasainen eikä pinnassa saa esiintyä virheitä kuten kuplia ja huokosia. Lisäksi kalvonpaksuuden tulee vastata suunnitelmia, mutta ensisijaisesti materiaalintoimittajan arvoa. [39, s. 41.]

#### 6.3 Suunnittelusisällön tarkennus ja täydennystarpeet

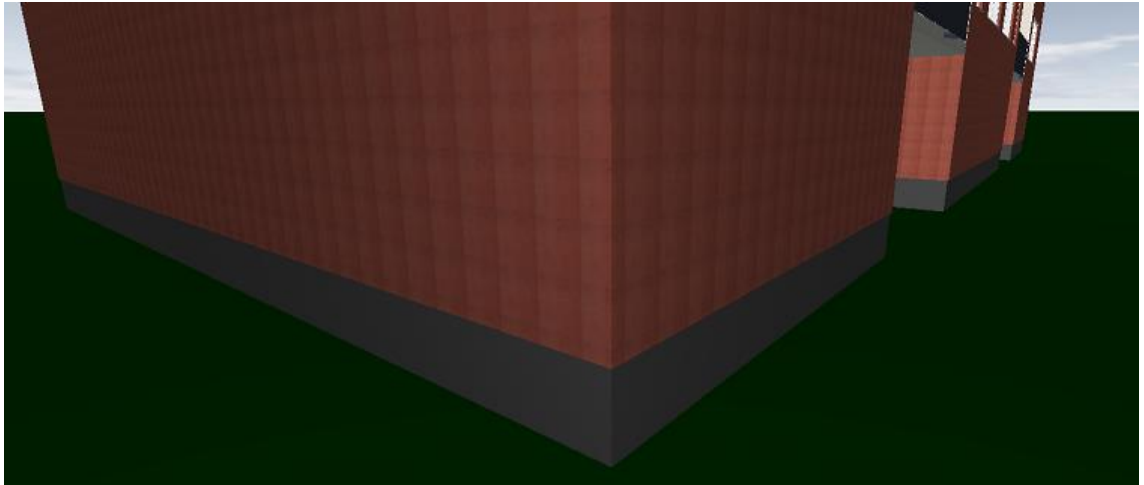
Luvussa käsitellään työselostusotannon perusteella nykyiseen pintakäsittelyn laadunvarmennuksen normaalisisältöön ehdotettuja tarkennuksia ja täydennyksiä. Ehdotettuja lisäyksiä voidaan sisällyttää suunnitelmiin tapauskohtaisesti.

### 6.3.1 Mallityö

Mallityön sijaintia ei ole työselostuksissa määritelty tarkemmin [39; 50]. Mallityö tehdään sopimuksissa ennalta sovitusta osista ja pinnoista [54]. Vaurioitumiselle alttiit nurkat ja suurelle kulutukselle joutuvat pinnat kuten julkisivun eteläpuoli sopivat erityisesti mallitöiden kohteiksi. Mallityö tehdään mahdollisuuksien salliessa rakennuksen nurkkaan, siten että se ulottuu kummankin seinän puolelle. Kuvissa 6 ja 7 havainnollistetaan mallityön sijaintia rakennuksen nurkassa. Mallityön tulisi olla kohdassa, josta sitä voidaan tarkastella eri suunnista ja valaistusolosuhteissa. Lopullinen mallityö on kooltaan 2x2m. [22.]



Kuva 6. Rappauksen pintakäsittelyn mallityö ulottuu nurkan yli kahden eri ilmansuunnan puolelle [1].



Kuva 7. Sokkelin pintakäsittelyn mallityö ulottuu nurkan yli kahden eri ilmansuunnan puolelle [1].

### 6.3.2 Ulkonäköluokka

Julkisivun ulkonäköluokka on Pu2 tai Pu3. Luokan 2-3 pintoja tarkastellaan kohtisuoraan valonlähteen ollessa katsojan takana. MaalausRYL2012 määrittää tarkat ulkonäköluokat. Ulkonäköluokka Pu3 on sallivampi kuin ulkonäköluokka Pu2 tarkasteltaessa yleisvaikutelmaa ja työtavan aiheuttamia virheitä. Ulkonäköluokka Pu3 sallii yleisvaikutelmassa pienet sävyerot ja tyydyttävän tasoiset rajaukset. Pu3 hyväksyy myös työtavan aiheuttamia virheitä kuten valumia, työsaumoja, jatkoksia ja kiiltoeroja pienissä määrin. [20.]

### 6.3.3 Alustan vaatimukset

Alustan täytyy olla riittävän kovettunut ja kuivunut. Rappauspinta voidaan puhdistaa vedellä tai harjaamalla, mutta rappauspinnan puhdistuksessa alustan vaurioitumista on varottava. [54.]

### 6.3.4 Maalikalvon laadunvarmennus

Märkä- ja kuivakalvon paksuudet mitataan julkisivun pinnoille ja kenttämittauksiin soveltuvalla tavalla [25]. Tartuntavetolujuus mitataan sokkelin pinnoitteesta tartuntavetokokeella [29].

Taulukko 5. Yhteenveto julkisivun suunnittelun nykyisestä normaalisisällöstä ja sen täydennyksestä sekä tarkennuksesta

Yhteenveto julkisivun suunnittelun laadunvarmennuksesta		
	Suunnittelun nykyinen normaalitaso	Täydennys ja tarkennus
Mallityö	Rappauksen pintakäsittelyn mallityö vähintään 2m <sup>2</sup> Mallityön tarkistaa rakennuttaja, urakoitsija ja suunnittelija.	Mallityön sijainti rakennuksen kulutukselle alttiissa nurkassa Sokkelin pintakäsittelystä myös mallityö
Ulkonäköluokka	Ulkonäköluokka mukailee Pu2:ta	Ulkonäköluokka Pu2 tai Pu3
Rapatun alustan vaatimukset	Pinta puhdas tartuntaa heikentävistä aineista, tartuntalujuus $\geq 1,0$ N/mm <sup>2</sup> , tasaisuusvaatimusten täytyminen, kauttaaltaan yhdennäköinen pinta Maalattavien pintojen kostutus sään mukaan maalauksen suoritusta ennen ja jälkeen	Alusta voidaan puhdistaa varovasti vedellä tai harjaamalla.
Betonialustan vaatimukset	Tartuntavetolujuus 0,8 N/mm <sup>2</sup> , tartuntaa	Betonialustan riittävä kuivuus

	heikentävät aineet poistettu, pinnalta vaaditaan tasaisuutta sekä työstöjäljettömyyttä Betonisokkelialusta puhdistetaan märkähiekkapuhaltamalla	märkähiekkapuhalluksen jälkeen Esimerkiksi alustan pölyisyys voidaan tarkistaa helpolla kenttämittauksella
Olosuhteet	Kalkkisementtimaalia käytettäessä ilman ja alustan lämpötila vähintään +10°C ja vähintään 3°C yli kastepisteen, ei maalata suorassa auringonpaisteessa	-
Tartuntalujuus	Rappaus $\geq 1,0 \text{ N/mm}^2$ Betonialusta ja pintakäsittely $0,8 \text{ N/mm}^2$	-
Kalvonpaksuus	Sokkelin pintakäsittelyn kalvonpaksuuden tulee vastata suunnitelmia	Märkä- ja kuivakalvonpaksuusmittaukset

## 7 Sinkityn peltikaton pintakäsittelyn työmaavaiheen laadunvarmistus

Sinkityn peltikaton pintakäsittelyn työmaavaiheen laadunvarmistus luku perustuu kappaleeseen neljä, jonka perusteella ehdotetaan mahdollisia laadunvarmistustoimenpiteitä mallitalon sinkitylle peltikatolle. Luku pohtii eri mittausten tarkoituksenmukaisuutta sinkitylle peltikatolle. Lisäksi se selostaa eri pintakäsittelyjen laadunvarmistusmittausten suoritustapoja mittauksille. Eri mittausten tarve arvioidaan kuitenkin aina kohdekohtaisesti.

## 7.1 Maalauspöytäkirjan merkinnöissä huomioitavaa

Peltikaton maalauspöytäkirjassa täytyy huomioida erityisenä asiana myös alustan lämpötila osana muuta olosuhdeseurantaa, sillä peltikaton lämpötila voi kohota suuresti auringon vaikutuksesta. Maalauspöytäkirjaan on oleellista merkitä selkeästi maalauksen loppumisajankohta, jotta tartuntavetolujuuskoe saadaan tarvittaessa tehtyä varmasti kuivuneeseen maalikalvoon.

## 7.2 Mittauspöytäkirja

Mittauspöytäkirjaan kirjataan merkintä jokaisesta tehdystä kokeesta ja mittauksesta, jonka näiden suorittaja allekirjoittaa. Mittauspöytäkirjaan merkittäviä asioita ovat päivämäärä, koe- ja mittaustulokset, mittauspierrokset, toimenpiteet ja selvitykset mahdollisista poikkeamista. [21.] Erityisesti laitteiden alkukalibroinnin ja kalibroitivälien kirjaaminen mittauspöytäkirjaan antaa tuloksille luotettavuutta. Kalibroinnin huomiointi on oleellista etenkin kuivakalvonpaksuutta mitattaessa ainetta rikkomattomalla mittarilla kuten magneetti-induktio- tai pyörrevirtamittarilla sekä kiiltoa mitattaessa.

## 7.3 Mahdolliset mittaukset

### 7.3.1 Mallityö

Mallityöhön tehdään luvussa esitettyjä mittauksia suunnittelijan vaatimusten mukaan ennen koko rakenteen pintakäsittelyä. Mallityön koko, sijainti ja kattavuus tulee olla määritelty suunnitelmissa.

### 7.3.2 Kalvonpaksuuden mittaus

Kalvonpaksuuden mittaus on olennaisimpia laadunvarmistuksen työkaluja sinkityn peltikaton pintakäsittelyn laadunvarmistuksessa. Vanhojen ja uuden maalikalvon



muodostama kokonaiskalvonpaksuus ei saa nousta liian korkeaksi. Kalvonpaksuudet mitataan standardin SFS-EN ISO 2808 mukaisia sopivia mittaustapoja käyttäen.

Märkäkalvon paksuus mitataan työn aikana mahdollisimman pian maalin levityksen jälkeen käyttäen kenttäolosuhteissa helppokäyttöistä märkäkalvokampaa tai -kiekkoa standardin SFS-EN ISO 2808 mukaan. Sähköisellä mittakellolla voidaan saada tarvittaessa edellä mainittuja menetelmiä tarkempi mittausta.

Nykyinen laadunvarmennuksen normaalisäilytys ohjeistaa sinkityn peltikaton maalauksen kuivakalvonpaksuusmittausten suorituksen. Mittausalueita tulee olla  $1/40\text{m}^2$ . Yksittäinen mitta-alue on kooltaan  $2\text{m} \times 2\text{m}$  ja mitta-alueelta otetaan 30 mittausta. [39, s.15; 40, s.7; 41, s.13.]

Kuivakalvonpaksuus voidaan mitata ainetta rikkomattomalla menetelmällä käyttäen pyörrevirtamittaria tai magneetti-induktiomittaria. Kuivakalvonpaksuus on myös mahdollista laskea märkäkalvonpaksuuden avulla. Mitattaessa kuivakalvoa ainetta rikkovalle menetelmällä voidaan käyttää mekaanisena menetelmänä esimerkiksi mikrometri- tai mittakellosyvyysmittaa. Optisten menetelmien kuten poikkileikkauksen käyttö vaatii mikroskooppia.

### 7.3.3 Alustan puhtauden määrittäminen

Alustan puhtauden määrittäminen silmämääräisen tarkastuksen lisäksi mittauksilla antaa varmuuden puhtaudesta. Maalikalvon laadun kannalta suolojen ja rasvan poisto on tärkeää ja niiden onnistunut poisto voidaan varmistaa kenttämittauksilla. Suolapitoisuuden määrittäminen on kuitenkin harvoin tarpeellinen, mutta erityisolosuhteissa kuten merirasituksessa mahdollinen mittausta. Katon puhdistuksen ja kuivumisen jälkeen pinta voidaan vielä testata pölyn ja siitepölyn varalta. Erityisesti keväällä katupöly ja puiden siitepöly voivat aiheuttaa maalauksen laadun heikkenemistä. Katon kalteva pinta kerää myös pölyä ja siitepölyä pystysuoria pintoja enemmän.

Rasvan havaitsemiseen puhdistetulta pinnalta voidaan käyttää esimerkiksi menetelmää, jossa vettä sumutetaan pinnalle, jolloin veden helmeily paljastaa jäljelle jääneet rasvat [26; s. 40]. Alustan pölyisyys voidaan testata esimerkiksi valkoisella liinalla tai paineilmasuihkulla. Testissä valkoisella liinalla pyyhkäistään vähintään kolmelta noin

300x300mm kokoiselta alueelta. Paineilmasuihku ei saa irroittaa pinnasta selvästi todettavaa määrää pölyä. [12, s. 250.] Standardi SFS-EN ISO 8502-9 esittää kenttämenetelmän vesiliukoisten suolojen määrittämiseksi konduktiometrisesti [32].

#### 7.3.4 Hilaristikkokoe

Hilaristikkokokeella voidaan epätarkemman X-viiltokokeen sijasta testata vanhan maalikalvon kiinnipysyvyyttä. Standardin ISO-EN ISO 16276-2 mukaan mittauksia tehdään 1/200m<sup>2</sup> ja tulos arvioidaan standardin ISO-EN ISO 2409 mukaan. Mittauksia voidaan tehdä esimerkiksi korroosioalttiista kohdista. Hilaristikkomenetelmä ainetta rikkovana kokeena vaatii maalikalvon korjauksen.

#### 7.3.5 Tartuntavetokoe

Sinkityn peltikaton pintakäsittelylle on kirjattu työselostuksiin vetolujuusvaatimukset, mutta käytännössä mittausten suorittaminen esimerkiksi sinkityn pellin ohuuden takia saattaa olla harvinaista. Uuden maalikalvon tartuntavetolujuus voidaan suorittaa standardin SFS-EN ISO 4624 mukaan, jos mittaus päätetään tehdä. Kokeella tartuntavetolujuudelle voidaan määrittää arvo, jota verrataan suunnitelmissa vaadittuun tartuntavetolujuuden arvoon. Tartuntavetolujuuskoe ainetta rikkovana kokeena vaatii maalikalvon korjauksen. Maalipinnan testausikä vaikuttaa olennaisesti tartuntavetoketuloksiin. Maalinvalmistaja ilmoittaa maalin lopulliseen kuivumiseen tarvittavan ajan vakio-olosuhteissa mitattuna, jota joudutaan soveltamaan olosuhteiden erotessa suuresti näistä olosuhteista. Jos suunnitelmiin ei ole kirjattu tarkkaa tartuntavetolujuuden vaadittua arvoa, voidaan hilaristikkokokeella arvioida maalikalvon kiinnipysyvyyttä karkeammin.

Tartuntavetokokeessa tehdään vähintään kuusi erillistä mittausta. Murtumapinta-ala pyöristetään aina murtumatyyppin mukaan lähimpään 10%. Sidosmurtumien ollessa epäyhdenmukaisia on aihetta tarkistaa sekä esikäsittely että pinnoitteen levitys. Liimamurtuman ilmetessä voi kyseessä olla pinnoitteen liian suuret koheesio- ja tartuntaominaisuudet liimaan verrattuna, jolloin liimatyyppejä täytyy vaihtaa. Mittaustuloksessa ilmoitetaan murtolujuus ja sidosmurtuman tyyppi prosentteineen. [29.]

### 7.3.6 Olosuhteet

Maalin valmistaja ilmoittaa tuotteelleen vaadittavan lämpötilan ja ilman suhteellisen kosteuden, jota tulee ensisijaisesti noudattaa. Olosuhteiden seurannan dokumentointi onnistuu vaivattomasti dataloggerin avulla, joka tallentaa mittaustulokset automaattisesti. Alustan pinnan lämpötila tulee mitata sekä katon aurinkoisista, että varjoisista kohdista. Mittarin sijoittamisessa tulee ottaa huomioon, ettei katon pinnasta poistuva lämpösäteily vääristä mittaustulosta. Säättiedotusten seuraaminen on lisäksi olennaista, sillä maalaus on pyrittävä lopettamaan ajoissa ennen mahdollista sadetta tai kasteen ilmaantumista.

### 7.3.7 Kiillon mittaus

Kiillon mittaus voi olla tarpeellinen, jos matta tai kiiltävä pinta on oleellinen osa arkkitehdin suunnitelmaa ja kiiltoaste on suunnitelmissa määritelty. Peltikatolla kiilto mitataan kiiltomittarilla 60°:n mittauskulmassa, joka soveltuu yleisesti kaikille pinnoitteille perustuen standardiin SFS-EN ISO 2813. Standardin mukaan kiilto mitataan viidestä kohdasta tai tarvittaessa useammasta käyttäen soveltuvaa mittaussuuntaa.

### 7.3.8 Pinnan ulkonäkö

Pinnan ulkonäön täytyy vastata valittua käsittely-yhdistelmää. Peltikatoilla käsittely-yhdistelmät ovat MaalausRYL2012:n mukaisesti luokkaa Pu2 ja Pu3.

## **8 Betoniparvekkeiden pintakäsittelyn työmaavaiheen laadunvarmistus**

Parvekkeiden pintakäsittelyn työmaavaiheen laadunvarmistusluku perustuu lukuun viisi, jonka perusteella ehdotetaan mahdollisia laadunvarmistustoimenpiteitä mallitalon parvekkeille. Luku pohtii eri mittausten tarkoituksenmukaisuutta parvekkeiden pintakäsittelyille. Lisäksi se selostaa eri pintakäsittelyjen laadunvarmistusmittausten

suoritustapoja mittauksille. Eri mittausten tarve arvioidaan kuitenkin aina kohdekohtaisesti.

### 8.1 Maalauspöytäkirjan merkinnöissä huomioitavaa

Betonin ja puun kosteuspitoisuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Betonin suhteellinen kosteus ei saa ennen maalausta ylittää sallittua enimmäiskosteuspitoisuutta, joka vaihtelee käytetyn maalityypin ja betonin lujuusluokan mukaan. Puun kosteuspitoisuus saa olla maalaushetkellä 15...18%.

### 8.2 Mittauspöytäkirja

Mittauspöytäkirjaan kirjataan merkintä jokaisesta tehdystä kokeesta ja mittauksesta, jonka näiden suorittaja allekirjoittaa. Mittauspöytäkirjaan merkittäviä asioita ovat päivämäärä, koe- ja mittaustulokset, mittausspiirrokset, toimenpiteet ja selvitykset mahdollisista poikkeamista. [21.] Erityisesti laitteiden alkukalibroinnin ja kalibroitivälien kirjaaminen mittauspöytäkirjaan antaa tuloksille luotettavuutta. Kalibroinnin huomiointi on oleellista etenkin kiiltoa mitattaessa sekä kuivakalvonpaksuutta mitattaessa ainetta rikkomattomilla mittareilla, jos käytössä on betoni- ja puualustoille soveltuvat mittarit.

### 8.3 Mahdolliset mittaukset

#### 8.3.1 Mallityö

Mallityöhön tehdään luvussa esitettyjä mittauksia suunnittelijan vaatimusten mukaan ennen koko rakenteen pintakäsittelyä. Mallityön koko, sijainti ja kattavuus tulee olla määritelty suunnitelmissa. Parvekkeen laatan yläpinnan vedeneristeen, betonipieliseinien, taustaseinän kuusipuuverhouksen sekä kuumasinkityn kaiteen pintakäsittelystä täytyy tehdä erikseen mallityöt.

### 8.3.2 Tartuntavetokoe

Parvekeen tartuntavetokokeet otetaan erikseen parvekelaatan yläpinnan vedeneristeestä, pieliseinistä ja kuumasinkitystä kaiteesta. Maalipinnan testausikä vaikuttaa olennaisesti tartuntavetokoetuloksiin. Maalinvalmistaja ilmoittaa maalin lopulliseen kuivumiseen tarvittavan vakio-olosuhteissa mitatun ajan, jota joudutaan soveltamaan olosuhteiden erotessa suuresti näistä olosuhteista.

Tartuntavetokokeessa tehdään vähintään kuusi erillistä mittausta. Murtumapinta-ala pyöristetään aina murtumatyyppin mukaan lähimpään 10%:iin. Sidosmurtumien ollessa epäyhdenmukaisia on aihetta tarkistaa sekä esikäsittely että pinnoitteen levitys. Liimamurtuman ilmetessä voi kyseessä olla pinnoitteen liian suuret koheesio- ja tartuntaominaisuudet liimaan verrattuna, jolloin liimatyyppejä täytyy vaihtaa. Mittaustuloksessa ilmoitetaan murtolujuus ja sidosmurtuman tyyppi prosentteineen. [29.]

### 8.3.3 Hilaristikkokoe

Parvekkeen taustaseinän puuverhouksen pintakäsittelyn kiinnipysyvyys voidaan testata hilaristikkokokeella standardin ISO-EN ISO 16276-2 mukaan. Hilaristikkomenetelmä ainetta rikkovana kokeena vaatii maalikalvon korjauksen. Tartuntavetolujuuden testaus on myös mahdollista, jos suunnitelmiin on kirjattu pintakäsittelyn tartunnalta vaadittu arvo tai halutaan tarkempi testitulos.

### 8.3.4 Kalvonpaksuus

Kalvonpaksuus on olennainen osa parvekkeen pintakäsittelyn laadunvarmistusta. Kalvonpaksuuden mittauksessa käytetään standardin SFS-EN ISO 2808 parvekkeelle sopivia mittausmenetelmiä. Kuumasinkittyyn teräskaitteeseen kuivakalvonpaksuuden mittaamiseen voidaan käyttää kalvoa rikkomattomana menetelmänä pyörrevirtamittaria. Betoni- ja puupintojen kuivakalvonpaksuuden mittaamiseen on myös kehitetty omat kalvoa rikkomattomat mittarinsa, mutta näiden puuttuessa käytetään joko ainetta rikkovaa menetelmää tai lasketaan kuivakalvonpaksuus märkälvonpaksuuden avulla.

Mitattaessa kuivakalvoa ainetta rikkovalla menetelmällä paksuuseron perusteella vaihtoehtoina on esimerkiksi mikrometri- tai mittakellovyvyysmitan käyttö. Optisten menetelmien kuten poikkileikkauksen käyttö vaatii mikroskooppia.

Märkäkalvon paksuus mitataan työn aikana mahdollisimman pian maalin levityksen jälkeen käyttäen kenttäolosuhteissa helppokäyttöistä märkäkalvokampaa tai -kiekkoa standardin SFS-EN ISO 2808 mukaan. Sähköisellä mittakellolla voidaan saada tarvittaessa edellä mainittuja menetelmiä tarkempi mittausta.

### 8.3.5 Alustan vaatimukset

Betoni, puu ja kaiteen kuumasinkitty teräs otetaan huomioon erilaisina alustoina. Betonin ja puun suhteellinen kosteus mitataan ennen maalausta. Betonipinnoilla alustan pölyäminen on yleistä. Alustan pölyisyys voidaan testata esimerkiksi valkoisella liinalla tai paineilmasuihkulla. Testissä valkoisella liinalla pyyhkäistään vähintään kolmelta noin 300 x 300 mm:n kokoiselta alueelta. Paineilmasuihku ei saa irroittaa pinnasta selvästi todettavaa määrää pölyä. [12,s.250.] Rasvan havaitsemiseen puhdistetulta pinnalta voidaan käyttää esimerkiksi menetelmää, jossa vettä sumutetaan pinnalle, jolloin veden helmeily paljastaa jäljelle jääneet rasvat [26, s.40]. Suolapitoisuuden määrittäminen on harvoin tarpeellinen, mutta erityisolosuhteissa kuten merirasituksessa mahdollinen mittausta. Standardi SFS-EN ISO 8502-9 esittää kenttämenetelmän vesiliukoisten suolojen määrittämiseksi konduktiometrisesti [32].

### 8.3.6 Olosuhteet

Maalin valmistaja ilmoittaa tuotteelleen vaadittavan lämpötilan ja ilman suhteellisen kosteuden, jota tulee ensisijaisesti noudattaa. Olosuhteiden seurannan dokumentointi onnistuu vaivattomasti dataloggerin avulla, joka tallentaa mittaustulokset automaattisesti. Sää tiedotusten seuraaminen on lisäksi olennaista, sillä maalaus on pyrittävä lopettamaan ajoissa ennen mahdollista sadetta tai kasteen ilmaantumista.

### 8.3.7 Pinnan ulkonäkö

Pinnan ulkonäön täytyy vastata valittua käsittely-yhdistelmää. Parvekkeen käsittely-yhdistelmät kuuluvat MaalausRYL2012:n mukaan luokkiin Pu2 ja Pu3. Parvekkeen lattiapinnan ulkonäköluokka kuitenkin luokkaan Ps2.

### 8.3.8 Kiilto

Parvekkeen kiilto voidaan mitata kiiltoasteen ollessa olennainen osa suunnitelmaa. Parvekkeella kiilto mitataan kiiltomittarilla 60°:n mittauskulmassa, joka soveltuu yleisesti kaikille pinnoitteille standardin SFS-EN ISO 2813 mukaisesti. Kiilto mitataan standardin SFS-EN ISO 2813 mukaan viidestä kohdasta tai tarvittaessa useammasta käyttäen soveltuvaa mittaussuuntaa.

## 9 Rapatun julkisivun pintakäsittelyn työmaavaiheen laadunvarmistus

Julkisivun pintakäsittelyn työmaavaiheen laadunvarmistusluku perustuu lukuun kuusi, jonka perusteella ehdotetaan mahdollisia laadunvarmistustoimenpiteitä mallitalon julkisivulle. Luku pohtii eri mittausten tarkoituksenmukaisuutta julkisivun pintakäsittelyille. Lisäksi se selostaa eri pintakäsittelyjen laadunvarmistusmittausten suoritustapoja mittauksille. Eri mittausten tarve arvioidaan kuitenkin aina kohdekohtaisesti.

### 9.1 Maalauspöytäkirjan merkinnöissä huomioitavaa

Rappauspinnan ja sokkelin betonipinnan kosteusvaatimukset tulee varmistaa. Kalkki- tai sementtimaalilla maalattaessa rappausalusta kostutetaan 1–2 tuntia ennen maalausta. Lisäksi kalkkimaalilla maalattaessa ilman suhteellisen kosteuden tulee mahdollisimman suuri. Sokkelin betonipinnan kosteus mitataan ja kirjataan maalauspöytäkirjaan.

### 9.2 Mittauspöytäkirja

Mittauspöytäkirjaan kirjataan merkintä jokaisesta tehdystä kokeesta ja mittauksesta, jonka näiden suorittaja allekirjoittaa. Mittauspöytäkirjaan merkittäviä asioita ovat

päivämäärä, koe- ja mittaustulokset, mittauspiirrokset, toimenpiteet ja selvitykset mahdollisista poikkeamista. [21.] Erityisesti laitteiden alkukalibroinnin ja kalibroitivälien kirjaaminen mittauspöytäkirjaan antaa tuloksille luotettavuutta. Kalibroinnin huomiointi on oleellista etenkin sokkelin pintakäsittelyn kuivakalvonpaksuuden mittaamisessa jos käytössä on ainetta rikkomaton betonialustalle soveltuva mittari.

## 9.2 Mahdolliset mittaukset

### 9.2.1 Mallityö

Mallityöhön tehdään luvussa esitettyjä mittauksia suunnittelijan vaatimusten mukaaan ennen koko rakenteen pintakäsittelyä. Mallityön koko, sijainti ja kattavuus tulee olla määritelty suunnitelmissa. Julkisivun sokkelin ja rappauksen maalauksesta tehdään molemmista omat mallityöt.

### 9.2.2 Tartuntavetokoe

Tartuntavetokoe voidaan tehdä sokkelin betonipinnalle standardin SFS-EN ISO 4624 mukaan. Maalipinnan testausikä vaikuttaa olennaisesti tartuntavetokoetuloksiin. Maalinvalmistaja ilmoittaa maalin lopulliseen kuivumiseen tarvittavan ajan vakio-olosuhteissa mitattuna, jota joudutaan soveltamaan olosuhteiden erotessa suuresti näistä olosuhteista. Rappauspinnan epätasaisuus estää tartuntavetolujuuskokeen tekemisen.

Tartuntavetokokeessa tehdään vähintään kuusi erillistä mittausta. Murtumapinta-ala pyöristetään aina murtumatyyppin mukaan lähimpään 10%:iin. Sidosmurtumien ollessa epäyhdenmukaisia on aihetta tarkistaa sekä esikäsittely että pinnoitteen levitys. Liimamurtuman ilmetessä voi kyseessä olla pinnoitteen liian suuret koheesio- ja tartuntaominaisuudet liimaan verrattuna, jolloin liimatyyppejä täytyy vaihtaa. Mittaustuloksessa ilmoitetaan murtolujuus ja sidosmurtuman tyyppi prosentteineen. [29.]



### 9.2.3 Kalvonpaksuus

Kalvonpaksuuden mittaus on olennainen osa julkisivun sokkelin pintakäsittelyn laadunvalvontaa perustuen standardin SFS-EN ISO 2808 sopivimpiin mittaustapoihin. Rappauspinnan epätasaisuus estää kalvonpaksuuden mittaamisen.

Märkäkalvon paksuus mitataan työn aikana mahdollisimman pian maalin levityksen jälkeen käyttäen kenttäolosuhteissa helppokäyttöistä märkäkalvokampaa tai -kiekkoa. Sähköisellä mittakellolla voidaan saada tarvittaessa edellä mainittuja menetelmiä tarkempi mittaus.

Mitattaessa kuivakalvoa ainetta rikkomattomalla menetelmällä on mahdollista käyttää erityisesti betonin kalvonpaksuuden mittaamiseen kehitettyä laitetta tai laitteen puuttuessa laskea kuivakalvonpaksuus märkäkalvon paksuuden perusteella. Ainetta rikkovina menetelminä on mahdollista käyttää esimerkiksi mikrometri- tai mittakellosovyysmittaa. Optisten menetelmien kuten poikkileikkauksen käyttö vaatii mikroskooppia.

### 9.2.4 Alustan vaatimukset

Betonipinnoilla alustan pölyäminen on yleistä. Alustan pölyisyys voidaan testata esimerkiksi valkoisella liinalla tai paineilmasuihkulla. Testissä valkoisella liinalla pyyhkäistään vähintään kolmelta noin 300 x 300 mm kokoiselta alueelta. Paineilmasuihku ei saa irroittaa pinnasta selvästi todettavaa määrää pölyä. [12, s. 250.] Rasvan havaitsemiseen puhdistetulta pinnalta voidaan käyttää esimerkiksi menetelmää, jossa vettä sumutetaan pinnalle, jolloin veden helmeily paljastaa jäljelle jääneet rasvat [26, s.40]. Suolapitoisuuden määrittäminen on harvoin tarpeellinen, mutta erityisolosuhteissa kuten merirasituksessa mahdollinen mittaus. Alustan suolapitoisuus voidaan mitata esimerkiksi standardin SFS-EN ISO 8502-9 mukaan. Standardi esittää kenttämenetelmän vesiliukoisten suolojen määrittämiseksi konduktiometrisesti [32]. Rappauksen riittävä kosteuspitoisuus voidaan mitata tarvittaessa ennen maalausta.

### 9.2.5 Olosuhteet

Maalin valmistaja ilmoittaa tuotteelleen vaadittavan lämpötilan ja ilman suhteellisen kosteuden, jota tulee ensisijaisesti noudattaa. Olosuhteiden seurannan dokumentointi onnistuu vaivattomasti dataloggerin avulla, joka tallentaa mittaustulokset automaattisesti. Sää tiedotusten seuraaminen on lisäksi olennaista, sillä maalaus on pyrittävä lopettamaan ajoissa ennen mahdollista sadetta tai kasteen ilmaantumista.

### 9.2.6 Pinnan ulkonäkö

Pinnan ulkonäön täytyy vastata valittua käsittely-yhdistelmää. Julkisivun käsittely-yhdistelmät ovat MaalausRYL2012:n mukaan luokkaa Pu2 ja Pu3.

## 10 Johtopäätökset

### 10.1 Laadunvarmennuksen huomiointi pintakäsittelyn suunnittelussa

Pintakäsittelyn laadunvarmennuksen kannalta sinkityn peltikaton pintakäsittelyn työselostuksissa oli joitakin eroavaisuuksia muiden rakennusosien työselostusten ollessa hyvin yhtenäisiä sisällöltään. Suunnittelussa voitaisiin kehittää erityisesti mallitöiden huomioimista. Mallityötä ei vaadita kyseisissä työselostuksissa tekemään kaikista rakennusosista, eikä sen sijaintia ole määritetty. Tämän lisäksi suunnittelun normaalisisältöön voidaan lisätä joitakin yksityiskohtia, mutta muuten oleellimmat asiat on jo kirjattu. Työselostukset nostivat kuitenkin esiin kysymyksen siitä, varmistetaanko kaikkia suunnitelmiin kirjattuja arvoja käytännössä. Työselostuksiin oli annettu esimerkiksi tartuntalujuuden arvot sinkityn peltikaton ja rappauksen pintakäsittelyille, mutta tehdäänkö näistä pinnoista oikeasti tartuntavetolujuuskokeita.

Sinkityn peltikaton, parvekkeen ja julkisivun pintakäsittelyn laadunvarmistuksessa pyritään mittaamaan usein samoja pinnoitteen ominaisuuksia. Erilaiset materiaalit ja pinnan struktuurit vaikuttavat kuitenkin mittaustapaan ja mahdollisuuteen mitata kyseistä ominaisuutta. Laadunvarmistusmittaukset vaativat usein tasaisen pinnan. Mallitalossa

parvekkeen kaiteen kulmikkuus ja rivipeltikate mahdollistavat hyvin laadunvarmistusmittaukset. Kaiteen ollessa kaareva tai katon ollessa aaltoilevaa profiilipeltiä tartuntavetolujuuden, kalvonpaksuuden ja kiillon mittaaminen voi vaikeutua tai ne on jätettävä kokonaan mittaamatta. Rappauksen pintakäsittelyn laadunvarmistuskeinot ovat rajalliset pinnan epätasaisuuden takia.

Sinkityn peltikaton pintakäsittelyn laadunvarmistuksessa voitaisiin kiinnittää huomioita enemmän etenkin alustan lämpötilaan. Peltikatoilla lämpötilan vaihtelut voivat olla suuria ja vaikuttaa olennaisesti maalauksen onnistumiseen. Sinkitty peltikatto maalataan yleensä ilman sääsuojaa, mikä tekee olosuhteiden valvonnasta erityisen tärkeää. Kasteen, sateen ja auringon uhka tulisi siis erityisesti minimoida.

Parvekkella mallitöiden tekeminen erikseen parvekelaatan yläpinnan vedeneristeestä, pielipinnoista, kaiteesta ja puuverhouksesta on oleellista. Kokonaisen parvekkeen käyttäminen mallityönä helpottaa mallityöalueen rajaamista. Parvekkeilla erityistä huomiota tulee kiinnittää betonin ja puun kosteuspitoisuuden mittaamiseen.

Julkisivun mallityön sijainti voidaan määrittää mahdollisimman hyödylliseksi. Mallityön sijainti kulumiselle alttiissa nurkassa ulottuen kahden eri ilmansuunnan sivulle antaa laajemman kuvan pintakäsittelyn onnistumisesta. Rappauksen maalamisessa tulee kiinnittää erityistä huomiota vaadittuun alustan kosteuteen maalityypistä riippuen.

Työssä mallityön suunnittelun tärkeys korostui, sillä mallityö toimii laadunvarmistuksen työkaluna ennen koko rakenteen pinnan käsittelyä. Menetelminä märkäkalvonpaksuuden, alustan puhtauden ja olosuhteiden mittauksen merkitys painottui pintakäsittelyiden laadunvarmistuksessa, koska ennaltaehkäisevinä menetelminä ne säästävät jälkepäin suoritettavalta korjaustyöltä.

## 10.2 Pintakäsittelyn työmaavaiheen laadunvarmistus

Kalvonpaksuuden mittaukset on ohjeistettu sinkitylle peltikatolle tarkasti ja ne sisältävät mittausten määrän ja mittausalueen koon. Betonisten rakennusosien pintakäsittelylle on myös tarkkaan kirjattu tartuntavetolujuuskokeiden vaaditut arvot ja mittausten määrä. Muiden pintakäsittelyn laadunvarmistuksen mittausten määrä ja mittausalue ei käy suunnitelmista ilmi vaan on jätetty rakennuttajan vastuulle.

Korjausrakentamisessa pintakäsittelyjen mallityöt olisi ensisijaisesti hyvä tehdä itse kohteeseen sen sijaan, että ne tehtäisiin testikappaleille. Jouduttaessa käyttämään kalvoa rikkovaa menetelmää pintakäsittelyjen laadunvarmistuksen suorittaminen testilevyillä voi vaikuttaa houkuttevalta, mutta ei ole suositeltavaa. Testilevyillä olosuhteiden aiheuttamaa kulutusta alustaan ja vanhaan maalikalvoon on vaikea jäljitellä. Korjausrakentamisessa pintakäsittelyiden mallitöiden tekemistä testilevyjen avulla joudutaan kuitenkin pohtimaan kohdekohtaisesti. Olosuhteiden aiheuttama kulutus voidaan joutua ottamaan huomioon myös uusittaessa rakenneosia kuten peltikate kokonaan. Peltikatteen testilevyjen pitäisi altistua peltikaton tavoin ennen maalausta 6-12kk yhtäläisille katon olosuhteille sinkkioksidikerroksen muodostumiseksi.

Jatkotutkimuksissa voitaisiin selvittää, miten työmaalla käytännössä laadunvarmistusmittaukset suoritetaan. Hyödyllistä olisi myös selvittää, miten korjaukset toteutetaan, jos laadunvarmistuksessa havaitaan virheitä ja kuinka paljon yksittäiset mittausarvot saavat poiketa vaaditusta arvosta johtamatta korjaustoimenpiteisiin. Lisäksi työmaan laadunvarmistuksesta kerättyjen tietojen dokumentointia voitaisiin erityisesti tutkia.

## Lähteet

- 1 Suvilehto, Pekka. 2018. Virtuaalinen mallitalo. Mallinnus.
- 2 Ratu F41-0361. Peltikaton maalauskorjaus. Menekit ja menetelmät. 2010. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 3 RT 85-10767, Metalliset muoto- ja poimulevykatteet. 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 4 Parvekkeet. Verkkodokumentti.  
<<https://www.tikkurila.fi/ammattilaiset/ratkaisut/suunnitteluohjeet/ulkomaalaus/lattiat/parvekkeet>>. Luettu 10.12.2017.
- 5 RT 86-10618. Parvekerakenteet. Korjausrakentaminen.1996. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 6 RT 33-10386. Rappaus, laastit ja niiden valinta.1990. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 7 Jälleenrakennuskauden pientalon korjaustapaohje. Verkkodokumentti.  
<[https://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/torpparinmaki\\_korjaustapa/sokkelit\\_kellarinseinat\\_kortti.pdf](https://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/torpparinmaki_korjaustapa/sokkelit_kellarinseinat_kortti.pdf)> Luettu 8.12.2017.
- 8 RT 18-10922. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. 2008. Rakennustieto Oy.
- 9 Kattopintojen käsittelyopas. Verkkodokumentti.  
<[http://www.peltiverhous.fi/pdf/Tikkurila\\_opas\\_Kattopintojen\\_kasittelyopas.pdf](http://www.peltiverhous.fi/pdf/Tikkurila_opas_Kattopintojen_kasittelyopas.pdf)>. Luettu 15.12.2017.
- 10 Peltikaton maalaus. Verkkodokumentti.  
<[https://www.tikkurila.fi/ammattilaiset/ratkaisut/suunnitteluohjeet/ulkomaalaus/vesikatot/peltikaton\\_maalaus](https://www.tikkurila.fi/ammattilaiset/ratkaisut/suunnitteluohjeet/ulkomaalaus/vesikatot/peltikaton_maalaus)>. Luettu 8.12.2017.
- 11 Huolto-ohje. Maalipinnoitetut ohutlevyteräkset. Verkkodokumentti.  
<[https://www.ruukki.com/docs/default-source/b2b-documents/sandwich-panels/ruukki-maalipinnoitetut-terakset-huolto\\_ohje6728e962740b6b06951eff00002615e0.pdf?sfvrsn=c6238284\\_6](https://www.ruukki.com/docs/default-source/b2b-documents/sandwich-panels/ruukki-maalipinnoitetut-terakset-huolto_ohje6728e962740b6b06951eff00002615e0.pdf?sfvrsn=c6238284_6)>. Luettu 14.12.2017.
- 12 KorjausRYL rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Julkisivut. 2017. Helsinki: Rakennustieto Oy.

- 13 RT 86-10563. Parvekerakenteet.1995. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 14 Sandberg, Kimmo. Kiviainespintojen maalaus käsittelyt. Verkkodokumentti. <<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010310.pdf>> Luettu 8.1.2018.
- 15 Sundman, Päivi. 2012. Köynnökset rakennetussa ympäristössä. Opinnäytetyö. <[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/40875/Sundman\\_Paivi.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/40875/Sundman_Paivi.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> Luettu 6.1.2018.
- 16 Osara, Leo. Korjaushankkeen vaiheet ja suunnittelu. Verkkodokumentti. <[http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari2/images/stories/File/JulkkariOpas/julkisivu\\_opas3\\_s43-61.pdf](http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari2/images/stories/File/JulkkariOpas/julkisivu_opas3_s43-61.pdf)> Luettu 3.5.2018.
- 17 <<https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet.html>>. Luettu 3.1.2018.
- 18 <[https://www.sfs.fi/julkaisut\\_ja\\_palvelut](https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut)> Luettu 3.1.2018.
- 19 Tuote VOC. 2018. Verkkodokumentti. <<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kemikaalit-biosidit-ja-kasvinsuojeluaineet/Tuote-VOC/>>. Luettu 3.1.2018.
- 20 MaalausRYL2012. Maalaustöiden yleiset laatuvaatimukset ja käsittely-yhdistelmät. 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 21 Ratu S-1215. Työmaan laadunvarmistus, tarkastukset ja mittaukset. Työmaatekniikka - Olosuhteet, Materiaalit, Alusta, Mittatarkkuus, Toimivuus. 2006. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 22 Ratu KI-6019. Korjaustöiden laatu KTL 2011. 2010. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 23 Katon maalaus. Kattopinnat ulkona. Verkkodokumentti. <[https://www.tikkurila.fi/files/403/katon\\_maalaus\\_2016\\_low.pdf](https://www.tikkurila.fi/files/403/katon_maalaus_2016_low.pdf)> Luettu 20.1.2018
- 24 Ratu F34-0351. Parvekkeen korjaus, betonirakenteiset parvekkeet. Menekit ja menetelmät. 2009. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 25 SFS-EN ISO 2808. Maalit ja lakat. Kalvonpaksuuden määrittäminen. 2007. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.
- 26 Tunturi, Pirjo ja Tunturi, Pekka.1999. Metallien pinnoitteet ja pintakäsittelyt. Tampere: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.
- 27 Elcometer 500 Concrete Coating Thickness Gauge. Verkkodokumentti. <<http://www.elcometer.com/en/coating-inspection/dry-film-thickness/dry-film->

- thickness-digital/elcometer-500-concrete-coating-thickness-gauge.html>. 2.4.2018.
- 28 Dry Film Thickness Measurement - Wood Substrates. Verkkodokumentti. <<https://www.defelsko.com/resources/dry-film-thickness-measurement-on-wood-substrates>> Luettu 2.4.2018.
  - 29 SFS-EN ISO 4624:2016. Maalit ja lakat. Tarttuvuuden arviointi vetokokeella. 2016. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.
  - 30 SFS-EN ISO 2813. Maalit ja lakat. Kiillon määritys kulmilla 20°, 60° ja 85°. 2014. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.
  - 31 SFS-EN ISO 2409. Maalit ja lakat. Hilaristikkokoe. 2013. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.
  - 32 SFS-EN ISO 8502-9. Teräspintojen esikäsitteily ennen pinnoitusta maalilla tai vastaavilla tuotteilla. Testit pinnan puhtauden arvioimiseksi. Osa 9: Kenttämenetelmä vesiliukoisten suolojen määrittämiseksi konduktiometrisesti. 2000. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.
  - 33 Peltikatteet. 2017. Verkkodokumentti. <[http://www.kulttuuriymparistomme.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Artikkelit/Rakennusperinnon\\_hoito/Jarkevaa\\_talonpitoa/Peltikatteet\(37833\)](http://www.kulttuuriymparistomme.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Artikkelit/Rakennusperinnon_hoito/Jarkevaa_talonpitoa/Peltikatteet(37833))>. Luettu 2.2.2018.
  - 34 Kuumasinkitys luotettava pinnoite. Verkkodokumentti. <<http://www.kuumasinkitys.fi/kestavyys.html>>. Luettu 2.2.2018.
  - 35 Korroosiokäsikirja. 2008. Helsinki: KP-Media Oy.
  - 36 Sinkitys. Verkkodokumentti. <<http://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/toiminta/try-pintakasittelyjaosto/sinkitys/>>. Luettu 20.12.2017.
  - 37 Corrosion Protection. Verkkodokumentti. <<https://galvanizeit.org/index.php?p=hot-dip-galvanizing/why-specify-galvanizing/corrosion-protection>>. Luettu 20.12.2017.
  - 38 Kuumasinkityn teräksen maalaus. Verkkodokumentti. <<http://www.kuumasinkitys.fi/maalaus.html>>. Luettu 20.1.2018.
  - 39 Sitowise Oy. 21.1.2015. Korjaustyöselostus ulkovaippakorjaus.
  - 40 Sitowise Oy. 2012. Vesikattokorjaushanke.
  - 41 Sitowise Oy. 2010. Vesikattokorjaushanke.

- 42 SFS-EN ISO 8502. Teräspintojen esikäsitteily ennen pinnoitusta maalilla tai vastaavilla tuotteilla. Testit pinnan puhtauden arvioimiseksi. 2017. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.
- 43 Katon maalaus. Kattopinnat ulkona. Verkkodokumentti. <[https://www.tikkurila.fi/files/403/katon\\_maalaus\\_2016\\_low.pdf](https://www.tikkurila.fi/files/403/katon_maalaus_2016_low.pdf)>. Luettu 6.2.2018.
- 44 Kilpinen, Juha. Teräsohutlevyjen maalaus työmaalla. Verkkodokumentti. [http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/302/7b80797/2014\\_03\\_s48\\_49\\_Terasohutlevyjen\\_maalaus\\_tyomaalla.pdf](http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/302/7b80797/2014_03_s48_49_Terasohutlevyjen_maalaus_tyomaalla.pdf) Luettu 4.3.2018.
- 45 ISO-EN ISO 16276-2. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Pinnoitteen tartunnan ja koheesion (murtumislujuuden) arviointi ja hyväksymiskriteerit. Osa 2: Hilaristikkokoe ja X-viiltokoe. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.
- 46 RT 82-10829 Puujulkisivut. 2004. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 47 Puurakennuksen kosteustekninen hallinta. 2011. Verkkodokumentti. <<http://www.puuinfo.fi/suunnitteluohjeet/puurakennuksen-kosteustekninen-hallinta>>. Luettu 12.1.2018.
- 48 RT 29-10572 Puujulkisivujen uudis- ja huoltomaalaus. 1995. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 49 Betonin pintakäsittelyn käsikirja. 2014. Verkkodokumentti. <[https://www.teknos.com/globalassets/teknos.fi/teollisuus/downloads/fi\\_betonin\\_pintakasittelyn\\_kasikirja\\_2014.pdf](https://www.teknos.com/globalassets/teknos.fi/teollisuus/downloads/fi_betonin_pintakasittelyn_kasikirja_2014.pdf)>. Luettu 19.12.2017.
- 50 Sitowise Oy. 20.10.2016. Korjaustyöselostus ulkovaippa-, parveke ja vesikattokorjaus.
- 51 Sitowise Oy. 30.4.2015. Korjaustyöselostus ulkovaipan korjaushanke.
- 52 Parvekekorjaus. Ohjeita taloyhtiölle. <[https://www.tikkurila.fi/files/3026/Tikkurila\\_esite\\_parvekekorjaus.pdf](https://www.tikkurila.fi/files/3026/Tikkurila_esite_parvekekorjaus.pdf)>. Luettu 10.1.2018.
- 53 Tapola, Jussi. 2018. Pintakäsittelytekniikan asiantuntija. Keskustelu 30.4.2018.
- 54 Ratu 1196-S Puu- ja kiviaineiset julkisivut. 2001. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 55 Milloin tulee epäillä homevauriota? 2016. Verkkodokumentti. <<http://www.ymparisto.fi/fi->



FI/Rakentaminen/Korjaustieto/Pientalot/Sisailmaongelmat/Kosteus\_ ja\_homevauriot/Milloin\_pitaa\_epailla\_homevauriota>. Luettu 10.1.2018.