



Väylävirasto  
Trafikledsverket

Väyläviraston ohjeita  
50/2023

## SILKO 1.351

Pintakäsittely (sisältö vastaa versiota  
3/2015)

siltojen  
**SILKO**  
korjaus





Väylävirasto  
Trafikledsverket

Ohje

19.3.2024

VÄYLÄ/7866/06.04.01/2023

|                        |                                               |
|------------------------|-----------------------------------------------|
| Vastaanottaja          | Korvaa                                        |
| -                      | SILKO 1.351 Pintakäsittely (3/2015)           |
| Säädösperusta          | Voimassa                                      |
| -                      | 1.4.2024                                      |
| Väylämuoto             | Kohdistuvuus                                  |
| taitorakenteet         | suunnittelu, rakentaminen, kunnossapito       |
| Asiasanat              | Käyttäjärühmät                                |
| pintakäsittely, pinnat | suunnittelijat, urakoitsijat, kunnossapitäjät |

**SILKO 1.351 Pintakäsittely** (sisältö vastaa versiota 3/2015)

Tässä ohjepäivityksessä on täsmennetty Väyläviraston roolia. Sisällöllisesti ohje on muuttumaton. Väylävirasto ei toimi ohjeessa mainittujen tuotteiden hyväksyjänä, vaan Väylävirasto tilaajana asettaa tuotteille vaatimuksia ja arvioi tuotteiden vaatimustenmukaisuuden.

**Liikennevirasto, taitorakenneyksikkö 2015**

- Tekniikan lisensiaatti Timo Tirkkonen / Diplomi-insinööri Tomi Harju, pj. Liikennevirasto, taitorakenneyksikkö
- Silko terästyöryhmä

Erikoisasiantuntijat:

- Diplomi-insinööri Jouko Lämsä, Toiminimi Jouko Lämsä
- Yli-insinööri Jorma Huura, Insinööritoimisto Huura Oy (Luku 7 Työturvallisuus)
- Suunnittelupäällikkö Matti Airaksinen, Ramboll Finland Oy (Luku 8 Ympäristönsuojelu)

Konsultti:

- Insinööritoimisto Ponvia Oy

Piirrokset:

- Kuvat 1, 20: Insinööritoimisto Ponvia Oy
- Kuva 12: Eva Häkkä-Rönnholm
- Kuvat 13–17: Tekniikan sanastokeskus ry

- Kuva 25: Kyösti Piironen
- Kuvat 5–7: Satu Jokilehto
- Kuvat 21 ja 56: Kuumasinkitys-julkaisut
- Kuvat 43–45: SILKO-ohje 1.351 (5/84 ja 4/01)
- Liite B: Insinööritoimisto Ponvia Oy
- Muut piirrokset: Insinööritoimisto Jorma Huura Oy

Valokuvat:

- Kuvat 4 ja 55: Risto Väänänen
- Kuvat 2, 3 ja 11: Jouko Välimäki
- Kuvat 33—36, 38—41, 47, 48, 50—53 ja 58—63: Teknos Winter Oy
- Kuvat 57 a, p ja r: FSP Finnish Steel Painting Oy / Lindström Oy
- Kuva 57 h: FSP Finnish Steel Painting Oy / Sersale Oy
- Muut valokuvat: Insinööritoimisto Jorma Huura Oy:n kuva-arkisto

Osastonjohtaja, tekniikka ja ympäristö Minna Torkkeli

Rautatiejohtaja Jukka Ronni

Tieliikennejohtaja Jarmo Joutsensaari

Asiantuntija, sillat Jari Nikki

Ohje on osa Väyläviraston turvallisuusjohtamisjärjestelmää tienpidon ja rautatietoimintojen osalta.

Voit antaa palautetta ohjeesta ohjeen yhteyshenkilölle (etunimi.sukunimi@vayla.fi) tai Väyläviraston teknisten ja turvallisuusohjeiden palautteenantokanavaan ([teknisetjaturvallisuusohjeet@vayla.fi](mailto:teknisetjaturvallisuusohjeet@vayla.fi)).

Dokumentin sisältö ei ole kaikilta osin saavutettava.

## LISÄTIETOJA

Jari Nikki

Väylävirasto [www.vayla.fi](http://www.vayla.fi)

PL 33, 00521 Helsinki      Puhelin 0295 34 3000      etunimi.sukunimi@vayla.fi

Opastinsilta 12 A, 00520 Helsinki      Faksi 0295 34 3700      kirjaamo@vayla.fi

# Sisällys

|          |                                                                 |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>YLEISTÄ.....</b>                                             | <b>7</b>  |
| 1.1      | OHJEEN SOVELTAMISALA.....                                       | 7         |
| 1.2      | TERÄSSILTOJEN KORROOSIOSUOJAUKSEN KEHITYS.....                  | 8         |
| 1.3      | KORROOSION ESTÄMINEN PINTAKÄSITTELYLLÄ.....                     | 12        |
| 1.4      | OLOSUHDETEKIJÄT.....                                            | 14        |
| 1.4.1    | RASITUSLUOKAT.....                                              | 14        |
| 1.4.2    | MUUT OLOSUHDETEKIJÄT.....                                       | 16        |
| 1.5      | PINNOITTEIDEN VAURIOT.....                                      | 16        |
| 1.5.1    | MAALIPINNOITTEIDEN VAURIOT.....                                 | 16        |
| 1.5.2    | METALLISTEN PINNOITTEIDEN VAURIOT.....                          | 17        |
| 1.6      | PINTAKÄSITTELYTYÖN VAIHEET.....                                 | 18        |
| 1.7      | PINTAKÄSITTELYN KÄSITTEET.....                                  | 19        |
| 1.8      | MERKINNÄT.....                                                  | 32        |
| <b>2</b> | <b>PINTAKÄSITTELYN LAATUVAATIMUKSET.....</b>                    | <b>38</b> |
| 2.1      | YLEISET LAATUVAATIMUKSET.....                                   | 38        |
| 2.2      | PINTAKÄSITTELYAINEIDEN LAATUVAATIMUKSET.....                    | 40        |
| 2.3      | OLOSUHDEVAATIMUKSET.....                                        | 42        |
| 2.4      | PINTAKÄSITTELYTYÖN VAATIMUKSET.....                             | 45        |
| <b>3</b> | <b>PINTAKÄSITTELYAINEET.....</b>                                | <b>45</b> |
| 3.1      | KEMIAALLISET ESIKÄSITTELYAINEET.....                            | 45        |
| 3.2      | MAALIT.....                                                     | 46        |
| 3.2.1    | MAALIN KOOSTUMUS.....                                           | 46        |
| 3.2.2    | MAALITYYPIT KUIVUMIS- JA KOVETTUMISTAVAN MUKAAN JAOTELTUNA..... | 47        |
| 3.2.3    | VESIOHENTEISET KORROOSIONESTOMAAKIT.....                        | 50        |
| 3.2.4    | LIUOTEHENTEISET KORROOSIONESTOMAAKIT.....                       | 51        |
| 3.2.5    | LIUOTTEETTOMAT MAALIT JA JOUSTOPINNOITTEET.....                 | 51        |
| 3.2.6    | JAUHEMAALAUUS.....                                              | 52        |
| 3.2.7    | MAALIEN YHTEENSOPIVUUS.....                                     | 52        |
| 3.3      | METALLISET PINNOITTEET.....                                     | 53        |
| 3.3.1    | SINKKI.....                                                     | 54        |
| 3.3.2    | ALUMIINIPINNOITTEET.....                                        | 55        |
| 3.3.3    | SEOSPINNOITTEET.....                                            | 55        |
| 3.4      | KORROOSIONESTOTEIPIT.....                                       | 55        |
| 3.5      | TILAPÄISET KORROOSIONESTOAINEET JA -MENETELMÄT.....             | 55        |
| <b>4</b> | <b>PERIAATERATKAISU.....</b>                                    | <b>56</b> |
| 4.1      | RAKENTEEN KUNNON ARVIOINTI JA SILLAN KÄYTTÖIKÄ.....             | 57        |
| 4.2      | PINTAKÄSITTELYN KUNNON ARVIOINTI.....                           | 58        |
| 4.2.1    | VAURIOASTEET.....                                               | 59        |

|          |                                                                 |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.3      | PAIKALLISET OLOSUHTEET.....                                     | 60        |
| 4.4      | YMPÄRISTÖNSUOJELU, TYÖTURVALLISUUS JA LIIKENNETURVALLISUUS..... | 61        |
| 4.5      | KUSTANNUKSET .....                                              | 62        |
| <b>5</b> | <b>PINTAKÄSITTELYN SUUNNITTELU.....</b>                         | <b>63</b> |
| 5.1      | PINTAKÄSITTELYN KORJAUSSUUNNITELMA.....                         | 63        |
| 5.1.1    | PINTAKÄSITTELYJÄRJESTELMÄN VALINTA.....                         | 63        |
| 5.1.2    | PINTAKÄSITTELYN KORJAUSSUUNNITELMAN SISÄLTÖ.....                | 64        |
| 5.2      | TEKNINEN TYÖSUUNNITELMA.....                                    | 65        |
| 5.3      | LAATUSUUNNITELMA.....                                           | 66        |
| <b>6</b> | <b>PINTAKÄSITTELYTYÖ.....</b>                                   | <b>67</b> |
| 6.1      | LAADUNHALLINTA.....                                             | 67        |
| 6.2      | TELINEET JA SUOJAUS.....                                        | 70        |
| 6.2.1    | PUHALLUSJÄTTEEN TALTEENOTTO.....                                | 71        |
| 6.3      | TERÄSTYÖN LAATUASTE.....                                        | 72        |
| 6.3.1    | KULMIEN JA SÄRMIEN PYÖRISTYS.....                               | 74        |
| 6.4      | PINNAN ESIKÄSITTELYT.....                                       | 74        |
| 6.4.1    | RASVAN, SUOLAN JA MUUN LIAN POISTO.....                         | 75        |
| 6.4.2    | RUOSTEEN JA VANHAN MAALIN POISTO.....                           | 77        |
| 6.5      | MAALAUUS.....                                                   | 83        |
| 6.5.1    | TIIVISTYSKITTAUKSET.....                                        | 83        |
| 6.5.2    | VAAKAPINTOJEN OIKAISUT.....                                     | 84        |
| 6.5.3    | MAALAUSTYÖ.....                                                 | 84        |
| 6.5.4    | VAIKEASTI MAALATTAVAT KOHTEET.....                              | 88        |
| 6.5.5    | MAALIKALVON PAKSUUS JA MAALIN MENEKIN LASKEMINEN.....           | 88        |
| 6.6      | METALLIRUISKUTUS.....                                           | 89        |
| 6.7      | KUUMASINKITYS.....                                              | 90        |
| <b>7</b> | <b>TYÖTURVALLISUUS.....</b>                                     | <b>91</b> |
| 7.1      | TYÖTURVALLISUUDEN SUUNNITTELU, TOTEUTUS JA VASTUUT.....         | 92        |
| 7.2      | TYÖMAAN YLEISJÄRJESTELYT.....                                   | 92        |
| 7.2.1    | TYÖMAAN LIIKENNEJÄRJESTELYT.....                                | 93        |
| 7.2.2    | TYÖSKENTELY RAUTATIEALUEELLA.....                               | 93        |
| 7.2.3    | VAARALLISTEN AINEIDEN KULJETUS.....                             | 93        |
| 7.2.4    | PALOSUOJELU.....                                                | 94        |
| 7.2.5    | VALAISTUS.....                                                  | 95        |
| 7.3      | PINTAKÄSITTELYTÖIDEN TYÖTURVALLISUUS.....                       | 95        |
| 7.3.1    | TURVALLISUUSTARKASTUKSET.....                                   | 95        |
| 7.3.2    | KEMIALLISET AINEET.....                                         | 95        |
| 7.3.3    | HENKILÖNSUOJAIMET.....                                          | 95        |
| 7.3.4    | PUTOAMISEN ESTÄMINEN.....                                       | 98        |
| 7.3.5    | HENKILÖNOSTOT.....                                              | 98        |
| <b>8</b> | <b>YMPÄRISTÖNSUOJELU.....</b>                                   | <b>98</b> |
| 8.1      | YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET.....                                       | 99        |

|           |                                                                 |            |
|-----------|-----------------------------------------------------------------|------------|
| 8.2       | JÄTEHUOLTO.....                                                 | 100        |
| 8.3       | VAARALLISET JÄTTEET.....                                        | 100        |
| <b>9</b>  | <b>LAADUNVARMISTUS JA LAADUNOHJAUS.....</b>                     | <b>101</b> |
| 9.1       | TILAAJAN LAADUNVARMISTUS.....                                   | 101        |
| 9.1.1     | PINTAKÄSITTELYTYÖN SUUNNITTELU.....                             | 102        |
| 9.1.2     | URAKOINTIMENETTELY.....                                         | 102        |
| 9.1.3     | LAATUJÄRJESTELMÄN TOIMIVUUDEN SEURANTA.....                     | 103        |
| 9.2       | URAKOITSIJAN LAADUNVARMISTUS.....                               | 106        |
| 9.2.1     | HENKILÖSTÖN PÄTEVYYS.....                                       | 106        |
| 9.2.2     | TYÖ- JA MITTAUSVÄLINEET.....                                    | 106        |
| 9.2.3     | LAADUNOHJAUS JA LAADUNTARKASTUKSET.....                         | 106        |
| 9.2.4     | RAPORTOINTI.....                                                | 107        |
| 9.3       | TARKASTUKSET JA MITTAUKSET.....                                 | 108        |
| 9.3.1     | OLOSUHTEIDEN MITTAUS.....                                       | 109        |
| 9.3.2     | SILMÄMÄÄRÄINEN TARKASTUS.....                                   | 110        |
| 9.3.3     | KALVONPAKSUUDEN MITTAUS.....                                    | 110        |
| 9.3.4     | MAALIKALVON TARTUNNAN MITTAUS.....                              | 112        |
| 9.4       | PINTAKÄSITTELYN LAATUAINEISTON TALTIOINTI JA HYÖDYNTÄMINEN..... | 113        |
| <b>10</b> | <b>TÄYDENTÄVÄT OHJEET.....</b>                                  | <b>114</b> |

## LIITTEET

- LIITE A: PINTAKÄSITTELYN TEKNINEN TYÖSUUNNITELMA  
 LIITE B: TYÖ- JA TARKASTUSALUEIDEN MÄÄRITTÄMINEN  
 LIITE C: PÖYTÄKIRJAMALLIT

# 1 Yleistä

## 1.1 Ohjeen soveltamisala

Tämä ohje on laadittu siltojen korjausohjejärjestelmän eli SILKO-ohjeiston osana. Ohjetta käytetään vanhoja siltoja ja uudisrakentamisen virheitä korjattaessa.

Ohje täydentää ohjetta *SILKO 1.301 Metallit sillankorjausmateriaalina - Yleiset laatuvaatimukset*. Ohje on yleisohje, jota yksityiskohtaiset korjausohjeet *SILKO 2.332 Teräspalkin ylälaipan kunnostus*, *SILKO 2.351 Teräsrakenteen paikkausmaalaus*, *SILKO 2.352 Teräspinnan uusintamaalaus*, *SILKO 2.331 Kaidepylvään juuren kunnostus*, *SILKO 2.353 Teräslaakerin huoltokäsittely* ja *SILKO 2.354 Vanhan ja uuden sinkkipinnoitteen maalaus* täydentävät. Ohjeessa käsitellään teräsrakenteiden suojaamista ympäristörasituksia vastaan.

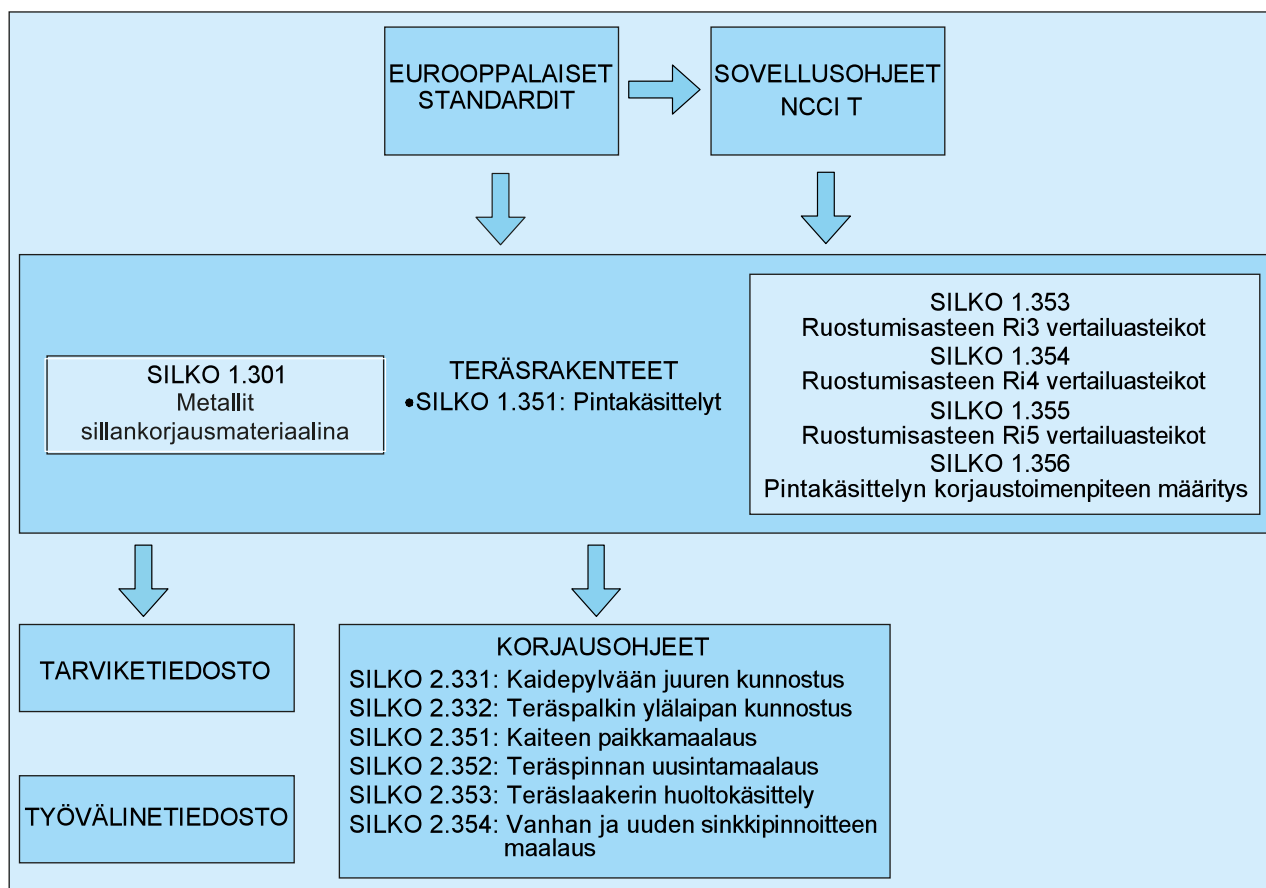
Ohje täydentää soveltamisohjetta *Standardin SFS-EN 1090-2 soveltamisohje – Teräsrakenteiden toteutus – NCCI T*.

Teräsrakenteiden merimerkkien pintakäsittelystä Väylävirasto on laatinut erillisen ohjeen *Merimerkkien pintakäsittelyohje – Metallirakenteet*. Ohjeessa on esitetty mm. teräsrakenteiden merimerkkien maalausjärjestelmät, joiden tunnuksia ovat MKL/T1...T8.

Teräksen suojaamista koskevaa tietoa on saatavissa myös muista alan julkaisuista:

- *Korroosiokäsikirja. Helsinki: Suomen korroosioyhdistys SKY 1988 (2004 2.p.). 930 s. ISBN951-97101-7-5.*
- *Rakennusalan korroosiotietoa. Vantaa: Suomen Korroosioyhdistyksen julkaisuja nro 9, 1995. 103 s. ISBN 951-96485-3-4.*

Ohjeen käyttäjän tulee ottaa huomioon viitteissä mahdollisesti tapahtuneet muutokset.



Kuva 1. Ohjeen liittyminen muihin ohjeisiin ja standardeihin

## 1.2 Teräsiltojen korroosiosuojauksen kehitys

Teräsrakenteita on aina pyritty suojaamaan eri tavoin ruostumista vastaan (kuva [2 Strömmankanavan vanha silta on suojattu maalaamalla vuodesta 1897 lähtien](#)). Keittoteräksestä valmistetut siltarakenteet suojattiin pellavaöljyvernissalla 1890-luvulta lähtien.



Kuva 2. Strömmankanavan vanha silta on suojattu maalaamalla vuodesta 1897 lähtien

1900-luvun alussa valantäteräksestä valmistetut siltarakenteet olivat kapealaippaisista terässauvoista niittaamalla koottuja ristikkosiltoja, joissa oli paljon kapeita rakoja ja koloja. Korroosionestomaalaukseen käytettiin pääasiassa luonnonöljyperustaisia lyijymönjöpohjamaaleja ja pintamaaleja. Maalaukseen saatettiin käyttää myös ns. "rautalakkaa", joka oli bitumipohjainen maali. Pintamaalit saatettiin pigmentoida alumiinipigmentillä paremman sään- ja vedenkestävyyden saavuttamiseksi. Raot ja kolot täytettiin mönjäkitillä tai lyijyvillalla, joilla estettiin veden pääsy rakoihin. Pinnanpuhdistus tehtiin kaapimella tai teräsharjalla. Tuolloin tehtyjä maalauksia säilyi aina 1960-luvulle asti.

Merkittävä ajankohta oli 6.4.1934, jolloin Rautatiehallituksen päätöksellä vahvistettiin ohje: "Ohjeita rauta(teräs-)siltujen y.m. rauta(teräs-)rakenteiden maalauksesta sekä maaliaineiden laatu- ja vastaanottomääräyksiä". Ohjeessa selostettiin maalattavan pinnan esikäsittely likimain nykyistä vastaavalla tavalla. Pohjamaalaus piti tehdä mahdollisimman pian puhdistuksen jälkeen kuten nykyisinkin. Maalattavan pinnan piti olla täysin kuiva ja lämpötilan vähintään +2 °C. Siltojen pohjamaalaus oli sallittu ainoastaan lyijymönjällä. Peitevärit olivat pellavaöljyvernissapohjaisia, ja niihin lisättiin väriaineeksi esimerkiksi lyijyvalkoista ja hiilimustaa. Värikkäitä pintoja saatiin lisäämällä maaliin okraa tai kromioksidia. Toinen pintasively tehtiin standöljyllä, joka valmistettiin siten, että puhdasta pellavaöljyä tai pellava- ja kiinanpuuöljyn seosta keitettiin korkeahkossa lämpötilassa niin kauan, että se tuli siirappimaiseksi. Ohennusaineena käytettiin tärpättiä. Sekoituksen sai tehdä ainoastaan pätevä ammattimies. Myös työsuojeluun kiinnitettiin huomiota.

1940-luvulla kehitettiin alkydimaaleja, joissa pohjamaalin pigmentointi perustui lyijymönjään. Tällöin tehtyjä siltamaalauksia säilyi aina 1970-luvun loppupuolelle asti.

Seuraavassa vaiheessa, 1960- ja 1970-luvuilla, tulivat kotelopalkkisillat ja isot levypalkkisillat betonikansineen. Tänä aikana siltarakenteita maalattiin alkydimaaleilla, joissa pohjamaalina käytettiin lyijymönjäalkydimaalaa. Ongelmana näissä siltarakenteissa on leveiden kotelo- ja laippapintojen jatkuva kondenssirasite sekä betonikannen halkeamista valuva alkalinen vesi. Alkydimaalaus ei kestä kumpakaan rasitusta. Vaurioita syntyi myös kuljetettaessa siltalohkoja siltapaikalle ja asennustyössä.

Hiekkapuhallus tuli pinnanpuhdistusmenetelmänä käyttöön siltatöissä vasta 1960-luvun alussa, vaikka se oli menetelmänä tunnettu jo 1930-luvulla. Lapinlahden silta oli vuonna 1962 ensimmäinen hiekkapuhallettu silta Suomessa.

1970- ja 1980-luvuilla käytettiin yleisesti alkydimaaliyhdistelmiä ja kloorikautsumaaleja. Kloorikautsumaalien kanssa pohjamaaleina käytettiin sinkkiepoksi- ja sinkkisilikaattimaaleja. Kloorikautsumaalien ja alkydimaalien ongelmana oli ns. liituuntuminen ja paksuina kerroksina halkeiluvauriot. Kloorikautsumaalilla oli lisäksi ongelmana myös pehmeys.

1980-luvulta lähtien terässillat on tehty mahdollisimman valmiiksi konepajalla. Tämä asetti uusia vaatimuksia korroosionestomaalaukselle. Siirryttiin nopeammin kuivuviin ja rasituksia paremmin kestäviin maaleihin ja maalausjärjestelmiin. Työturvallisuuteen ja ympäristönsuojeluun alettiin kiinnittää erityistä huomiota. Uudismaalauksessa on käytetty 1990-luvun alusta lähtien pääasiassa sinkkiepoksipohjamaaleja ja rautakiille- tai alumiinipigmentoituja epoksivälimaaleja sekä pintamaalauksessa polyuretaanimaaleja. Vanhojen terässiltojen uusintamaalauksissa käytetään nykyisin varsin yleisesti epoksi-polyuretaaniyhdistelmiä. Viimeisimpänä kehityssaskeleena on otettu ympäristöystävällisempien maalausjärjestelmien käyttö siltarakenteiden suojaamisessa. Maalausjärjestelmien liuotepäästöjä (VOC) voidaan vähentää käyttämällä niukkaluotteisia maalausjärjestelmiä. Vesiohenteisia maaleja on kokeiltu silloissa 2000-luvun alussa, mutta niiden käyttö ei ole toistaiseksi yleistynyt.

Sillan varusteissa, koteloiden sisäpinnoilla ja muualla ulospäin näkymättömillä pinnoilla on käytetty vähäisessä määrin epoksipiki- ja epoksitervamaaleja 1980-luvulta lähtien.

Korroosionestomaalien standardisoinnilla on pitkät perinteet. Kemian Keskusliiton ja Prosessiteollisuuden standardisointikeskuksen (PSK-standardit) viitoittama tie jatkui 1980-luvulla, kun käyttöön tulivat kohdan [10 Täydentävät ohjeet](#) alussa luetellut korroosionestomaalauksen SFS-standardit. Nämä SFS-standardit lakkautettiin, kun käyttöön otettiin uusi kansainvälinen SFS-EN ISO 12944-sarja vuonna 1998.

Vuonna 1992 silloinen Tiehallitus julkaisi ensimmäisen kerran Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset (SYL). Teräsrakenteiden laatuvaatimukset oli esitetty osassa SYL 4 – Teräsrakenteet. Vuoden 2009 alusta alkaen silloisen Liikenneviraston hankkeissa otettiin käyttöön InfraRYL 2006 Osa 3 Sillat ja rakennustekniset osat, joka korvasi Sillanrakentamisen laatuvaatimukset (SYL). Vuonna 2014 otettiin käyttöön teräsrakenteiden toteuttamisessa soveltamisohje *Standardin SFS-EN 1090-2 soveltamisohje – Teräsrakenteiden toteutus – NCCI T*, joka korvasi InfraRYL 2006:n teräsrakenteiden toteuttamisen osalta.

Teräsputkisiltoja alettiin käyttää 1930-luvulla, mutta niiden käyttö yleistyi maanteillä 1960-luvulla (kuva [3 Kuumasinkitty teräsputki](#)). Rautateillä teräsputkisiltoja alettiin käyttää 1960-luvulla. Teräsputkisillat on aina suojattu kuumasinkityksellä. Lisäsuojauksena on käytetty vesistösiltoissa aluksi bitumia ja myöhemmin tervaepoksia sekä alikulkukäytävissä epoksia ja polyuretaania.



Kuva 3. Kuumasinkitty teräsputki

Kuumasinkkipinnoitteiden vaurioituttua teräsputkia on suojattu muun muassa katodisella suojauksella 1980-luvun lopulta lähtien.

Teräskaiteiden yleisin korroosiosuojaus on 1960-luvulta lähtien ollut kuumasinkitys. Aikaisemmin suojaukseen käytettiin lähinnä alkydimaaliyhdistelmiä.

Metalliruiskutuksen kehittäjänä pidetään sveitsiläistä Max Schoopia, joka valmisti ensimmäiset ruiskutetut pinnoitteet noin vuonna 1910. Kainuun tiepiiri aloitti kaiteiden ruiskusinkityksen vuonna 1978 (kuva 4 [Ruiskusinkitty kaide](#)). Lisäsuojauksena on käytetty suolattavien teiden silloilla vinyylimaaia tai -lakkaa.



Kuva 4. Ruiskusinkitty kaide

Tilapäisiä ruosteenestoaineita on käytetty vaihtelevalla menestyksellä sillan kaiteita ja muita varusteita suojaattaessa 1980-luvulta lähtien. Rullalaakerien vierintäpintoja on suojattu uudisrakentamisessa rasvalla 1950-luvulta lähtien. Ruostuneita laakereita on suojattu kokonaan rasvalla 1970-luvun lopulta lähtien. Kokeiluja on tehty myös rasvalakalla 1990-luvulla. Nykyisin rasvalakkaa (ns. liukulakkaa) käytetään jonkin verran rasvojen ohella rullalaakereiden vierintäpinnoissa kosketuskohdilla.

Kumibitumilla on suojattu ortotrooppisia ym. teräskansia, jolloin suojaus toimii vedeneristyksen osana.

Muut silloissa käytetyt metallit, kuten ruostumaton teräs, alumiini, lyijy, kupari, messinki ja säänkestävä teräs ovat kestäneet ympäristörasituksia ilman suojausta. Niitä käytettäessä on kuitenkin otettava

huomioon galvaanisen korroosion vaara, joka syntyy, kun kaksi erilaista metallia on sähköisessä kontaktissa keskenään.

Ulkomailla on käytetty suurten siltojen kotelorakenteiden korroosionestossa kosteuden säätämistä tasolle, jolla korrosio ei ole mahdollista, eli suhteellinen kosteus pidetään alle 40 %:n. Suljetussa tilassa olevien pintojen kuivaus voidaan tehdä paitsi kuivatuslaitteilla myös käyttämällä kuivausainetta, silikageeliä.

### 1.3 Korroosion estäminen pintakäsittelyllä

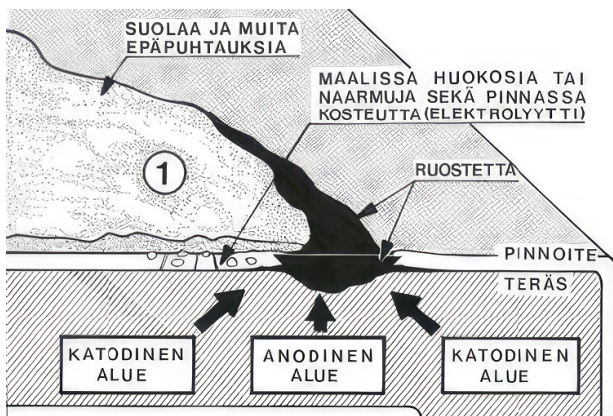
Metallin korrosio on sähkökemiallinen ilmiö, jonka kolme edellytystä ovat, että

1. kohteessa on riittävästi kosteutta
2. metallin pinnassa on epäjatkuvuuskohtia eli anodi- ja katodialueita
3. korrosioreaktiot voivat tapahtua samanaikaisesti katodi- ja anodialueilla.

Jos yksikin näistä pystytään estämään, korrosiota ei tapahdu. Kaksi viimeksi mainittua ovat ilman erikoistoimenpiteitä aina olemassa. Näin ollen korrosiota tapahtuu aina, jos teräksen pinnassa on vähänkään kosteutta. Korrosioilmiötä on käsitelty tarkemmin ohjeessa *SILKO 1.301 Metallit sillankorjausmateriaalina - Yleiset laatuvaatimukset*.

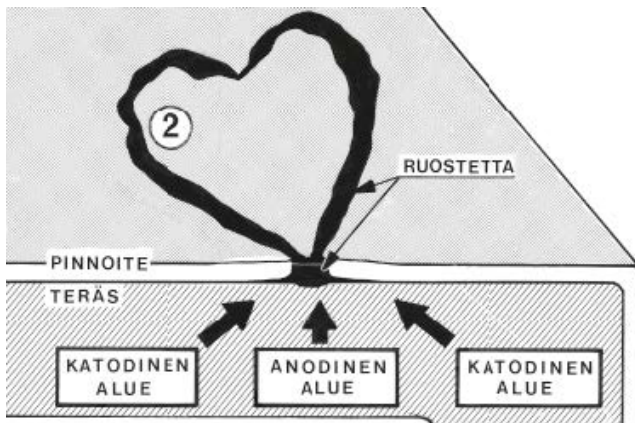
Korroosio voidaan estää seuraavanlaisilla rakenneratkaisuilla, pintakäsittelyllä ja kunnossapidon toimilla:

1. vaikuttamalla elektrolyyttiin eli pitämällä pinnat puhtaina hiekoitusjätteistä, lumisohjosta ja vedestä tai estämällä niiden pääsy pinnoille, minkä lisäksi suljetut tilat kuivatetaan tuulettamalla (kuva 5 [Epäpuhtauksien peittämä sisäpinnan osa aktivoituu ja muodostaa anodisen eli syöpyvän alueen](#))



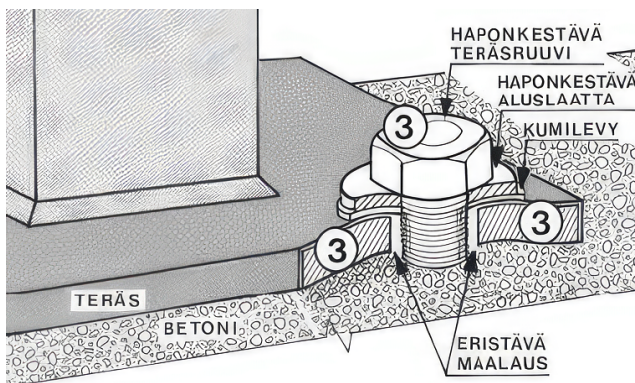
Kuva 5. Epäpuhtauksien peittämä sisäpinnan osa aktivoituu ja muodostaa anodisen eli syöpyvän alueen

2. pysäyttämällä sähkökemiallinen reaktio tai hidastamalla sitä pinnoittamalla teräspinnat oikein ja huolehtimalla siitä, että pinnoitteiden kunto säilyy riittävän hyvänä (kuva 6 [Vaurioitunut pinnoitteen osa muodostaa korjaamattomana anodisen eli syöpyvän alueen](#))



Kuva 6. Vaurioitunut pinnoitteen osa muodostaa korjaamattomana anodisen eli syöpyvän alueen

3. eristämällä eri metalleista tehtyjen rakenneosien liitospinnat (anodi ja katodi) toisistaan kumilla, muovilla tai maalilla (kuva 7 Kuumasinkityn rakenneosan kiinnitys maalattuun rakenteeseen)



Kuva 7. Kuumasinkityn rakenneosan kiinnitys maalattuun rakenteeseen

4. poistamalla tai tasoittamalla anodin ja katodin välinen potentiaaliero eli tekemällä materiaalivalinnat vaurioituneita rakenneosia uusittaessa oikein.

Teräsrakenteen muoto vaikuttaa korroosioneston onnistumiseen. Rakenneosat on suunniteltava siten, että kaikki pinnat voidaan suojata (SFS-EN ISO 12944-3). Erityistä huomiota tulee kiinnittää rakoihin ja kotelomaisiin osiin. Lisäksi tarpeen vaatiessa on hyvä ottaa huomioon suojattavien rakenneosien luoksepäästävyys hoitosillan tms. avulla. Teräsrakenteiden oleellinen muuttaminen ei ole mahdollista korjausvaiheessa. Aina on kuitenkin selvittettävä, mitä muutoksia rakenteen muotoiluun voidaan kohtuullisesti tehdä pintakäsittelyn toteuttamisolosuhteiden helpottamiseksi ja lopullisen pintakäsittelyn ympäristöolosuhteiden parantamiseksi. Tällaisia rakenteen muotoilussa huomioon otettavia seikkoja ovat veden ja epäpuhtauksien, kuten suolojen, kertymistä estävät toimet. Tämä tarkoittaa tuuletus- ja valumisreikien tekemistä, roiskesuojausta rakenteen muotoilemista ja kittauksia. Hitsit on työstettävä siten, että ne vastaavat terästyön laatuastetta 05 standardin SFS 8145 (2001) mukaan.

Korroosionestomaalauksella pyritään estämään korroosioparien syntyminen tai hidastamaan niiden toimintaa. Maalausjärjestelmän korroosionestovaikutus perustuu seuraaviin tekijöihin:

- Eristämiseen, jolloin maalikalvo hidastaa hapen, veden ja kemikaalien pääsyä metallipinnalle.
- Passivointiin, jolloin korroosioreaktiot estetään maalikalvon aktiivisten korroosionestopigmenttien avulla.

- Katodiseen suojaan, jolloin maalikalvon pohjamaalissa on niin paljon sinkkiä tms., että pigmenttihiukkaset ovat sähköä johtavassa kosketuksessa alustan kanssa ja keskenään, jolloin teräs tulee katodiseksi eikä syövy.

Katodireaktiota ei tapahdu, jos estetään hapen ja veden pääsy katodille. Maalikalvon tiiviys hidastaa veden ja hapen kulkua kalvon läpi. Maalikalvon tiiviyteen voidaan vaikuttaa maalikalvon kerrosten lukumäärällä ja levymäisillä pigmenteillä. Koko maalikalvon läpi menevien huokosten määrä on kolmen kerroksen maaliyhdistelmässä likimain sadasosa yhden kerroksen maalikalvoon verrattuna.

Katodireaktio voidaan estää myös käyttämällä sinkkiä sisältäviä korroosionestopigmenttejä. Sinkki-ionit saostuvat sinkkihydroksidiksi katodipinnoille ja estävät muodostuvan suojakerroksen avulla katodireaktion.

Vaihtoehtoisesti tai yhdistelmänä maalauksen kanssa siltarakenteiden korroosionesto voidaan tehdä joko kuuma- tai ruiskusinkityksenä tai alumiiniruiskutuksena. Pinnoitteen sinkki antaa teräkselle katodisen suojan.

## 1.4 Olosuhdetekijät

### 1.4.1 Rasitusluokat

Ympäristön rasitusluokat määräytyvät standardin SFS-EN ISO 12944-2 mukaan (C2–C5 ja Im1–Im3).

Uudis- ja uusintamaalauksessa rasitusluokaksi otetaan yleensä hieman ylimitoittaen C4–C5.

Huoltomaalauksen rasitusluokkaa ei ylimitoiteta.

Taulukko 1. Ympäristön rasitusluokat terässiltojen pintakäsittelyä valittaessa

| Rasitusluokka SFS-EN ISO 12944-2 | Korroosiovaikutus           | Esiintymisympäristö ja rasitukset                                                                      | Rakenneosa                                                                             |
|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| C3                               | Kohtalainen ilmastorasitus. | Kaupunki-, meri- tai teollisuusilmasto.<br>Maaseutuilmasto silloin, kun rakenteet ovat usein kosteina. | Sillan teräsrakenteet, ellei niihin kohdistu erikoisrasituksia; ei suolattavat väylät. |

*Taulukko jatkuu...*

| Rasitusluokka SFS-EN ISO 12944-2 | Korroosiovaikutus                                          | Esiintymisympäristö ja rasitukset                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Rakenneosa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C5-I tai C5-M                    | Ankara tai hyvin ankara teollisuus- ja meri-ilmastorasitus | <p>Siltojen rakenteisiin paikallisesti kohdistuvia erikoisrasituksia yhdessä ilmastorasitusten kanssa ovat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• suolasumurasitus</li> <li>• vesi- ja lumiroiskeet, joissa on suolaa, hiekkaa ja muita epäpuhtauksia</li> <li>• mekaaninenrasitus</li> <li>• lahonestoaineet.</li> </ul> | <p>Tyypillisiä erikoisrasituksen alaiseksi joutuvia sillan teräsosia ovat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• suolasumurasitetut pinnat <sup>1)</sup></li> <li>• kaidepylväiden juuret ja suolattavien teiden kaiteet</li> <li>• kosteutta ja epäpuhtauksia keräävät teräksen ja muun materiaalin rajapinnat</li> <li>• lähellä vedenpintaa (alle 2 m) olevat päällysrakenteet</li> <li>• teräsrakenteiden helposti likaantuvat vaakasuorat pinnat</li> <li>• kulkuaukot</li> <li>• riippuköydet ja -tangot</li> <li>• pylonien ulkopinnat neljän metrin korkeudelle ajoradasta ja sisäpinnat, jos tuuletus ei toimi</li> <li>• läppäsillan ankkurikammion teräsosat.</li> </ul> |
| Im1–Im3                          | Upotusrasitus                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• upotus veteen tai maahan</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• vedenpinnan vaikutusalue (roiske- ja jäätymisvyöhyke)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

Mikäli silta kuuluu muuhun rasitusluokkaan, pintakäsittelyjärjestelmä valitaan ylemmän luokan mukaan.

<sup>1)</sup> Suolasumun oletetaan vaikuttavan kuuden metrin etäisyydelle sillan alittavan suolattavan tien reunasta. Meren suolasumurasitus vaikuttaa kaikkiin ulkoilman kanssa kosketuksissa oleviin pintoihin.

## 1.4.2 Muut olosuhdetekijät

Pintakäsittelytöiden aikana vallitsevilla ilmastollisilla olosuhteilla on suuri merkitys työn onnistumiseen. Olosuhdetekijöitä onkin tarkkailtava ja mitattava töiden aikana säännöllisesti.

Suomen sääolosuhteet ovat maalaustöille usein epäsuotuisat, joten siltojen pintakäsittelytöissä on aina harkittava sääsuojan ja tarvittaessa lämminilmapuhalluksen käyttöä. Näin vähennetään olennaisesti työn aikaisia riskitekijöitä. Pitkällä aikavälillä on mahdollista saada myös kustannussäästöjä, kun työ voidaan tehdä keskeytyksittä ja sääsuojan hankintakustannukset jakaantuvat useille hankkeille.

Ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus vaikuttavat eri tavalla eri maalityyppien kuivumis- ja kalvonmuodostumismomenteihin. Tuoteselosteissa ilmoitetaan kuivumisaikat yleensä +23 °C:ssa. Lisäksi ilmoitetaan minimilämpötila, jossa maali kuivuu, sekä suositeltavat suhteellisen kosteuden maksimi- ja minimiarvot.

Pinnoitettavan pinnan on oltava kuiva. Yleisin syy maalin irtoamiseen alustastaan on kostealle tai likaiselle pinnalle maalaaminen. Maalattavan pinnan ja maalin lämpötilan pitää olla maalin valmistajan suosituksen mukainen. Kastepisteen lämpötila on aina määritettävä ja verrattava työskentelylämpötilaan sekä maalattavan pinnan lämpötilaan.

Kaikki edellä mainitut tekijät vaikuttavat oleellisesti ulkonäköön, kalvonmuodostukseen ja tartuntaan. Maalausolosuhteiden vaikutusta maalaustulokseen on käsitelty tarkemmin Metalliteollisuuden Keskusliiton julkaisussa *Maalausolosuhteiden vaikutus maalaustulokseen. Metalliteollisuuden kustannus Oy, 1989. 36 s. ISBN 951-817-429-6.*

## 1.5 Pinnoitteiden vauriot

### 1.5.1 Maalipinnoitteiden vauriot

Ruostuminen on siltarakenteiden yleisin vaurio (kuva 8 [Ristikorakenteen niittiliitos, jossa korroosiovauriota ovat aiheuttaneet niin puutteellinen puhdistus kuin korroosioherkät detaljit \(raot, vaakapinnat\)](#)). Syynä on useimmiten puutteellinen esikäsittely ja muut työvirheet. Muita ruostumisen syitä ovat muun muassa

- virheellinen rakenne, johon kerääntyy likaa ja kosteutta tai jota on vaikea pintakäsitellä
- puhdistuksen laiminlyönti huollon yhteydessä
- betonin emäksisyys, joka tuhoaa alkydimaalin
- jatkuva kondenssi, jota kaikki maalausjärjestelmät eivät kestä
- mekaaniset vauriot.



Kuva 8. Ristikkorakenteen niittiliitos, jossa korroosioauriota ovat aiheuttaneet niin puutteellinen puhdistus kuin korroosioherkät detaljit (raot, vaakapinnat)

Maalatun pinnan vaurioasteet on esitetty kohdassa [4.2.1 Vaurioasteet](#).

Maalipinnan halkeilu, hilseily tai kupliminen (kuva [9 Pintamaalikerros on hilseillyt irti laajoilta alueilta](#)) ovat harvinaisempia. Halkeilu aiheutuu yleensä liian paksuista maalikerroksista. Hilseilyn ja kuplimisen syy on useimmiten työvirhe: maalaus on tehty kostealle tai epäpuhtaalle alustalle.



Kuva 9. Pintamaalikerros on hilseillyt irti laajoilta alueilta

Mekaanisia vaurioita aiheuttavat autojen pyöristä sinkoilevat kivet ja taitamattomat kunnossapitokaluston käyttäjät.

Auringonsäteilyn aiheuttama maalipinnan liituuntuminen on lähinnä esteettinen haitta, samoin maalipintojen töhriminen. Polyuretaanimaalit kestävät säärasituksia parhaiten.

### 1.5.2 Metallisten pinnoitteiden vauriot

Ruostuminen on sinkkipinnoitteistenkin teräsrakenteiden yleisin vaurio, joskin sitä esiintyy yleensä vain mekaanisten vaurioiden yhteydessä (kuva [10 Ruostunut naarmu kaiteen yläjohteessa](#)). Vauriokohdassa sinkki uhrautuu aluksi epäjalompana ja hidastaa ruostumisen etenemistä. Ruostuminen ei myöskään jatku sinkkipinnoitteen alle, kuten maalipinnoitteessa saattaa käydä.



Kuva 10. Ruostunut naarmu kaiteen yläjohteessa

Kuumasinkittyjen teräsputkien vauriot ovat vedenpinnan vaikutusalueella yleisiä (kuva [11 Vedenpinnan vaikutusalueelta ruostunut teräsputki](#)). Usein syy on veden virtausnopeus. Jos virtausnopeus on yli 0,5 m/s, estyy suojakerroksen syntyminen sinkin pinnalle, jolloin korroosio etenee nopeasti. Korroosion tutkimiseksi on syytä raaputtaa teräksen pintaa, jotta varmistutaan, ettei kyseessä ole pelkkä humuskerrostuma.



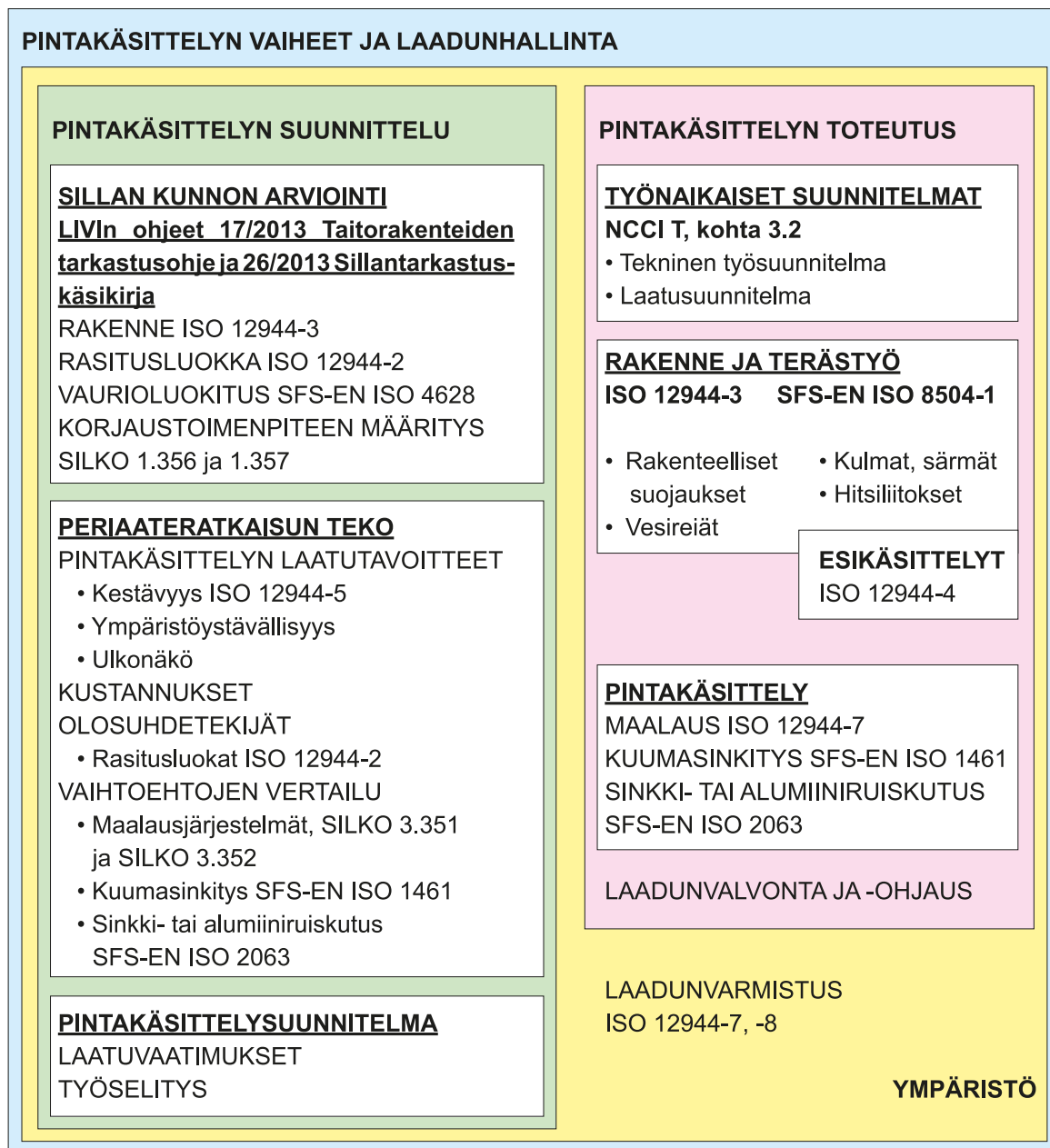
Kuva 11. Vedenpinnan vaikutusalueelta ruostunut teräsputki

Eräät kuumasinkityt, piillä tiivistetyt teräslaadut saattavat saada ruostetta muistuttavan punaruskean värin. Se johtuu rautapitoisen sinkkikerroksen värjäytymisestä.

Siltaan kiinnitetyissä varusteissa ja laitteissa on usein käytetty sähkösinkittyjä kiinnikkeitä, jotka ruostuvat nopeasti ilmastorasituksessa. Niiden käyttö siltarakenteissa on kielletty. Myös spraymaaleina myytävät niin kutsutut kylmäsinkkipinnoitteet antavat kertaruiskutuksena liian ohuen, vain 10–15 µm:n kalvon.

## 1.6 Pintakäsittelytyön vaiheet

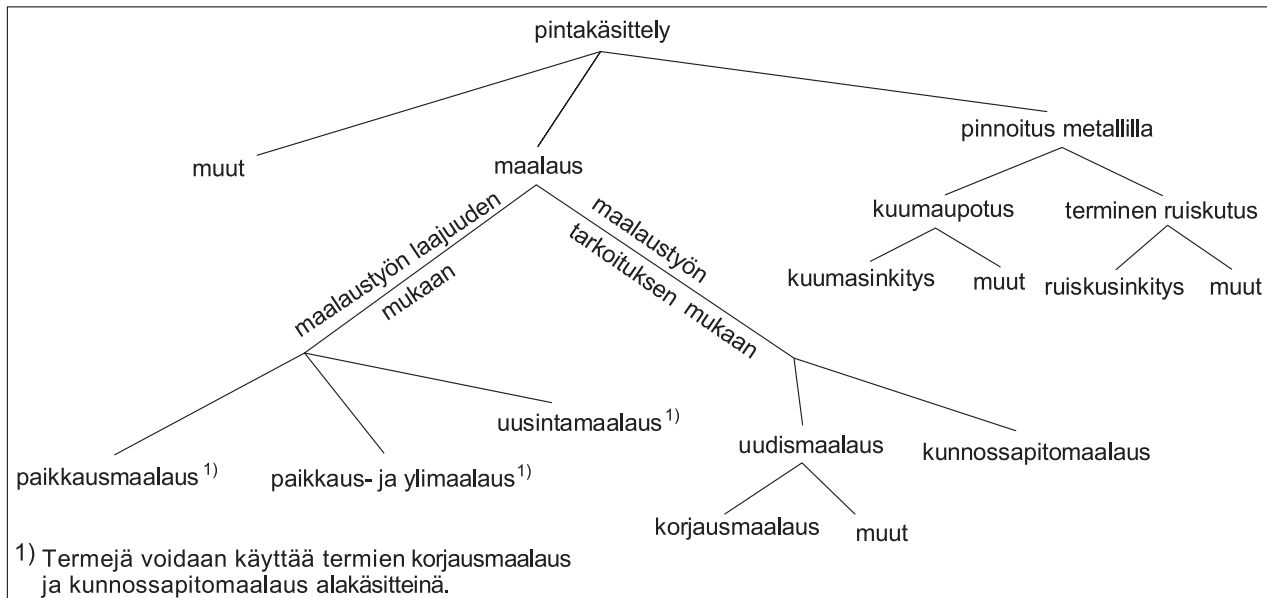
Teräsrakenteen pintakäsittelytyö etenee kuvan [12 Siltojen korjaukseen liittyvän pintakäsittelyn vaiheet ja eri vaiheisiin liittyvät ohjeet ja standardit](#) esittämässä vaiheissa. Ympäristö tulee ottaa huomioon koko prosessin ajan.



Kuva 12. Siltojen korjaukseen liittyvän pintakäsittelyn vaiheet ja eri vaiheisiin liittyvät ohjeet ja standardit

## 1.7 Pintakäsittelyn käsitteet

Tämän ohjeen käsitejärjestelmät on esitetty kuvissa [13 Pintakäsittelyn käsitejärjestelmä](#), [15 Maalausjärjestelmän käsitteet](#), [16 Esikäsittelyjen käsitteet](#) ja [17 Maalityyppien jaotteluperusteita](#) sekä määritelmät tämän kappaleen tekstissä. Esikäsittelyyn liittyvät termit on esitetty tarkemmin yleisohjeessa *SILKO 1.203 Purkamis- ja esikäsittelymenetelmät* ja polymeeritermit yleisohjeessa *SILKO 1.202 Polymeerit sillankorjausmateriaalina*.

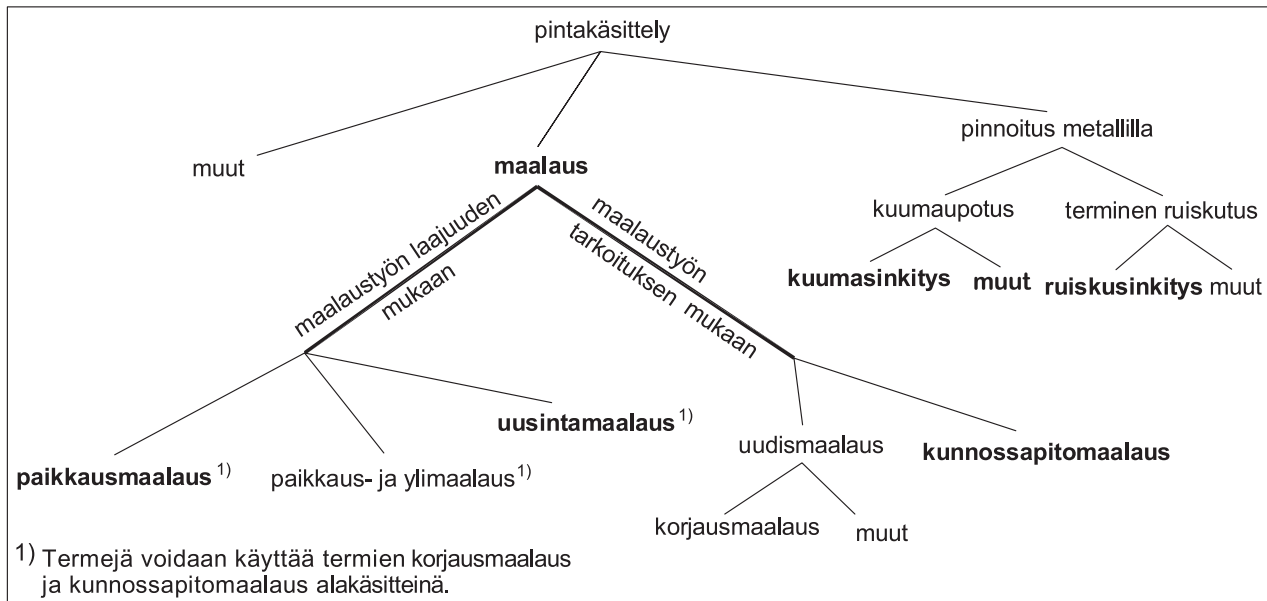


Kuva 13. Pintakäsittelyn käsitejärjestelmä

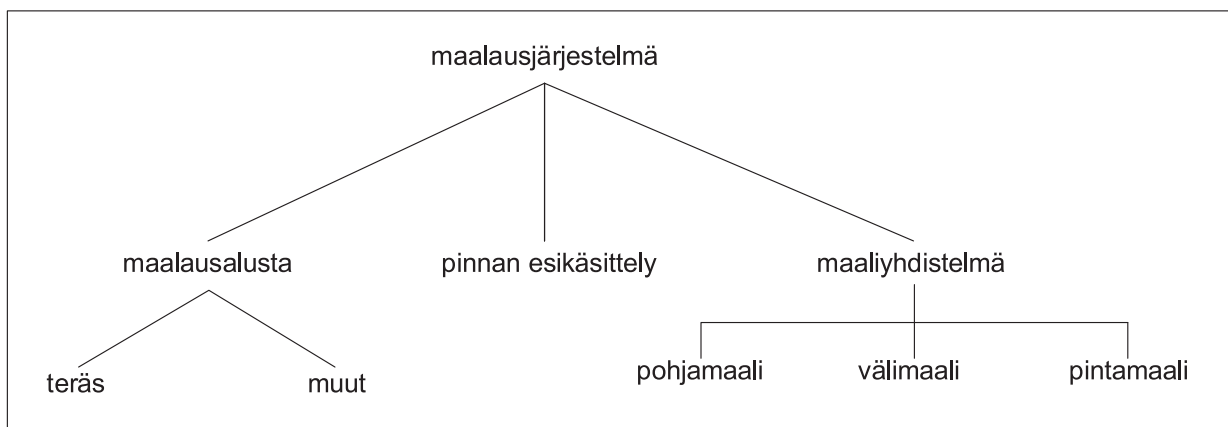
Käsitejärjestelmäkaaviot kuvaavat erilaisin diagrammein käsitteiden välisiä suhteita.

1. Puudiagrammeina esitettävissä hierarkkisissa käsitejärjestelmissä edetään laajemmasta yläkäsitteestä suppeampaan alakäsitteeseen; esim. kuvassa 15 Maalausjärjestelmän käsitteet maalausjärjestelmä on jaettu maalausalaan, pinnan esikäsittelyyn ja maaliyhdistelmään.
2. Koostumussuhteita, jotka kuvaavat kokonaisuuksia ja niiden osia, havainnollistetaan kampadiagrammien avulla. Esimerkiksi kuvan 17 Maalityyppien jaotteluperusteita maalin koostumus: sideaine, pigmentti, ohenne ja apuaine voitaisiin esittää kampadiagrammin avulla.

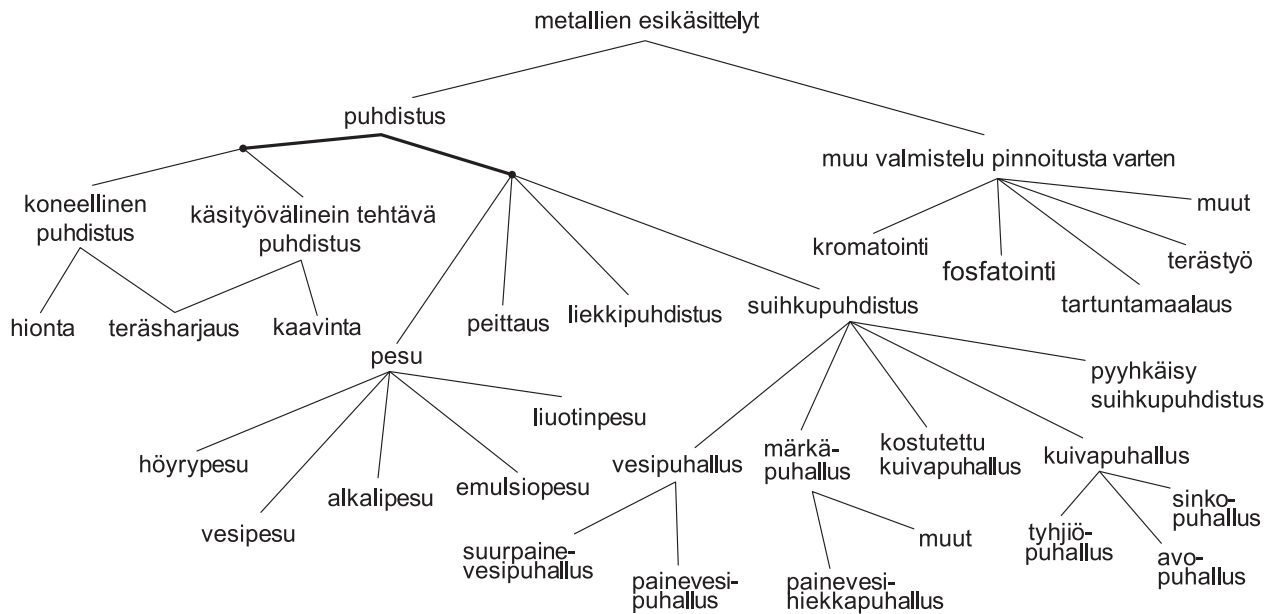
Lihavoidut viivat kuvaavat käsitejärjestelmän moniulotteisuutta. Moniulotteisuudella tarkoitetaan sitä, että yläkäsite on jaettu erilaisiin alakäsitevalikoimiin eri jaotteluperusteita käyttäen (esimerkiksi maalaus-käsite on jaettu ryhmiin toisaalta maalaustyön laajuuden ja toisaalta maalaustyön tarkoituksen mukaan). Yhden valikoiman mukaiset alakäsitteet ovat toisensa poissulkevia, kun taas useasta eri valikoimasta poimittuja alakäsitteitä voidaan yhdistää uusiksi käsitteiksi (esimerkiksi korjausmaalauksena toteutettava uusintamaalaus).



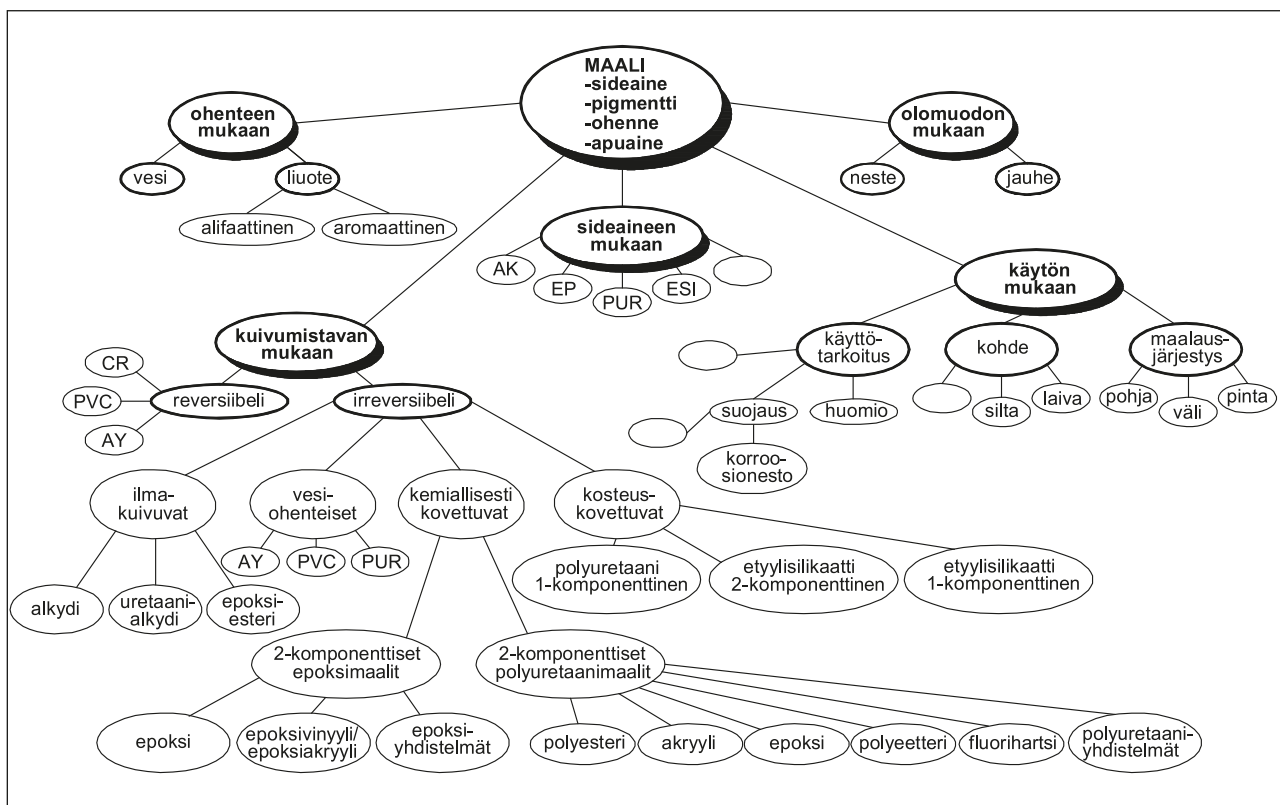
Kuva 14. Pintakäsittelyn käsitteet



Kuva 15. Maalauksjärjestelmän käsitteet



Kuva 16. Esikäsittelyjen käsitteet



Kuva 17. Maalityyppien jaotteluperusteita

Termit, määritelmät ja selitteet on esitetty ns. termitietueina. Suositeltavat termit on esitetty lihavoituina. Mieluummin kuin -merkinnällä on merkitty toissijaiset, mutta ei kuitenkaan täysin hylättävät termit. Määritelmässä on alleiviivattu termit, jotka viittaavat sanastossa muualla määriteltyihin käsitteisiin. Määritelmän jälkeinen kapeammalla rivinleveydellä kirjoitettu osa on selite, joka antaa lisätietoja termin käytöstä tai sisällöstä.

Koska pintakäsittelyyn liittyviä termejä on määritelty useissa eri lähteissä eri tavoin, tässä ohjeessa on jouduttu menettelemään siten, että on valittu siltojen pintakäsittelyyn lähinnä sopiva määritelmä ja lähde on mainittu termin perässä kauttaviivojen välissä. Termit perustuvat ohjeessa mainittuihin viitestandardeihin, maalien ja lakkojen terminologiastandardeihin ja korroosiosanastoihin. Muut termit ovat nk. SILKO-termejä. Termit *sideaine*, *apuaaine*, *kovete*, *ohenne* ja *liuotemääritellään* sanastossa vain maaleihin liittyvinä käsitteinä.

Termit on esitetty aakkosjärjestyksessä.

|                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>adheesiomurtuma</b>                                                                         | kahden materiaalin pintojen välinen murtuma<br><br>Adheesiomurtuma voi olla esimerkiksi alustan ja ensimmäisen maalikalvon välinen tai kahden maalikerroksen välinen murtuma.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>alkalipesu</b>                                                                              | pesu, jossa pinnat pestään emäksisellä pesuaineliuoksella                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>dispersiomaali</b>                                                                          | kahden toisiinsa liukenemattoman aineen seos, jossa toinen aine, disperssi faasi, on pieniksi osasiksi jakautuneena toisessa, dispersioväliaineessa<br><br>Hiukkaset voivat olla kiinteitä osasia, nestepisaroita tai kaasukuplia. Tavallisimmat dispersiot ovat suspensio (kiinteitä hiukkasia nesteessä), emulsio (nestepisaroita nesteessä), vaahto (kaasukuplia nesteessä) sekä aerosoli (nestepisaroita tai kiinteitä osasia kaasussa). Dispersiomaalit ovat tavallisesti emulsiomaaleja, joissa orgaaninen sideaine on dispergoituneena veteen; vrt. <u>maalin sideaine</u> . |
| <b>edustava pinta /SFS-EN ISO 2808/</b>                                                        | se osa kappaletta, joka on pinnoitettu tai tullaan pinnoittamaan ja jolle pinnoite on oleellinen huollettavuuden tai ulkonäön tai molempien kannalta<br><br>Sillankorjaustyössä edustava pinta on sillan teräsrakenteen maalattu pinta kokonaisuudessaan.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>erittäin korkeapaineen vesisuihkupuhdistus /SFS-EN ISO 12944-4/; suurpaine-vesipuhallus</b> | vesisuihkupuhdistus, jonka paine on 170 MPa tai suurempi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>haihtuva orgaaninen yhdiste/ EU-direktiivi 1999/13/EY/</b>                                  | orgaaninen yhdiste, jonka höyrynpaine 293,15 K:ssa (23 °C) on vähintään 0,01 kPa tai jolla on vastaava haihtuvuus tietyissä käyttölämpötiloissa<br><br>Haihtuvasta orgaanisesta yhdisteestä käytetään lyhennettä VOC, joka tulee englannin kielen sanoista volatile organic compound.                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>ilmakuivuva maali /SFS-EN ISO 12944-5/; mieluummin</b>                                      | maali, joka kovettuu orgaanisten liuotteiden tai veden haihtuessa ja <u>maalinsi-deaineen</u> reagoidessa tämän jälkeen ilman hapen kanssa; vrt. <u>maalin liuote</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

**kuin: hapettuen kuivu-  
va maali**

|                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ilman suhteellinen<br/>kosteus</b>                                                         | ilmassa olevan vesihöyryn osuus prosentteina verrattuna suurimpaan mahdolliseen ilmassa siinä lämpötilassa olevaan vesihöyryn määrään eli kyllästyskosteuteen                                                                                                                                                                                         |
| <b>ilmastorasitusluoki-<br/>tus /SFS-EN ISO<br/>12944-2/</b>                                  | luokitus, jossa ympäristöolosuhteet ryhmitellään niiden teräs- ja sinkkipinnoille aiheuttaman korroosiorasituksen perusteella                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>kaavinta</b>                                                                               | käsityövälinein tehtävä puhdistus, jossa ruoste tai vanha maali poistetaan metalliterällä                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>kastepiste /SFS-EN<br/>ISO 12944-4, SFS-EN<br/>ISO 8504-2/</b>                             | lämpötila, jossa ilmassa oleva kosteus tiivistyy kiinteälle pinnalle                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>katalyytti</b>                                                                             | <p>aine, joka osallistumalla kemiallisen reaktion nopeuttaa sitä ilman että systeemissä tapahtuu kokonaisuutosta aineen määrässä</p> <p>katalyytti pysyy itse reaktion jälkeen muuttumattomana</p>                                                                                                                                                    |
| <b>irreversiibeli maali /<br/>SFS-EN ISO 12944-5/</b>                                         | <p>maali, kovettuu aluksi liuotteiden haihtuessa, jos niitä on, ja sen jälkeen tapahtuvan perusosan ja koveteosan välisessä kemiallisessa reaktiossa tai kalvonmuodostumisessa (jotkin vesiohenteiset maalit)</p> <p>Irreversiibeli maali (palautumaton maali) ei kovetuttuaan merkittävästi liukene uudestaan liuotteisiin eikä pehmene lämmössä</p> |
| <b>kimmoisuus; elasti-<br/>suus</b>                                                           | kappaleen kyky palautua alkuperäiseen muotoonsa ja kokoonsa muutoksen aiheuttaneiden voimien lakattua vaikuttamasta                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>kitti</b>                                                                                  | reikien, kolojen tai saumojen täyttämiseen käytettävä massa, jonka sideaine on epoksi, alkydi, silikonit, öljy tms.                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>koheesiomurtuma</b>                                                                        | materiaalin sisäinen murtuma                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>korkeapainevesisuih-<br/>kupuhdistus /SFS-EN<br/>ISO 12944-4/; paine-<br/>vesipuhallus</b> | vesisuihkupuhdistus, jonka paine on 70—170 MPa                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>korroosio /SFS-EN ISO<br/>8044/</b>                                                        | metallin fysikaalis-kemiallinen reaktio ympäristönsä kanssa, joka aiheuttaa muutoksia metallin ominaisuuksiin                                                                                                                                                                                                                                         |

Korroosio johtaa usein metallin, sen ympäristön tai teknisen järjestelmän vaurioihin. Korroosioreaktio on luonteeltaan tavallisesti sähkökemiallinen.

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>korroosiojärjestelmä /SFS-EN ISO 8044/</b>  | järjestelmä, joka koostuu yhdestä tai useammasta metallista ja kaikista ympäristön osista, jotka vaikuttavat <u>korroosioon</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>korroosionesto /SFS-EN ISO 8044/</b>        | <p><u>korroosiojärjestelmän</u> muuttaminen niin, että <u>korroosiovauriot</u> vähenevät</p> <p>Korroosionestolla pyritään suojaamaan rakenne <u>korroosiolta</u> joko metallin seostuksen, ympäristöön vaikuttamisen, rakenneratkaisujen tai pinnoittamisen avulla; vrt. korroosiosuojaus.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>korroosionkestävyys</b>                     | metallin tai sitä suojaavan pinnoitteen kyky estää <u>korroosiota</u> tietyssä <u>korroosiojärjestelmässä</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>korroosionopeus /SFS-EN ISO 8044/</b>       | <p><u>korroosion</u> etenemisnopeus aikayksikössä</p> <p>Käytettävä mitta korroosionopeudelle riippuu teknisestä järjestelmästä ja <u>korroosiovaikutuksen</u> tyypistä. Täten korroosionopeus voidaan ilmoittaa syöpymäsyvyyden kasvuna aikayksikössä tai <u>korroosiotuotteiksi</u> muuttuneen metallin massana pinta- alayksikköä kohti aikayksikössä jne.</p> <p>Korroosiovaikutus voi vaihdella eri aikoina eikä sen tarvitse olla sama syöpävän pinnan kaikissa osissa. Täten korroosionopeutta ilmoitettaessa tulee mainita myös korroosiovaikutuksen tyyppi, riippuvuus ajasta ja sijainti.</p> |
| <b>korroosiosuojaus; ei: korroosionsuojaus</b> | <p><u>korroosionestoon</u> kuuluva toiminta, jossa korroosiosuoja aikaansaadaan rakenteen pintaa käsittelemällä</p> <p>Korroosiosuoja saadaan aikaan esimerkiksi pinnoittamalla suojattava kohde tai muuttamalla sen elektrodipotentiaalia.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>korroosiotuote /SFS-EN ISO 8044/</b>        | <p><u>korroosion</u> seurauksena muodostunut reaktiotuote</p> <p>Korroosiotuotteita ovat esimerkiksi <u>ruoste</u> ja <u>valkoruoste</u>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>korroosiovaikutus /SFS-EN ISO 8044/</b>     | <u>korroosiojärjestelmän</u> jonkin osan muutos, joka on aiheutunut <u>korroosioista</u> ja joka heikentää merkittävästi järjestelmän toimintaa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>korroosiovaurio /SFS-EN ISO 8044/</b>       | <p><u>korroosiovaikutus</u>, joka on aiheutunut metallin syöpymisestä korroosioreaktiossa ja voi johtaa teknisen järjestelmän toimintakyvyn täydelliseen lakkaamiseen</p> <p>Tekniseen järjestelmään voi kuulua esimerkiksi sillan laakerointi tai avatavan sillan koneisto.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>kosteuskovettuva maali</b>                | maali, joka kuivuu liuotteiden haihtuessa ja kovettuu kemiallisesti sideaineen reagoiessa ilman kosteuden kanssa; vrt. <u>maalin sideaine</u> , <u>maalin kovete</u>                                                                                                                                                        |
| <b>kuivakalvo</b>                            | kovettunut maalikalvo                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>kunnossapitomaalaus</b>                   | <p>aikaisemmin sinkityn tai maalatun käytössä olleen pinnan <u>paikkaus</u>- tai <u>uusinta-maalaus</u></p> <p>Kunnossapitomaalauksella varmistetaan, että uudismaalauksen korroosionesto ominaisuudet saavutetaan. Kunnossapitomaalauksessa käytettävä maaliyhdistelmä on pääsääntöisesti sama kuin uudismaalauksessa.</p> |
| <b>kuumasinkitys</b>                         | kappaleen pinnoittaminen kastamalla se sulaan sinkkiin                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>kyllästyskosteus</b>                      | <p>suurin mahdollinen ilmassa oleva vesimäärä kussakin lämpötilassa; vrt. <u>ilman-suhteellinen kosteus</u></p> <p>Mitä suurempi lämpötila on, sitä suurempi on kyllästyskosteus.</p>                                                                                                                                       |
| <b>laadunhallinta</b>                        | laatupolitiikan ja -tavoitteiden sekä laatuun liittyvien vastuiden määrittäminen ja niiden toteuttaminen <u>laadunsuunnittelun</u> , <u>laadunohjauksen</u> , <u>laadunvarmistuksen</u> ja laadun parantamisen avulla                                                                                                       |
| <b>laadunohjaus</b>                          | niiden tekniikoiden ja toimintojen joukko, joita käytetään <u>laatuvaatimusten</u> täyttämiseksi                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>laadunsuunnittelu</b>                     | toimintasarja, jossa asetetaan laatutavoitteet ja <u>laatuvaatimukset</u> sekä <u>laatu-järjestelmän</u> eri osien soveltamista koskevat tavoitteet ja vaatimukset                                                                                                                                                          |
| <b>laaduntarkastus; ei: laaduntarkkailu;</b> | <p>laadunvalvonta toiminta, jolla selvitetään ja todetaan, täyttääkö tarkoite sille asetetut <u>laatuvaatimukset</u></p> <p>Tarkoite voi olla esimerkiksi tuote tai prosessi. Pintakäsittelyssä laaduntarkastus voi kohdistua korroosionestomaaliin tai korroosionestomaalaukseen.</p>                                      |
| <b>laadunvarmistus</b>                       | niiden suunniteltujen ja järjestelmällisten <u>laatu-järjestelmän</u> toimintojen joukko, joilla saavutetaan riittävä luottamus siihen, että <u>laatuvaatimukset</u> täyttyvät                                                                                                                                              |
| <b>laatu-järjestelmä</b>                     | <p><u>laadunhallinnassa</u> tarvittavien organisaatorakenteiden, menettelyjen, prosessien ja resurssien muodostama järjestelmä</p> <p>Väylävirasto edellyttää, että pintakäsittelyitä tekevillä urakoitsijoilla on toimiva ja dokumentoitu laatu-järjestelmä.</p>                                                           |

|                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>laaturaportti; ei: kelpoisuusraportti tai kelpoisuuskirja</b>     | <p>todistusaineisto siitä, missä määrin suunnitelmassa asetetut <u>laatuvaatimukset</u> ovat täyttyneet</p>                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>laatuvaatimukset</b>                                              | <p>laadun määrittämisen perusteeksi valituille ominaisuuksille asetetut määrälliset tai laadulliset vaatimukset, jotka ovat toteutettavissa ja tarkastettavissa</p>                                                                                                                                                                   |
| <b>lakka</b>                                                         | <p>pintakäsittelyaine, joka muodostaa kovettuessaan alustaan tarttuvan läpinäkyvän, kiiltävän tai himmeän kalvon</p> <p>Lakka koostuu sideaineista, liuotteista ja lisäaineista. Sillä on suojaavia, ulkonäköä parantavia tai teknisiä erityisominaisuuksia.</p>                                                                      |
| <b>leimahduslämpötila; mieluummin kuin: leimahduspiste</b>           | <p>alin lämpötila, jossa nesteestä erottuu normaalipaineessa niin paljon kaasua, että se muodostaa pinnan lähellä ilman kanssa seoksen, joka leimahtaa sytyttimen (esimerkiksi kipinän) vaikutuksesta</p> <p>Leimahduslämpötila kuvaa nesteen syttymisherkkyyttä. Se määritetään standardimenetelmin.</p>                             |
| <b>liekkipuhdistus</b>                                               | <p>puhdistus, jossa pinta puhdistetaan happiasetyleenikaasuliekillä</p>                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>liituuntuminen</b>                                                | <p>hienojakoisen, irtonaisen jauheen muodostuminen maalipintaan maalin yhden tai useamman komponentin hajotessa ulkoisten tekijöiden vaikutuksesta</p>                                                                                                                                                                                |
| <b>maalaamattoman teräspinnan ruostumisaste / SFS-EN ISO 8501-1/</b> | <p>maalaamattoman teräspinnan tila ennen <u>valssihilseen</u> tai <u>ruosteen</u> poistoa</p> <p>Maalaamattoman teräspinnan ruostumisaste ilmaistaan värikuva-asteikon avulla määritettävällä kirjaintunnuksella (A, B, C tai D)</p> <p>Ruostumisasteet on kuvattu ohjeen kohdassa <a href="#">4.2.1 Vaurioasteet</a>.</p>            |
| <b>maalatun teräspinnan ruostumisaste /SFS-EN ISO 4628-3/</b>        | <p>luokitus, joka kuvaa ruosteenmuodostumisen astetta (pinnoitteen läpi tunkeutunutta ruostetta ja näkyvää alusruostetta)</p> <p>Luokitus perustuu ruostuneen teräspinnan osuuteen maalatusta pinnasta. Maalatun teräspinnan ruostumisaste ilmaistaan standardissa ruostumisasteilla Ri0 - Ri5 ja niitä selventävillä valokuvilla</p> |
| <b>maalaus</b>                                                       | <p>maalin levittäminen esimerkiksi siveltimellä, telalla, ruiskulla tai kastamalla</p>                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>maalausjärjestelmä</b>                                            | <p>alustan, esikäsittelyjen ja alustan suojaukseen käytettyjen maalien muodostama kokonaisuus; vrt. <u>maaliyhdistelmä</u></p>                                                                                                                                                                                                        |

|                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>maali</b>                                                                  | <p>Pigmentoitu nestemäinen, pastamainen tai jauhemainen pinnoiteaine, joka alustalle levitettynä muodostaa peittävän (läpinäkymättömän) kalvon, jolla on suojaavia ulkonäköön vaikuttavia tai muita erikoisominaisuuksia.</p> <p>Maali koostuu pääsääntöisesti sideaineista, pigmenteistä, liuotteista ja apuaineista.</p>                               |
| <b>maalin kovete; mie-luummin kuin: maalin kovetin; ei: maalin kovettaja</b>  | <p>kaksikomponenttimaalin ainesosa, joka reagoidessaan kemiallisesti perusosan kanssa saa aikaan maalin kovettumisen</p>                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>maalin käyttöaika; /SFS-EN ISO 12944-5/; mieluummin kuin: pot life</b>     | <p>maksimiaika, jonka kuluessa kahtena erillisenä komponenttina toimitettu pinnoite olisi käytettävä sen jälkeen, kun komponentit on sekoitettu keskenään</p>                                                                                                                                                                                            |
| <b>maalin apuaine; mie-luummin kuin maalin lisäaine</b>                       | <p>maalinainesosa, joka pieninä pitoisuuksina maaliin lisättäessä parantaa maalin ominaisuuksia valmistuksen tai <u>maalauksen</u> aikana tai valmiissa maalikalvossa</p>                                                                                                                                                                                |
| <b>maalin liuote; mie-luummin kuin: maalin liuotin tai maalin liuotinaine</b> | <p>neste, joka pystyy liuottamaan <u>maalin sideainetta</u></p> <p>Maalin liuote on yleensä haihtuva orgaaninen aine (esim. lakkabensiini, ksyleeni, tolueeni). <u>Maalin sideaine</u> on täysin liukoinen maalin liuotteeseen.</p>                                                                                                                      |
| <b>maalin ohenne; mie-luummin kuin: maalin ohennin</b>                        | <p>haihtuva yksittäinen tai useamman nesteen sekoitus, jota lisätään pinnoiteaineeseen vaikuttamaan sen ominaisuuksiin, pääasiassa viskositeettiin</p> <p>Tavallisimpia maalin ohenteita ovat, teollisuusbensiini (aikaisemmin lakkabensiini, liuotebensiini), aromaattiset hiilivedyt, alkoholit, ketonit, esterit, eetterit ja glykolit sekä vesi.</p> |
| <b>maalin sideaine /SFS-EN ISO 4618/</b>                                      | <p>maalikalvon haihtumaton, kalvon muodostava osa</p> <p>Korroosionestomaalien sideaineita ovat esimerkiksi alkydit, epoksit ja polyuretaanit.</p>                                                                                                                                                                                                       |
| <b>maaliyhdistelmä</b>                                                        | <p>yhdestä tai useammasta määritellystä maalikerroksesta koostuva määrätyn paksuinen maalikalvo</p>                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>mastic-tyyppinen maali</b>                                                 | <p>hitaasti kuivuva paksukalvomaali</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Teräsiltojen maalauksessa käytettävät mastic-tyyppiset maalit ovat hitaasti kuivuvia paksukalvomaaleja, jotka hyvän kostutuskäytönsä takia soveltuvat pinnoille, joilla riittävä esikäsitteilyaste on vaikea saavuttaa kuten esimerkiksi teräsharjatuille pinnoille korjaus- ja kunnossapitomaalauksessa. Niitä voidaan käyttää myös vanhoille alkydimaalipinnoille.

Mastic-tyyppiset maalit ovat yleensä epoksi- tai polyuretaanimaaleja, joiden kuiva-ainepitoisuus on korkea. Niissä käytetään yleisesti alumiini- tai rautakiillepigmenttejä.

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>metallin esikäsitteily; esikäsitteily</b> | metallin pinnan valmistelu pinnoitusta varten<br><br>Metallin esikäsitteily sisältää puhdistuksen ja metallin muun valmistelun pinnoitusta varten.<br><br>Sillan teräspinnan esikäsitteilymenetelmät on esitetty ohjetekstin kohdassa <a href="#">6.4 Pinnan esikäsitteilyt</a> . |
| <b>märkäkalvo</b>                            | maalikalvo välittömästi maalin levityksen jälkeen ennen liuotteen haihtumista kalvosta ja/tai maalin kovettumista; vrt. <a href="#">maalin liuote</a>                                                                                                                             |
| <b>märkäkalvonpaksuus /SFS-EN ISO 2808/</b>  | vastalevitetyt pinnoiteaineen paksuus mitattuna välittömästi levityksen jälkeen                                                                                                                                                                                                   |
| <b>nimelliskalvonpaksuus</b>                 | pintakäsittelysuunnitelmassa vaadittu kalvonpaksuus                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>notsi</b>                                 | hitsattavien palkkien tai uuma- ja jäykistelevyjen jatkos- tai kiinnityskohtiin tehtävä pyöreä leikkaus, joka helpottaa pintakäsittelyä ja hitsaustyötä ja vähentää jännityshuippuja                                                                                              |
| <b>paikkausmaalaus</b>                       | maalipinnan vaurioituneen kohdan <a href="#">maalaus</a> soveltuvalla <a href="#">maaliyhdistelmällä</a>                                                                                                                                                                          |
| <b>peittaus</b>                              | puhdistus, jossa pinnoitteen kiinnittymistä estävät kerrokset poistetaan kemiallisesti hapolla<br><br>Poistettavia kerroksia ovat mm. <a href="#">valssihilse</a> , <a href="#">ruoste</a> ja oksidit.                                                                            |
| <b>pigmentti /SFS-EN ISO 4618/</b>           | kiinteä, yleensä hienoksi jauhettu väriaine, jota käytetään massakomposiiteissa ja maaleissa antamaan väriä ja peittämään (väripigmentti) tai suojaamaan pintaa <a href="#">korroosiolta</a> (korroosionestopigmentti)                                                            |

Pigmentti on käytännöllisesti katsottuna liukenematon sideaineliuokseen. Erikoistapauksissa, esimerkiksi korroosionestopigmenteissä, tietyn asteen liukoisuus veteen on tarpeen.

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>piki</b>                                     | <u>tervan</u> tislauksesta jäljellä jäänyt kiinteä tai puolikiinteä aine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>polttomaali /SFS-ENI-SO 4618/</b>            | maali, joka vaatii kovettuaakseen korkean lämpötilan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>pyyhkäisysuihkupuhdistus</b>                 | <p>kevyt <u>suihkupuhdistus</u>, jonka tarkoituksena on puhdistaa tai karhentaa orgaanisia tai metallisia pinnoitteita ainoastaan niiden pinnalta</p> <p>Tavallisesti pyyhkäisysuihkupuhdistuksessa käytetään alhaista ilmanpainetta ja hienojakoista särmikästä raetta. Suomessa käytetään lyhennettä SaS</p>                                                                                                                                             |
| <b>päällemaalaus aika</b>                       | <p>maalikalvon kuivumisvaihe, jolloin maalikalvo on päällemaalattavissa</p> <p>päällemaalaus aika selviää maalin tuoteselosteesta.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>pölykuiva</b>                                | maalikalvon kuivumisvaihe, jolloin maalikalvolle kaadetut lasikuulat voidaan harjata pois siten, ettei kalvolle jää jälkiä                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>rakenteen kestoikä; kestoikä</b>             | <p>rakenteen valmistuksen tai asennuksen jälkeinen ajanjakso, jonka aikana rakente säilyttää korjattavuutensa siten, että se vielä <u>käyttöiän</u> päätyttyä on taloudellisesti ja teknisesti mahdollista peruskorjaamalla palauttaa käyttökelpoiseksi</p> <p>Pintakäsittelyn kestoikäsi (life time) voidaan katsoa se aika, jonka kuluttua pintakäsittelyn suojavaikutus on heikentynyt niin, että perusteellinen uudelleenpinnoitus on välttämätön.</p> |
| <b>rakenteen käyttöikä; käyttöikä</b>           | <p>rakenteen valmistuksen tai asennuksen jälkeinen ajanjakso, jonka aikana rakente asianmukaisesti huollettuna säilyttää käyttökelpoisuutensa</p> <p>Pintakäsittelyn käyttöikä (service life) määräytyy sille asetettujen toimivuusvaatimusten mukaan. Käyttöiän käsitteeseen pintakäsittelyssä liitetään usein myös esteettinen käyttöikä. Käyttöikä voi olla yhtä pitkä kuin <u>rakenteen kestoikä</u> tai se voi olla lyhyempi.</p>                     |
| <b>reversiibeli maali / SFS-EN ISO 12944-5/</b> | <p>maali, joka kuivuu liuotteen haihtuessa ilman muita muodon muutoksia; vrt. maalin liuote</p> <p>Reversiibelit maalit (palautettavissa olevat) liukenevat kovetuttuaankin uudelleen liuotteeseensa ja pehmenevät lämmössä.</p>                                                                                                                                                                                                                           |

|                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ruiskusinkitys</b>                                                                       | terminen ruiskutus, jossa sinkki ruiskutetaan puhdistetulle teräspinnalle pieninä, sulassa muodossa olevina hiukkasina                                                                                                                                                                                    |
| <b>ruoste /SFS-EN ISO 8044/</b>                                                             | näkyvä <u>korroosiotuote</u> , joka koostuu pääasiassa hydratoituneista rautaoksideista.                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>suihkupuhdistus / SFS-EN ISO 12944-4/</b>                                                | <p>pinnan puhdistus rae- tai vesisuihkulla tai niiden yhdistelmällä</p> <p>Raemateriaali voi olla esim. teräsrakeita tai luonnonhiekkaa.</p> <p>Suihkupuhdistuksella on tarkoitus poistaa <u>valssihilse</u>, <u>ruoste</u> tai vanha maali.</p>                                                          |
| <b>tarkastusalue</b>                                                                        | <p>teräsrakenteen <u>edustavan pinnan</u> osa, jolta tehtyjen tarkastusten ja mittausten avulla varmistetaan, että haluttu laatutaso on saavutettu</p> <p>Tarkastusalue muodostetaan yhdestä tai useammasta <u>työalueesta</u>. Tarkastusalueet määritetään pintakäsittelysuunnitelmassa.</p>             |
| <b>terva</b>                                                                                | puun, turpeen, kivi- tai ruskohiilen tms. kuivatislauksesta jäljelle jäänyt puolijähmeä aine                                                                                                                                                                                                              |
| <b>teräsharjaus</b>                                                                         | puhdistus, jossa <u>ruoste</u> poistetaan harjaamalla joko käsityövälineillä tai koneellisesti                                                                                                                                                                                                            |
| <b>teräspinnan esikäsittelyaste /SFS-EN ISO 8501-1/; mieluummin kuin: ruosteenpoistoste</b> | teräspinnan tila <u>teräsharjauksen</u> , <u>suihkupuhdistuksen</u> tai <u>liekkipuhdistuksen</u> jälkeen                                                                                                                                                                                                 |
| <b>tilapäinen suojaus</b>                                                                   | <u>korroosiosuojaus</u> , jolle on ominaista se, että suojatun esineen pinta säilytetään alkuperäisessä kunnossa tai että se voidaan helposti saattaa uudelleen alkuperäiseen kuntoon esimerkiksi poistamalla suoja-aine                                                                                  |
| <b>työalue</b>                                                                              | <p>maalattavan rakenteen osa, joka määräytyy työn suunnitellun etenemisen mukaan</p> <p>Uudis- ja uusintamaalauskohteissa suositeltava työalueen koko on 4–8 tunnin suihkupuhdistusta vastaava alue. Paikkaus- ja ylimaalauksen työaluejako voidaan tehdä myös pintamaalauksen työsaavutuksen mukaan.</p> |
| <b>uudismaalaus</b>                                                                         | <u>maalaus</u> ensimmäistä kertaa uudisrakentamisen yhteydessä                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>uusintamaalaus</b>                         | <u>maalaus</u> , jossa aikaisempi maali poistetaan ja pinta maalataan kokonaan uudestaan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>vahvennusmaalaus; ei: varmistusmaalaus</b> | maalikalvon vahventaminen ylimääräisellä maalikerroksella päällemaalausväliaikoiheen<br><br>Vahvennusmaalauskohteet määrätään pintakäsittelysuunnitelmassa. Tällaisia kohtia ovat betonin ja teräksen raja-alueet, kuten teräspalkin ylälaipan reuna. Vahvennusmaalaus tehdään siveltimellä tai notsitelalla yleensä välimaalauksen yhteydessä                                                            |
| <b>varmistusmaalaus; ei: vahvennusmaalaus</b> | vaikeasti maalattavien kohtien maalaus jokaisen maalauskerran yhteydessä (märkää märälle) riittävien maalikerrosten ja kalvonpaksuuden varmistamiseksi<br><br>Tällaisia kohtia ovat esimerkiksi notsit, reiät, ahtaat nurkat, ruuvien kierreet ja kannat ja niittien kannat. Varmistusmaalaus tehdään siveltimellä tai notsitelalla. Varmistusmaalaus kuuluu hyvään maalaustapaan.                        |
| <b>valkoruoste</b>                            | sinkin tai sinkkipitoisen metalliseoksen <u>korroosiotuote</u><br><br>Valkoruostetta syntyy juuri sinkityillä sinkki- tai sinkkiseosten pinnoilla, jos pinnoille tiivistyy kosteutta eikä kosteus pääse nopeasti haihtumaan. Normaaleissa ilmasto-olosuhteissa muodostuu ilman hiilidioksidin vaikutuksesta pinnalle emäksistä sinkkikarbonaattia eli sinkkipatinaa, joka estää valkoruosteen syntyminen. |
| <b>valssihilse /SFS-EN ISO 8044/</b>          | korkeassa lämpötilassa metallin pintaan muodostunut korroosiotuote<br><br>Valssihilse eli hehkuhilse, muodostuu teräksen pintaan kuumavalssauksessa                                                                                                                                                                                                                                                       |

## 1.8 Merkinnät

Maalausjärjestelmä on esitetty vuoteen 1999 asti standardin SFS 4962 mukaan seuraavaan tapaan: SEEPUR 240/4 FeSa2½ eli maaliyhdistelmä, kerrospaksuus ja kerrosten lukumäärä, alusta ja esikäsittelyaste.

Vuonna 1999 siirryttiin käyttämään eurooppalaisia standardeja, jolloin standardin SFS-EN ISO 12944-5 mukaan suojamaaliyhdistelmien merkinnät muuttuivat taulukon 2 Väyläviraston [laatuvaatimukset täyttävät LIVI-maalausjärjestelmät ja vanhat maalausjärjestelmät, jotka soveltuvat vain paikkausmaalauskohteisiin](#) mukaisiksi. Väylävirasto käyttää kuitenkin maalausjärjestelmien merkintään omia LIVI-alkuisia tunnuksia, jotka on määritelty ohjeessa SILKO 3.351 Uudis- ja uusintamaalauksen maalausjärjestelmät (vanhemmat ohjeessa SILKO 3.352 Ennen vuotta 2015 käytössä olleet ja paikkausmaalauksissa käytettävät maalausjärjestelmät). Standardin SFS-EN ISO 12944-5 mukainen

kansainvälinen tapa merkitä maaliyhdistelmä on viitata standardin taulukoiden systeeminumeroihin (esimerkiksi SFS-EN ISO 12944-5 A2.01).

Taulukko 2. Väyläviraston laatuvaatimukset täyttävät LIVI-maalausjärjestelmät ja vanhat maalausjärjestelmät, jotka soveltuvat vain paikkausmaalauskohteisiin

| LIVI tunnus | TIEL, RHK tunnus<br>(2014 saakka) | SFS-EN ISO<br>12944-5<br>(nykyinen) | SFS-EN ISO<br>12944-5<br>(2007 saakka)                            | SFS 4962 <sup>1)</sup><br>(1999 saakka) |
|-------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| LIVI A.1    | TIEL 4.12                         | EPZn(R)EPPUR<br>320/5               | EPZn(R)EPPUR<br>320/5-FeSa2½                                      | SEEPUR 310/5-Fe-<br>Sa2½                |
| LIVI A.2    | TIEL 4.12 (VOC)                   | EPZn(R)EPPUR<br>280/5               |                                                                   |                                         |
| LIVI A.3    | Ei vastaavuutta                   | EPZn(R)EPPUR<br>200/3               |                                                                   |                                         |
| LIVI B.1    | TIEL 4.9                          | EPPUR 250/3                         | EPPUR 250/3-Fe-<br>Sa2½                                           | EPUR 250/3-Fe-<br>Sa2½                  |
| LIVI B.2    | korvaa TIEL 4.3                   | EPPUR 260/3                         |                                                                   |                                         |
| LIVI C.1    | Ei vastaavuutta                   | PE 80                               |                                                                   |                                         |
| LIVI C.2    | TIEL 4.20                         | EPPUR 160/3                         | EPPUR 160/3-FeSa                                                  | EPUR 160/3 FeSa                         |
| LIVI C.3    | Ei vastaavuutta                   | EP200..400/2...4                    |                                                                   |                                         |
|             |                                   |                                     |                                                                   |                                         |
|             | TIEL 3.1                          | Ei vastaavuutta                     | S1.08 <sup>2)</sup> (AK160/4-<br>FeSa2 tai FeSt2)                 | A160/4-FeSa2 tai<br>FeSt2               |
|             | TIEL 3.2                          | A4.11-EPZn(R)/CR                    | S1.20-EPZn(R)/CR<br><sup>2)</sup><br>(EPZn(R)CR 200/4-<br>FeSa2½) | SEKK 200/4-Fe-<br>Sa2½                  |
|             | TIEL 3.3                          | ESIZn(R)CR180/4                     | ESIZn(R)CR 180/4-<br>FeSa2½                                       | SSKK 180/4-Fe-<br>Sa2½                  |
|             | TIEL 3.4                          | EPZn(R)EPPUR<br>180/4               | EPZn(R)EPPUR<br>180/4-FeSa2½                                      | SEEPUR 180/4-Fe-<br>Sa2½                |
|             | TIEL 3.5                          | AKAY 250/4                          | AKAY 250/4- Fe-<br>Sa2½                                           | AAY 250/4-FeSa2½                        |

Taulukko jatkuu...

| LIVI tunnus | TIEL, RHK tunnus<br>(2014 saakka) | SFS-EN ISO<br>12944-5<br>(nykyinen) | SFS-EN ISO<br>12944-5<br>(2007 saakka)                               | SFS 4962 <sup>1)</sup><br>(1999 saakka) |
|-------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|             | TIEL 3.6                          | A4.11-EPZn(R)/AY                    | S1.20-EPZn(R)/AY <sup>2)</sup><br>(EPZn(R)AY 200/4-FeSa2½)           | SEAY 200/4-Fe-Sa2½                      |
|             | TIEL 4.1                          | A4.14-EPZn(R)/EP                    | S1.32-EPZn(R)/EP <sup>2)</sup><br>(EPZn(R)EP 200/3-FeSa2½)           | SEE 200/3-FeSa2½                        |
|             | TIEL 4.2                          | A4.14-EPZn(R)/EP                    | S1.32-EPZn(R)/EP <sup>2)</sup><br>(EPZn(R)EP 200/3-FeSa2½)           | SEEH 200/3-Fe-Sa2½                      |
|             | TIEL 4.3                          | CTE 250/2                           | CTE 250/2-FeSa2½                                                     | ET 250/2-FeSa2½                         |
|             | TIEL 4.6                          | EPZn(R)EPPUR<br>130/3               | EPZn(R)EPPUR<br>130/3-FeSa2½                                         | SEEPUR 130/3-Fe-Sa2½                    |
|             | TIEL 4.8                          | A4.15-EPZn(R)/EP/PUR                | S1.35-EPZn(R)/EP/PUR <sup>2)</sup><br>(EPZn(R)EPPUR<br>240/4-FeSa2½) | SEEPUR 240/4-Fe-Sa2½                    |
|             | TIEL 4.9b                         | EPAY 320/4                          | EPAY 320/4-FeSa2                                                     | EAY 320/4-FeSa2                         |
|             | TIEL 4.10                         | EPPUR 250/2                         | EPPUR 250/2-Fe-Sa2                                                   | EPUR 250/2-FeSa2                        |
|             | TIEL 4.21                         | PVC 120/2                           | PVC 120/2-FeZnSa                                                     | V 120/2-ZnSa                            |
|             | TIEL 4.22                         | PVC 120/2                           | PVC 120/2-FeZnSa                                                     | V 120/2-ZnSa                            |

Mikäli jostain syystä on tarvetta käyttää uusintamaalauksessa vanhaa maalausjärjestelmää, tulee tähän saada erillinen lupa Väylävirastosta.

<sup>1)</sup> Oli käytössä vuoteen 1999 asti.

<sup>2)</sup> Kursivoidut merkinnät ovat standardin SFS-EN ISO 12944-5 (2007) mukaisia suojamaaliyhdistelmiä.

Jos jollain taulukon numerolla voidaan viitata useaan maalityyppiin, merkitään lisäksi näkyviin valitut maalit siten, että pohjamaali ja pintamaali erotetaan toisistaan kauttaviivalla (esimerkiksi A2.06-EPPUR/EP).

Maalityyppien tunnuksiset merkitään uuden standardin mukaisesti. Jos maaliyhdistelmää ei ole taulukossa [2 Väyläviraston laatuvaatimukset täyttävät LIVI-maalausjärjestelmät ja vanhat maalausjärjestelmät, jotka soveltuvat vain paikkausmaalauskohteisiin](#) tai kalvonpaksuudet poikkeavat taulukon mukaisista paksuuksista, käytetään pelkästään kansallisen liitteen mukaista merkintää.

Kuumasinkkipinnoitteet on määritelty aikaisemmin standardin SFS-EN 2765 mukaan. Silloissa on yleensä käytetty vaatimuksena tämän standardin luokkaa B. Eurooppalaisen standardin SFS-EN ISO 1461:2009 mukaiset pinnoitteen paksuudet ovat huomattavasti edellä mainitun luokan B vaatimuksia ohuempia. Siltarakenteissa käytetään kuitenkin paksumpia, taulukon [3 Väyläviraston vaatimukset kuumasinkkipinnoitteiden paksuudelle siltarakenteissa](#) mukaisia kerrospaksuuksia. Tällöin teräksen piipitoisuuden on oltava 0,14...0,25 %. Kuumasinkkipinnoite merkitään kuvassa [18 Kuumasinkityksen merkintä ja sen tulkinta](#) esitetyllä tavalla.

Taulukko 3. Väyläviraston vaatimukset kuumasinkkipinnoitteiden paksuudelle siltarakenteissa

| Ainesvahvuus                 | Keskimääräinen kerrospaksuus<br>(minimi) <sup>1)</sup><br>µm | Paikallinen kerrospaksuus<br>(minimi) <sup>2)</sup><br>µm |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Teräs ≥ 6 mm                 | 100                                                          | 90                                                        |
| Teräs ≥ 3 mm, mutta < 6 mm   | 85                                                           | 75                                                        |
| Teräs ≥ 1,5 mm, mutta < 3 mm | 60                                                           | 50                                                        |

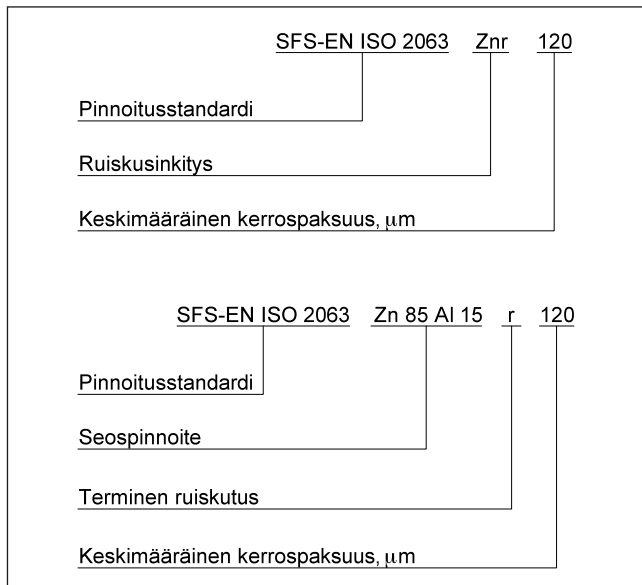
<sup>1)</sup> Paikallisten kerrospaksuuksien keskiarvo.

<sup>2)</sup> Paikallisella kerrospaksuudella tarkoitetaan tässä mittausalueen (10 cm<sup>2</sup>) yksittäisten mittauslukemien (5 kpl) keskiarvoa. Yksittäiset mittauslukemat voivat olla tätä alhaisempia.



Kuva 18. Kuumasinkityksen merkintä ja sen tulkinta

Ruiskusinkkipinnoitteet on määritelty aikaisemmin standardin SFS-EN 22063 mukaan. Paksuusvaatimus on määritelty siltakohtaisesti. Uusi eurooppalainen standardi SFS-EN ISO 2063 (2005) on korvannut aiemman standardin. Ruiskutettavat alumiini- ja sinkkipinnoitteet ja niiden seokset merkitään kuvassa [19 Ruiskusinkityksen ja seospinnoitteen merkinnät ja niiden tulkinta](#) esitetyllä tavalla.



Kuva 19. Ruiskusinkityksen ja seospinnoitteen merkinnät ja niiden tulkinta

Maalauslupasta ilmoitetaan esikäsittelyn merkinnässä metallirakenteen pääseosaineen kemiallisella merkillä (esimerkiksi Al, Cu, Fe, tai Zn), jotka tarkoittavat seuraavia metalleja:

Al = alumiini

Cu = kupari

Fe = rauta

Zn = sinkki.

Esikäsittelytoimenpiteiden tunnuksat Väyläviraston ja eri standardien mukaan on esitetty taulukossa [4 Esikäsittelytoimenpiteiden tunnuksat](#).

Taulukko 4. Esikäsittelytoimenpiteiden tunnuksat

| Väylävirasto:      |                               |
|--------------------|-------------------------------|
| Pe                 | lian ja rasvan poisto         |
| Fo                 | fosfatoi                      |
| Kr                 | kromatoi                      |
| Ta                 | tartuntamaalaus               |
| SFS-EN ISO 8501-1: |                               |
| St2                | huolellinen teräsharjau       |
| St3                | hyvin huolellinen teräsharjau |
| Sa2                | huolellinen suihkpuhdistus    |

Taulukko jatkuu...

| <b>Väylävirasto:</b>                               |                                   |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Sa½                                                | hyvin huolellinen suihkupuhdistus |
| Sa3                                                | suihkupuhdistus metallinpuhtaaksi |
| <b>SFS 5873:</b>                                   |                                   |
| Sa5                                                | pyyhkäisysuihkupuhdistus          |
| <b>SFS-ISO 8501-2 (aikaisemmin maalattu pinta)</b> |                                   |
| PMa                                                | hionta                            |
| PSa                                                | suihkupuhdistus                   |
| PSt                                                | teräsharjaus                      |
| <b>SFS-EN ISO 12944-4:</b>                         |                                   |
| Be                                                 | peittäus                          |
| FL                                                 | liekkiharjaus                     |

Metallilla pinnoittamisesta käytetään tunnuksia k = kuumaupotus ja r = terminen ruiskutus.

Maalityypeistä käytetään taulukossa [5 Maalityyppien tunnuks](#) eri standardien mukaan esitettyjä tunnuksia.

Taulukko 5. Maalityyppien tunnuks eri standardien mukaan

| <b>Maalityyppi</b>             | <b>SFS-EN ISO 12944-5<br/>(2007)</b> | <b>SFS 4962<br/>(1999 asti)</b> |
|--------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| Akryylimaalit                  | AY                                   | AY                              |
| Alkydimaalit                   | AK                                   | A                               |
| Epoksimaalit                   | EP                                   | E                               |
| Tervaepoksimaalit              | EPC (CTE <sup>1)</sup> )             | ET                              |
| Hartsimodifioidut epoksimaalit | EP                                   | EH                              |
| Kloorikautsumaat               | CR                                   | KK                              |
| Polyvinyylikloridimaalit       | PVC                                  | V                               |
| Polyuretaanireaktiomaalit      | PUR                                  | PUR                             |
| Polyuretaanitervamaalit        | PURC (CTPUR <sup>1)</sup> )          | PURT                            |

*Taulukko jatkuu...*

| Maalityyppi            | SFS-EN ISO 12944-5<br>(2007) | SFS 4962<br>(1999 asti) |
|------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Sinkkiepoksimaalit     | EPZn(R)                      | SE                      |
| Sinkkisilikaattimaalit | ESIZn(R)                     | SS                      |

<sup>1)</sup> Oli käytössä vuosien 1999...2007 välillä

## 2 Pintakäsittelyn laatuvaatimukset

### 2.1 Yleiset laatuvaatimukset

Takuuaika on kunnossapitomaalauksessa vähintään kolme vuotta ja uudismaalauksessa vähintään viisi vuotta, joiden kuluttua pinnoitteessa ei saa olla merkkejä ruostumisesta eikä muitakaan silmin havaittavia vikoja. Kunnossapitomaalauksen takuu ei koske niitä vanhan maalauksen vikoja, joiden korjaus pintakäsittelysuunnitelman ja urakkasopimuksen mukaan ei kuulu urakoitsijalle.

Pintakäsittelyn käyttöikätaavoitteet, jolloin uusintamaalaus tai muu pintakäsittely on yleensä tehtävä, ovat vähintään seuraavat:

- uudismaalaus 35 vuotta
- kunnossapitomaalaus
  - uusintamaalaus 30 vuotta
  - paikkamaalaus 15–20 vuotta
- kuumasinkitys 40 vuotta
- ruiskusinkitys 30 vuotta

Muut yleiset laatuvaatimukset ovat seuraavat:

1. Pinnoitteen pitää olla värisävyltään ja muilta ulkonäköön vaikuttavilta ominaisuuksiltaan tasalaatuinen.
2. Pinnoitteessa ei saa olla huokosia tai muita vikoja, jotka heikentävät sen korroosionesto-ominaisuuksia.
3. Maaliyhdistelmän tai metallisen pinnoitteen paksuuden pitää täyttää pintakäsittelysuunnitelmassa vaadittu nimelliskalvon paksuusvaatimus. Kalvonpaksuusmittaustulosten keskiarvon pitää olla vähintään nimelliskalvonpaksuus ja keskiarvo saa olla enintään kaksi kertaa nimelliskalvonpaksuus. Yksittäisen kalvonpaksuuden mittaustuloksen pitää olla vähintään 80 % nimelliskalvonpaksuudesta ja se saa olla enintään kolminkertainen nimelliskalvonpaksuuteen verrattuna. Yksittäiset kuivakalvonpaksuudet, jotka ovat vähintään 80 % kuivakalvon nimellispaksuudesta, ovat hyväksyttävissä edellyttäen, että näiden mittausten lukumäärä on alle 20 % tehtyjen yksittäismittausten kokonaismäärästä. Poikkeavissa tapauksissa menetellään seuraavasti:

- Jos tarkastusalueelta mitatut kalvopaksuusarvot ovat alle edellä mainittujen kalvopaksuusarvojen, kyseinen tarkastusalue mitataan kokonaisuudessaan ja nimelliskalvopaksuuden alittavat alueet kartoitetaan ja korjataan.
  - Jos tarkastusalueelta mitattu kalvopaksuus on yli kaksinkertainen nimelliskalvopaksuuteen verrattuna, kyseinen tarkastusalue mitataan kokonaisuudessaan, ylittävät alueet kartoitetaan ja niiden kuntoa seurataan.
  - Jos tarkastusalueilta mitatut kalvopaksuusmittaustulokset ovat yli kolminkertaisia, kyseinen tarkastusalue mitataan kokonaisuudessaan ja ylittävät alueet kartoitetaan ja korjataan. Tämä korjausvaatimus ei koske kohtia, joissa maalausteknisesti ei ole voitu välttää ylimääraisiä, päällekkäisiä maalikerroksia. Maalikerrosten lukumäärä voidaan varmistaa kiilauran leikkaavalla menetelmällä standardin SFS-EN ISO 2808 (2007) mukaisesti menetelmällä 5B.
4. Valmiista maalipinnasta standardin SFS-EN ISO 4624 (2003) mukaan tehtyjen vetokoetulosten keskiarvon on oltava vähintään
- 2 N/mm<sup>2</sup> (alkydi-, sinkkiepoksi/kloori-kautsu ja sinkkisilikaatti/kloorikautsu-järjestelmät)
  - 3 N/mm<sup>2</sup> (sinkkiepoksi/epoksi-, sinkkiepoksi/ hartsimodifioituepoksi ja sinkin päälle maalatut epoksi/polyuretaani-järjestelmät)
  - 4 N/mm<sup>2</sup> (sinkkiepoksi/epoksi/polyuretaani- ja sinkkisilikaatti/epoksi/polyuretaani- ja teräksen päälle maalatut epoksi/polyuretaani-järjestelmät).

Työ on hylättävä, jos

- irtoaminen tapahtuu kokonaan alustasta tai adheesiomurtumana ja vetokoetulosten keskiarvo on alle 5 N/mm<sup>2</sup>
- vetokoetulosten keskiarvo on pienempi kuin taulukossa [6 Vaatimukset teräs- ja sinkittyjen pintojen maalipinnoitteiden vetolujuudelle kelpoisuusmittauksissa](#) annettu "keskiarvo, hylkäysraja"

Taulukko 6. Vaatimukset teräs- ja sinkittyjen pintojen maalipinnoitteiden vetolujuudelle kelpoisuusmittauksissa

| Maalausjärjestelmä      | Vetolujuus SFS-EN ISO 4624 [N/mm <sup>2</sup> ] |                                 |
|-------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|
|                         | Kelpoisuusmittaukset                            |                                 |
|                         | Hylkäysraja, keskiarvo                          | Hylkäysraja, yksittäinen mitaus |
| LIVI B.2, C.1, C.2, C.3 | ≥ 3 <sup>1)</sup>                               | < 1,5                           |
| LIVI A.1, A.2, A.3, B.1 | ≥ 4                                             | < 2                             |
| Muut yhdistelmät        | ≥ 2                                             | < 1                             |

<sup>1)</sup> Mikäli irtoaminen tapahtuu ruiskusinkkipinnoitteen tartunnasta alustaansa tai ruiskusinkkikerroksen murtumana, laatuvaatimukset täyttävä vetolujuuden kriteeri on 2 MPa.

- yksittäinen vetokoetulos on pienempi kuin 50 % keskiarvolle asetetusta vaatimuksesta (katso taulukko [6 Vaatimukset teräs- ja sinkittyjen pintojen maalipinnoitteiden vetolujuudelle kelpoisuusmittauksissa](#)).

Irtoamisen syy ja vian laajuus on selvitettävä. Heikon tartunnan alueet on korjattava uusintamaalauksena.

5. Valmiista sinkki- tai alumiiniruiskutetusta pinnasta standardin SFS-EN ISO 4624 (2003) mukaan tehtyjen vetokokeiden keskiarvon on oltava vähintään 2 N/mm<sup>2</sup>.

Hankekohtaiset laatuvaatimukset esitetään pintakäsittelysuunnitelmassa ja ne voivat poiketa edellä mainituista yleisistä vaatimuksista.

## 2.2 Pintakäsittelyaineiden laatuvaatimukset

Silloissa käytettävien maalausjärjestelmien tulee täyttää Väyläviraston laatuvaatimukset tehtyjen testien tulosten ja käyttökokemusten perusteella. Maalausjärjestelmien soveltuvuustestaus ja vaatimukset on esitetty ohjeessa *SILKO 3.351 Uudis- ja uusintamaalauksen maalausjärjestelmät*. Päätös maalausjärjestelmän laatuvaatimusten täyttymisestä voidaan myöhemmin peruuttaa huonojen käyttökokemusten perusteella. Tarkoitus on varmistaa, että siltojen korroosionestossa käytettävät maalausjärjestelmät täyttävät ohjeessa *SILKO 3.351 Uudis- ja uusintamaalauksen maalausjärjestelmät* esitetyt laatuvaatimukset. Laatuvaatimusten tähtyminen varmistetaan tuotekohtaisten maalausjärjestelmien testaamisella ja myönnetään viideksi vuodeksi kerrallaan. Jatkohyväksynnän saamiseksi maalin valmistajan on annettava kirjallinen vakuutus siitä, että tuote on sama.

Väylävirasto ylläpitää erillistä luetteloa, joka sisältää maalivalmistajien maalausjärjestelmät, jotka täyttävät Väyläviraston laatuvaatimukset. Pienissä erikoiskohteissa käytettävien pintakäsittelyaineiden testauksesta ja laatuvaatimusten täyttymisestä sovitaan erikseen Väyläviraston asiantuntijoiden kanssa.

Kylmissä olosuhteissa tehtävissä paikkausmaalauksissa voidaan käyttää tilaajan luvalla maalinvalmistajan esittämiä maaliyhdistelmiä. Työ tehdään tarvittaessa sääsuojassa.

Kenttätestauksessa vetolujuuskokeet tehdään standardin SFS-EN ISO 16276-1 mukaisesti.

Vetolujuuskoe voidaan korvata paikkausmaalauksissa standardin SFS-EN ISO 2409:n mukaisella hilaristikkokokeella tai silmämääräisellä tarkastelulla ja olosuhdeseurannalla.

Sinkityn pinnan maalauksessa käytetään taulukoissa [7 Vaatimukset maalattujen teräspintojen ja maalattujen ruisku- ja kuumasinkittyjen pintojen ruostumis-, rakkuloitumis-, halkeilu- ja hilseilyasteille kelpoisuusmittauksissa](#) ja [8 Vaatimukset teräs- ja sinkittyjen pintojen maalipinnoitteiden vetolujuudelle kelpoisuusmittauksissa](#) esitettyjä laatuvaatimuksia. Maalausjärjestelmän on täytettävä Väyläviraston laatuvaatimukset.

Taulukko 7. Vaatimukset maalattujen teräspintojen ja maalattujen ruisku- ja kuumasinkittyjen pintojen ruostumis-, rakkuloitumis-, halkeilu- ja hilseilyasteille kelpoisuusmittauksissa

| Ominaisuus            | Arvosteluperuste (standardi) | Vaatimus |
|-----------------------|------------------------------|----------|
| Rakkuloitumisaste     | SFS-EN ISO 4628-2            | 0(S0)    |
| Ruostumisaste         | SFS-EN ISO 4628-3            | Ri0      |
| Halkeilu              | SFS-EN ISO 4628-4            | 0(S0)    |
| Hilseily              | SFS-EN ISO 4628-5            | 0(S0)    |
| Kuumasinkityt pinnat: |                              |          |
| Tartunta              | SFS-EN ISO 2409:en           | 0 tai 1  |

Taulukko 8. Vaatimukset teräs- ja sinkittyjen pintojen maalipinnoitteiden vetolujuudelle kelpoisuusmittauksissa

| Maalausjärjestelmä      | Vetolujuus SFS-EN ISO 4624 [N/mm <sup>2</sup> ] |                                  |
|-------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------|
|                         | Kelpoisuusmittaukset                            |                                  |
|                         | Hylkäysraja, keskiarvo                          | Hylkäysraja, yksittäinen mittaus |
| LIVI B.2, C.1, C.2, C.3 | ≥ 3 <sup>1)</sup>                               | < 1,5                            |
| LIVI A.1, A.2, A.3, B.1 | ≥ 4                                             | < 2                              |
| Muut yhdistelmät        | ≥ 2                                             | < 1                              |

<sup>1)</sup> Mikäli irtoaminen tapahtuu ruiskusinkkipinnoitteen tartunnasta alustaansa tai ruiskusinkkikerroksen murtumana, vetolujuuden hyväksyntäkritereeri on 2 MPa.

Kuumasinkkipinnoitteen paksuuden on oltava taulukon [9 Väyläviraston vaatimukset kuumasinkkipinnoitteiden paksuudelle siltarakenteissa](#) mukainen, ellei suunnitelmassa määrätä toisin. Taulukon mukaisten paksuusvaatimusten saavuttamiseksi kuumasinkittävän teräsmateriaalin piipitoisuus pitää olla 0,14...0,25 %. Muut laatuvaatimukset määritetään pintakäsittelysuunnitelmassa *Standardin SFS-EN 1090-2 soveltamisohje – Teräsrakenteiden toteutus – NCCI T* kohdan 3.9.13 mukaan. Paksuus-, ulkonäkö- ja tartuntavaatimus on esitettävä aina.

Taulukko 9. Väyläviraston vaatimukset kuumasinkkipinnoitteiden paksuudelle siltarakenteissa

| Ainesvahvuus                 | Keskimääräinen kerrospaksuus<br>(minimi) <sup>1)</sup><br>μm | Paikallinen kerrospaksuus<br>(minimi) <sup>2)</sup><br>μm |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Teräs ≥ 6 mm                 | 100                                                          | 90                                                        |
| Teräs ≥ 3 mm, mutta < 6 mm   | 85                                                           | 75                                                        |
| Teräs ≥ 1,5 mm, mutta < 3 mm | 60                                                           | 50                                                        |

<sup>1)</sup> Paikallisten kerrospaksuuksien keskiarvo.

<sup>2)</sup> Paikallisella kerrospaksuudella tarkoitetaan tässä mittausalueen (10 cm<sup>2</sup>) yksittäisten mittauslukemien (5 kpl) keskiarvoa. Yksittäiset mittauslukemat voivat olla tätä alhaisempia.

Termisen ruiskupinnoitteen laatuvaatimukset määritetään pintakäsittelysuunnitelmassa standardin SFS-EN ISO 2063 mukaan. Paksuus-, tartunta- ja jälkikäsittelyvaatimus on esitettävä aina.

## 2.3 Olosuhdevaatimukset

Vaatimuksia asetetaan ilman ja maalattavan pinnan lämpötiloille ja ilman suhteelliselle kosteudelle.

Eri maalityyppien suositukset on esitetty taulukossa [10 Silloissa käytettävien liuoteohenteisten maalien yleiset ominaisuudet](#). Vaadittujen maalausolosuhteiden pitää säilyä vähintään maalinvalmistajan suositteleman ajan, yleensä vähintään kaksi kertaa se aika, jolloin maali on kosketuskuiva.

Taulukko 10. Silloissa käytettävien liuoteohenteisten maalien yleiset ominaisuudet

| Maalityyppi<br>SFS-EN ISO<br>12944-5      | Alkydi<br>[AK] | Sinkki-<br>epoksi<br>[EPZn(R)] | Sinkkisili-<br>kaatti <sup>1)</sup><br>[ESIZn(R)] | Epoksi<br>[EP] | Polyure-<br>taani <sup>2)</sup><br>[PUR] | Epoksiter-<br>va<br>[EPC]<br>Polyure-<br>taaniterva<br>[PURC] | Kloori-<br>kautsu[CR]<br>Vinyyli<br>[PVC]<br>Akryyli <sup>3)</sup><br>[AY] |
|-------------------------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Esikäsitte-<br/>lyvaatimus</b>         | St2–Sa2        | Sa2½                           | Sa2½                                              | Sa2–Sa2½       | Sa2½                                     | Sa2                                                           | Sa2½                                                                       |
| <b>Maalaus-<br/>olosuhteet</b>            |                |                                |                                                   |                |                                          |                                                               |                                                                            |
| • suhteel-<br>linen<br>kosteus<br>(RH), % | < 80           | < 80                           | 50–90                                             | < 80           | < 80                                     | < 80                                                          | < 80                                                                       |

Taulukko jatkuu...

| Maalityyppi<br>SFS-EN ISO<br>12944-5                                 | Alkydi<br>[AK] | Sinkki-<br>epoksi<br>[EPZn(R)] | Sinkkisili-<br>kaatti <sup>1)</sup><br>[ESIZn(R)] | Epoksi<br>[EP]    | Polyure-<br>taani <sup>2)</sup><br>[PUR] | Epoksiter-<br>va<br>[EPC]<br>Polyure-<br>taaniterva<br>[PURC] | Kloori-<br>kautsu[CR]<br>Vinyyli<br>[PVC]<br>Akryyli <sup>3)</sup><br>[AY] |
|----------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| • alin<br>suosi-<br>teltava<br>lämpö-<br>tila, °C                    | + 10           | + 10 <sup>4)</sup>             | + 0                                               | +10 <sup>4)</sup> | + 5                                      | +10 <sup>5)</sup>                                             | 0 <sup>5)</sup>                                                            |
| <b>Kuivumis-<br/>aika, h</b><br>(päälle-<br>maalaus)                 |                |                                |                                                   |                   |                                          |                                                               |                                                                            |
| • + 23 °C                                                            | 0,5...24       | 4...24                         | 24                                                | 4...48            | 7...24                                   | 12...24                                                       | 4...8                                                                      |
| • + 10 °C                                                            | 1...48         | 24...48                        | 48                                                | 24...72           | 24...48                                  | 24...48                                                       | 8...16                                                                     |
| <b>Päälle-<br/>maalatta-<br/>vuus</b><br>(vanha-<br>maalikal-<br>vo) | +              | +                              | +                                                 | + / -             | ++                                       | +                                                             | +++                                                                        |
| <b>Kiillonkes-<br/>tävyys</b>                                        | ++             |                                |                                                   | -                 | +++                                      | -                                                             | ++                                                                         |
| <b>Sävykes-<br/>tävyys</b>                                           | ++             |                                |                                                   | -                 | +++                                      | -                                                             | ++                                                                         |
| <b>Nesteiden kestävyys</b>                                           |                |                                |                                                   |                   |                                          |                                                               |                                                                            |
| vesiupotus                                                           | -              | -                              | +                                                 | +++               | -                                        | +++                                                           | ++                                                                         |
| sade tai<br>kondenssi                                                | ++             | +++                            | +++                                               | +++               | +++                                      | +++                                                           | +++                                                                        |
| liuotinrois-<br>keet                                                 | ++             | +++                            | +++                                               | +++               | ++                                       | -                                                             | -                                                                          |
| emäkset <sup>6)</sup>                                                | -              | -                              | -                                                 | +++               | ++                                       | ++                                                            | +                                                                          |

Taulukko jatkuu...

| Maalityyppi<br>SFS-EN ISO<br>12944-5 | Alkydi<br>[AK] | Sinkki-<br>epoksi<br>[EPZn(R)] | Sinkkisili-<br>kaatti <sup>1)</sup><br>[ESIZn(R)] | Epoksi<br>[EP] | Polyure-<br>taani <sup>2)</sup><br>[PUR] | Epoksiter-<br>va<br>[EPC]<br>Polyure-<br>taaniterva<br>[PURC] | Kloori-<br>kautsu[CR]<br>Vinyyli<br>[PVC]<br>Akryyli <sup>3)</sup><br>[AY] |
|--------------------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| emäkset<br>roiskeena                 | -              | -                              | -                                                 | +++            | +++                                      | +++                                                           | ++                                                                         |
| <b>Fysikaaliset ominaisuudet</b>     |                |                                |                                                   |                |                                          |                                                               |                                                                            |
| kulutus-<br>kestävyys                | ++             | ++                             | +++                                               | +++            | ++                                       | ++                                                            | -                                                                          |
| iskunke-<br>stävyys                  | -              | ++                             | ++                                                | ++             | +++                                      | +++                                                           | ++                                                                         |
| joustavuus                           | -              | -                              | -                                                 | ++             | +++                                      | ++                                                            | ++                                                                         |
| <b>Maalausmenetelmä</b>              |                |                                |                                                   |                |                                          |                                                               |                                                                            |
| sivellin                             | +++            | +                              | -                                                 | ++             | ++                                       | ++                                                            | ++                                                                         |
| tela                                 | +++            | -                              | -                                                 | +              | ++                                       | ++                                                            | -                                                                          |
| ruiskutus                            | +++            | +++                            | +++                                               | +++            | +++                                      | +++                                                           | +++                                                                        |

Tuotekohtaiset ominaisuudet on varmistettava maalin toimittajalta.

Merkkien selitykset: +++ erinomainen; ++ hyvä; + kohtalainen; - huono

<sup>1)</sup> Sinkkietyylisilikaatti

<sup>2)</sup> Säänkestävä polyuretaani, jonka kovetteena alifaattinen isosyanaattiyhdiste

<sup>3)</sup> Yksikomponenttinen

<sup>4)</sup> Talvilaatuja voidaan maalata alemmissa lämpötiloissa

<sup>5)</sup> Voidaan maalata myös alemmissa lämpötiloissa

<sup>6)</sup> Kosketus betoniin

Maalauskohteen olosuhteet vaikuttavat periaateratkaisuihin ja aikatauluun. Niiden pitää olla työn ja kuivumisen aikana seuraavat:

- Ilman ja rakenteen lämpötilan on oltava maalitoimittajan ohjeen mukainen.
- Ilman suhteellisen kosteuden on oltava maalitoimittajan ohjeen mukainen.
- Ruiskumaalauksessa yli 5 m/s tuulen nopeudessa tulee välttää.

Ilman suhteellinen kosteus ei saa suihkupuhdistuksen aikana olla niin korkea, että pinnoille muodostuu ns. lentoruostetta. Lentoruoste on poistettava ennen maalausta pyyhkäisy-suihkupuhdistuksella, ja pinnan esikäsitteilyasteen pitää vastata pintakäsittelysuunnitelman vaatimusta ennen kuin maalaustyö voidaan aloittaa. Maalaus tehdään välittömästi suihkupuhdistuksen jälkeen.

Maalaustyön ja maalin kuivumisen aikana ilman suhteellisen kosteuden pitää olla maalinvalmistajan ohjeiden mukainen (katso taulukko [10 Silloissa käytettävien liuoteohenteisten maalien yleiset ominaisuudet](#)). Tarkemmat tiedot saadaan maalintoimittajan tuoteselosteesta.

Sinkki- tai alumiinipinnoitteita ruiskuttaessa lämpötilan pitää olla vähintään +0 °C ja suhteellisen kosteuden alle 70 %.

Maalattavan alustan pitää olla työn ja kuivumisen aikana seuraavanlainen:

- Lämpötilan on oltava vähintään 3 °C korkeampi kuin ilman kastepistelämpötila. Kastepiste on se lämpötila, johon ilman jäähtyessä sen suhteellinen kosteus nousee 100 %:iin. Kastepisteen arvo saadaan määritettyä esimerkiksi kastepistekiekosta tai kastepistediagrammista, kun ilman lämpötila ja sitä vastaava suhteellinen kosteus on mitattu.
- Yleensä ei pidä maalata pintaa, jonka lämpötila on yli +40 °C, koska liuotteen nopea haihtuminen saattaa aiheuttaa sen, että maalikalvoon tulee huokosia ja että maalikalvo tarttuu huonosti alustaan. Maalin lämpötilan pitää olla valmistajan ohjeiden mukainen.

## 2.4 Pintakäsittelytyön vaatimukset

Sillan pintakäsittelytyötä tekevältä urakoitsijalta vaaditaan joko

- a) pintakäsittelytyön varmennusjärjestelmä, esimerkiksi FI-merkintä (vaatimusasiakirjat: SFS-EN 1090-2 + NCCI T + SILKO-ohjeet) tai
- b) kolmannen osapuolen valvoma laatujärjestelmä sekä Väyläviraston suorittama auditointi.

Työnjohtajalla pitää olla vähintään kahden vuoden kokemus pintakäsittelytyöistä ja alaan soveltuva tekninen koulutus. Koulutuksen puuttuessa pitää olla vähintään viiden vuoden kokemus alalta. Maalarilla on yleensä oltava vähintään kahden vuoden työkokemus alalta. Tavoite on, että pintakäsittelytyön tekijällä on opetushallituksen julkaisun *Korroosionestomaalarin ammattitutkinto*. Helsinki: Opetushallitus 2003. 31 s. ISBN 952-13-1734-5. mukainen tutkinto.

On suositeltavaa, että pintakäsittelytyön alussa tehdään vertailupinta (SFS-EN ISO 12944-7), joka täyttää tilaajan laatuvaatimukset.

Olosuhteiden seurantaa varten täytetään työvuoroittain *Työalueen pintakäsittelyn seurantakortti* (liite C).

## 3 Pintakäsittelyaineet

### 3.1 Kemialliset esikäsittelyaineet

Kemiallisia esikäsittelymenetelmiä käytetään yleensä ohutlevyjä pinnoitettaessa ja niiden käyttö siltojen korjaustoissa on harvinaista. Kemiallisesti esikäsitellyn pinnan maalaamisesta on aina neuvoteltava maalinvalmistajan kanssa.

Uusien sekä vanhoista silloista irrotettavien siltarakenteiden pintakäsittelyä voidaan tehostaa kemiallisella esikäsittelyllä. Tällä edistetään maalin tarttuvuutta metallipintaan ja pyritään estämään maalikalvon alla tapahtuva ruostuminen.

Kemialliset esikäsittelymenetelmät on kuvattu standardissa SFS-EN ISO 12944-4.

Kemiallisia esikäsittelymenetelmiä ovat:

- tartuntamaalaus eli Washprimer-käsittely
- fosfatoi
- kromatoi
- konversiokäsittely

## 3.2 Maalit

### 3.2.1 Maalin koostumus

Maalit koostuvat pääsääntöisesti sideaineista, pigmenteistä, liuotteista ja apuaineista.

Sideaine muodostaa alustaan kiinnittyvän maalikalvon, jonka sisällä on sideaineen toisiinsa sitomat pigmentit. Sideaine määrää pääosin maalikalvon ominaisuudet, kuten tartunnan alustaan, sisäisen lujuuden ja kestävyysominaisuudet. Maalin kuivumistapa on sideaineesta riippuva ominaisuus.

Valtaosaltaan maalien sideaineet ovat orgaanisia, suurimolekyyllisiä polymeerejä eli muoveja tai reaktiokykyisiä hartseja, joista muodostuu polymeerejä maalin kuivuessa. Synteettiset polymeerit ja hartsit muodostavat tärkeimmän ryhmän. Sideaineen kuivumistavan perusteella maalit jaetaan reversiibeihin (palautettavissa olevat maalit) ja irreversiibeihin (palautumattomat maalit) maaleihin. Maaleja nimitetään yleensä sideaineen mukaan, esimerkiksi alkydi-, epoksi-, kloorikautsu-, polyuretaani-, akryyli- tai vinyylimaaileiksi.

Pigmentit ovat jauheita, jotka antavat maaleille värin ja peittokyvyn. Korroosionestopigmentit pystyvät myös hidastamaan tai estämään korroosioreaktiota.

Apupigmentit eli täyteaineet vaikuttavat maalikalvossa moniin ominaisuuksiin, kuten kestävyYTEEN, kiiltoon ja siveltävyYTEEN. Ne myös tiivistävät kalvoa.

Korroosionestopohjamaaleja nimitetään usein pigmentin mukaan (esimerkiksi sinkkiepoksipohjamaali).

Liuotteen tehtävänä maalissa on liuottaa muun muassa kiinteät hartsit ja polymeerit sekä alentaa sideaineen viskositeettia.

Liuotteet haihtuvat maalikalvosta levityksen jälkeen, mutta vaikuttavat silti tärkeällä tavalla maalikalvon muodostumiseen ja ominaisuuksiin.

Liuotteet ovat tulenarkoja nesteitä ja useimmat niistä kehittävät haihtuessaan höyryjä, jotka ovat terveydelle haitallisia. Liuotteelliset maalituotteet luokitellaan kuljetuksissa pääsääntöisesti luokkaan 3 (palavat nesteet). Käsittelyn ja varastoinnin yhteydessä liuotteelliset maalit luokitellaan

syttymisherkkyyden mukaan palaviin nesteisiin. Luokkia on selostettu tarkemmin kohdissa [7.2.3 Vaarallisten aineiden kuljetus](#) ja [7.2.4 Palosuojelu](#).

Ohenne on maaliin sen ohentamiseksi lisätty haihtuva neste. Puhutaan vesiohenteisista ja liuoteohenteisista maaleista.

Maaleja ohennettaessa on aina noudatettava maalinvalmistajan antamia ohjeita.

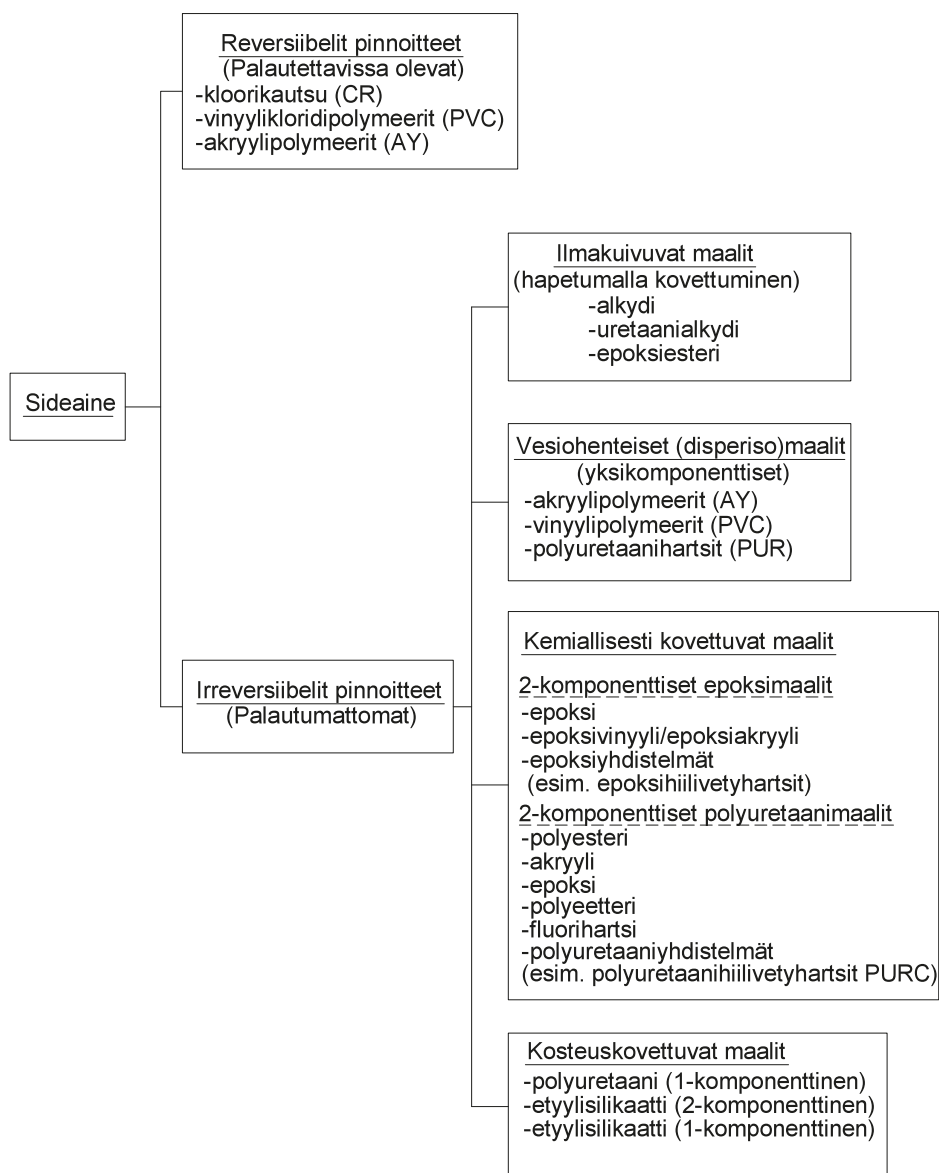
Maalit sisältävät yleensä joukon apuaineita pieninä määrinä. Apuaineet ovat tarpeen maalien varastointikestävyyden ja tarpeellisten levitys- ja kuivumisominaisuuksien aikaansaamiseksi.

### **3.2.2 Maalityypit kuivumis- ja kovettumistavan mukaan jaoteltuna**

Maaleja voidaan ryhmitellä monella tavalla, esimerkiksi

- käyttöolomuodon mukaan
- kalvonmuodostuksen mukaan
- sideaineen mukaan
- pigmentin mukaan
- käyttöjärjestyksen mukaan
- käyttöalan mukaan.

Eri maalityyppien yleiset ominaisuudet ja vaatimukset on esitetty taulukossa [10 Silloissa käytettävien liuoteohenteisten maalien yleiset ominaisuudet](#). Sideaineen mukaan nimetyt maalit on esitetty kuvassa [20 Sideaineen mukaan nimetyt maalityypit ryhmiteltyinä kuivumis- ja kovettumistavan mukaan standardin SFS-EN ISO 12944-5 mukaisesti](#) jaettuna ensin kahteen pääluokkaan kuivumis- ja kovettumistapansa mukaisesti ja sitten jaettuna edelleen yleistyypin ja kovettumismekanismin perusteella.



Kuva 20. Sideaineen mukaan nimetyt maalityypit ryhmiteltyinä kuivumis- ja kovettumistavan mukaan standardin SFS-EN ISO 12944-5 mukaisesti

### 3.2.2.1 Reversiibelit maalit (palautettavissa olevat)

Reversiibeleiden maalien sideaine on valmis polymeeri. Kalvo muodostuu ilman kemiallisia reaktioita, kun sideaineen molekyylit tarttuvat toisiinsa maalin haihtuvan komponentin haihduttua kalvosta tai kun sulatettu kalvo jäähtyy. Tässä ohjeessa esiintyvien maalityyppien lyhenteet ovat standardin SFS-EN ISO 12944-5 mukaisia.

**Kloorikautsumaalien (CR)** sideaineena käytetään kloorikautsun ja kemikaalinkestävän pehmittimen tai hartsin seosta. Kloorikautsumaaleja käytetään pohja-, väli- ja pintamaalina metalli- ja betonipinnoilla. Kloorikautsumaali kestää kemikaaleja roiskeena ja vettä myös upotusrasituksessa. Säänkestävyys on hyvä.

Reversiibelien **akryylimaalien (AY)** sideaineena käytetään akryylikopolymeerin ja sopivan pehmittimen seosta. Akryylimaaleja käytetään pohja-, väli- ja pintamaaleina säänkestävissä maalausjärjestelmissä.

**Vinyylimaalien (PVC)** sideaineena käytetään vinyylikloridin kopolymeerien ja pehmittimien seosta. Vinyylimaaleja käytetään pohja-, väli- ja pintamaalina säänkestävissä maalausjärjestelmissä.

Tervan ja vinyylihartsin (vinyyliterva CTV) seosta käytetään **vinyylitervamaalien** sideaineena. Vinyylitervaa käytetään vedenalaisissa rakenteissa.

### 3.2.2.2 Irreversiibelit maalit (palautumattomat)

#### Ilmakuivuvat maalit (hapettumalla kovettuminen)

Ilmakuivuissa eli hapettuen kuivuissa maaleissa on sideaineena kuivuva öljy tai sen johdannainen. Ilman happi yhtyy sideaineen kaksoissidoksiin ja verkkoutuminen alkaa.

Alkydimaalien (AK) sideaineena käytetään öljymodifioitua alkydi-, epoksi- tai uretaanihartsia.

Alkydimaalit (samoin kuin epoksiesterit ja uretaaniöljyt) kovettuvat ilmassa olevan hapen välityksellä liuotteen haihduttua kalvosta. Kalvonmuodostus edellyttää vähintään +5 °C:n lämpötilaa.

Alkydimaaleja on sekä liuote- että vesiohenteisia.

Alkydipohjamaaleissa käytetään korroosionestopigmenttejä. Pintamaalien pigmenttien tulee olla säänkestäviä.

Alkydimaaleja käytetään sekä sisällä että ulkona kaupunki-, meri- ja teollisuusilmastossa.

#### Vesiohenteiset (dispersio)maalit (yksikomponenttiset)

Irreversiibelien vesiohenteisten maalien (lateksien) sideaineena on polymeeri, joka on dispergoituneena vedessä hyvin pieninä palloina ( $\varnothing$  0,05–0,25  $\mu\text{m}$ ). Veden haihduttua kalvosta polymeeripallot sulautuvat yhteen, jolloin muodostuu yhtenäinen kalvo.

Metallipinnoille tarkoitetuissa maaleissa on korroosionestopigmenttejä ja -inhibiittejä. Polymeerinä käytetään tavallisesti akrylaattihartseja.

Dispersiomaalikalvon säänkestävyys on hyvä. Kalvo on termoplastinen, mutta ei liuotteeseen eikä veteen liukeneva.

#### Kemiallisesti kuivuvat maalit

Siltamaalauksissa käytetään yleisesti kaksikomponenttimaaleja, joissa kalvonmuodostus tapahtuu maalin komponenttien, muoviosan ja kovetteen välisenä verkkoutumisreaktiona. Verkkoutunut maalikalvo ei enää liukene uudestaan maalin liuotteisiin eikä oleellisesti pehmene lämmössä.

Liuoteohenteiset kaksikomponenttiset epoksimaalit (EP) ovat maaleja joiden muoviosa sisältää epoksihartsia ja kovete polyamiini- tai polyamidijohdanteita. Komponenttien sekoittamisen jälkeen maaliseoksella on rajoitettu käyttöaika (pot life). Maalikalvon muodostuminen edellyttää yleensä vähintään +10 °C:n lämpötilaa.

Epoksikalvo ei liukene liuotteisiin. Se tarttuu hyvin alustaan ja se on kova ja kimmoisa, mikä merkitsee hyvää kulutuksenkestävyyttä. Maalikalvo kestää hyvin alkaleja, suolaliuoksia, laimeita happoja, öljyjä, rasvoja ja liuotteita. Säärasituksessa epoksimaalipinta liituuntuu nopeasti.

Liuotteettomien ja niukkaliiuotteisten epoksinnoitteiden (EP) sideaineena on nestemäinen epoksihartsi ja kovete. Pinnoitteilla on lyhyt käyttöaika. Ne levitetään yleensä kaksikomponenttiruiskulla. Kertäkäsittelyllä saavutetaan helposti 250–500 µm:n kuivakalvo.

Epoksiyhdistelmät (EPC) ovat kaksikomponenttisia maaleja, joiden sideaineena käytetään modifioitua epoksihartsia. Kivihiilitervaepoksimaaleja on käytetty nykyisissä silloissa upotusrasituksissa piiloon jäävissä pinnoissa ja tuuletetuissa kotelorakenteissa.

Polyuretaaniyhdistelmät (PURC) ovat kaksikomponenttisia maaleja. Muoviosana käytetään hydroksyyliyhmiä sisältävää hartsia eli polyolia (akryyli-, polyesteri- tai epoksihartsi) ja kovetteena joko aromaattista tai alifaattista isosyanaattiyhdistettä. Maalikalvon muodostuminen tapahtuu yli 0 °C:n lämpötilassa. Alifaattisella kovetteella saadaan säänkestäviä pintamaaleja.

Kivihiilitervapolyuretaanimaalit (CTPUR) ovat vesiupotusrasitukseen soveltuvia maaleja.

Liuotteettomien polyuretaanipinnoitteiden (PUR) sideaineena on nestemäinen polyoli ja isosyanaattikovete.

### **Kosteuskovettuvat maalit**

Kosteuskovettuvien polyuretaanimaalien (yksikomponenttisien) verkouttuminen tapahtuu vielä 0 °C:ssa tai jopa sitä alhaisemmissa lämpötiloissa edellyttäen, että ilmassa on kosteutta.

Sinkkisilikaattimaalit (ESI) ovat yksi- tai kaksikomponenttimaaleja, joiden sideaineena käytetään orgaanista silikaattia. Maalin pigmenttinä käytetään sinkkijauhetta. Sinkkisilikaattimaaleja käytetään säärasitusta kestävässä pintamaalin pohjamaalina tai yksistään ulkoilmassa olevissa rakenteissa ja liuotesäiliöpinnoitteena.

## **3.2.3 Vesiohenteiset korroosionestomaalit**

Vesiohenteiset korroosionestomaalit vaativat maalattavan pinnan huolellisen esikäsittelyn ja olosuhteiden tarkan huomioon ottamisen sekä maalaustyön että maalin kuivumisen aikana.

Vesi kostuttaa rasvaisen pinnan huonosti ja tästä syystä rasvan ja öljyn poisto on tehtävä huolellisesti. Pinnan puhdistus on tehtävä maalinvaihtajien ohjeiden mukaan yleensä asteeseen Sa2½, pienissä korjaustoissa voidaan sallia Sa2. Pienissä, siveltimellä tehtävissä paikkausmaalauksissa voidaan erälle maalityypeille hyväksyä esikäsittelyaste St2 tai St3.

Vesiohenteisten maalien kuivumiseen vaikuttavat eniten suhteellinen kosteus, lämpötila ja tuuletus. Jos suhteellinen kosteus on yli 80 %, vesi ei haihdu maalikalvosta, jolloin maali ei kuivu, vaikka lämpötila olisi riittävän korkea ja tuuletus hyvä. Suhteellisen kosteuden pitäisi olla vesiohenteisilla maaleilla maalattaessa 30–60 %.

Vesiohenteisten maalien kuivuminen tapahtuu kahdessa vaiheessa, jotka ovat haihtumisvaihe ja kalvonmuodostusvaihe. Jos kuivumisolosuhteet ovat haihtumisvaiheen aikana huonot eli suhteellinen kosteus on suuri tai jos maalataan ylipaksuja kalvoja, maalikalvon alle saattaa syntyä ruostetta. Maalin

apuaaineet estävät tämän ilmiön normaaleissa kuivumisolosuhteissa. Jos suhteellinen kosteus on liian matala, maalikalvon pinta kuivuu liian nopeasti, jolloin kalvonmuodostus häiriintyy. Lisäksi maali saattaa pölytä ruiskutettaessa.

Haihtumisvaiheen jälkeen maali ei enää liukene veteen, mutta kalvonmuodostuksen aikana maali on edelleen herkkä vesirasitukselle, esimerkiksi sateelle tai kasteelle. Kuivumisen aikana vesi voi tunkeutua maalikalvoon ja aiheuttaa korroosiota. Kun kalvonmuodostus on tapahtunut, vesiohenteiset maalit kestävät hyvin normaalia säärasitusta. Ne eivät kuitenkaan yleensä kestä jatkuvaa vesirasitusta.

Maalaustyön suorittajan tulee olla tietoinen käyttäessään vesiohenteisiä maaleja niiden käyttöön liittyvistä riskeistä maalauslämpötilan (jäätymisen) ja muiden maalausolosuhteiden osalta. Suositeltavaa on, että ilman ja maalattavan pinnan lämpötila on yli +10 °C. Eri maalityypit poikkeavat tässä suhteessa toisistaan.

### 3.2.4 Liuteohenteiset korroosionestomaalit

Liuteohenteiset korroosionestomaalit ovat reversiibeileitä tai irreversiibeileitä maaleja (kuva 20 Sideaineen mukaan nimitetyt maalityypit ryhmiteltyinä kuivumis- ja kovettumistavan mukaan standardin SFS-EN ISO 12944-5 mukaisesti). Tyypillisiä liuteohenteisiä korroosionestomaaleja ovat alkydimaalit, kloorikautsu- ja vinyylimaalit sekä epoksi- ja polyuretaanimaalit. Kalvonmuodostus tapahtuu liuotteen haihduttua kalvosta. Liuotetyypillä voidaan vaikuttaa kuivumisnopeuteen ja kalvonmuodostukseen. Jokaisella sideainetyypillä on oma liuotteensa tai liuteseoksensa, jonka takia maalin ohentamiseen työvaiheessa on käytettävä maalinvalmistajan suosittelemaa ohennetta. Kuivumisolosuhteet ja suljetuissa tiloissa maalattaessa ilmanvaihto vaikuttavat liuotteen poistumiseen kalvosta. Liian paksu maalikalvo hidastaa liuotteen haihtumista ja huonontaa maalikalvon ominaisuuksia kuten puutteellinen ilmanvaihtokin. Liuteohenteisten maalien käytössä on otettava huomioon työ-, ympäristö- ja paloturvallisuus ja niistä erikseen annetut ohjeet ja määräykset. Kehityssuuntana on perinteisten liuotteellisten maalityyppien korvautuminen niukkaliuotteisilla tai kokonaan liuotteettomilla maalityypeillä tai vesiohenteisillä maalityypeillä, mikäli vaihtoehtojen käyttö on teknisesti mahdollista.

### 3.2.5 Liuotteettomat maalit ja joustopinnoitteet

Liuotteettomilla maaleilla saadaan kertamaalauksella paksumpia kalvoja kuin liuteohenteisilla. Liuotteettomien maalien käyttöaika on lyhyt, lämpötilasta riippuen 10–30 minuuttia, mikä on otettava huomioon työjärjestelyissä. Liuotteettomia maaleja ei saa ohentaa, koska niiden tekniset ominaisuudet kärsivät siitä. Ne levitetään yleensä kaksikomponenttiruiskulla.

Liuotteetonta epoksia ja tervaepoksia on käytetty muun muassa sillan kaiteiden juuria ja teräspalkkien ylälaippoja suojattaessa.

Uretaanitervaa on käytetty siltojen laakereita suojattaessa.

Joustopinnoitteet ovat nimensä mukaisesti joustavia pinnoitteita, joita voidaan käyttää teräspintojen suojauksessa muun muassa riippusiltojen köysissä ja kaidepylväiden juurissa. Niiden joustavuus voidaan saavuttaa käyttämällä sideaineena termoelastomeeria. Termoelastomeerien sideaine voi olla kloorattu polyetyleni (PEC), kloorattu polypropeeni (PP), kloorisulfonoitu polyeteeni (CSM), polykloropreeni (CR, klooributadieeni) tai polyuretaani (PUR). Käytännön merkitystä on lähinnä vain termoplastisella

polyuretaanilla, polykloropreenillä ja kloorisulfonoidulla polyetyleenillä. Joustopinnoitteen paksuus on yleensä 2 mm.

Joustopinnoitteilla on hyvä ilmaston-, veden- ja kemikaalienkestävyys. Lisäksi ne soveltuvat kohteisiin, joissa vaaditaan hyvää mekaanista kestävyyttä. Joustopinnoitteen pitää olla pysyvästi elastinen, mikä kompensoi rakenteen normaaleja liikkeitä.

### 3.2.6 Jauhemaalaus

Jauhemaalaus on menetelmä, jossa muovijauhetta ruiskuttamalla useimmiten staattisen sähkön avulla peitetään maalattava esine maalijauheella, jonka jälkeen esine kuumennetaan niin, että jauhe sulaa, kovettumisreaktio käynnistyy ja verkottuminen tapahtuu. Lämmitys tehdään yleensä uunissa, minkä vuoksi menetelmästä käytetään usein nimitystä polttomaalaus. Siitä käytetään myös nimitystä "pulverimaalaus".

Muovijauheena on yleensä epoksi, polyesteri tai epoksipolyesteriseos. Muita laatuja ovat polyakryyli ja polyuretaani. Myös metallijauheita, kuten sinkkipölyjauhetta voidaan käyttää. Parhaiten ulkokäyttöön sopii polyesteri, koska sillä on hyvä sään- ja UV-säteiden kestävyys.

Maalauksen onnistumiselle ja maalikerroksen pysyvyydelle on tärkeää, että pohja on hyvin puhdistettu. Yleisin pohjakäsittely ennen maalausta on fosfointi. Kuumasinkityn pinnan puhdistus pitää tehdä pyyhkäisysuihkupuhdistuksena ei metallisella rakeella tai vaihtoehtoisesti on tehtävä konversiokäsittely.

Jauhemaalauksen etuna on, että siinä ei käytetä liuottimia, minkä vuoksi ei synny myöskään VOC-päästöjä.

Jauhemaalausta käytetään silloissa pääsääntöisesti sinkittyjen kaiteiden maalauksessa.

### 3.2.7 Maalien yhteensopivuus

Korjausmaalauksessa käytetään samaa maalausjärjestelmää kuin alkuperäisessä maalauksessa, ellei alkuperäisen maalauksen huono kestävyys, maalausolosuhteet tai muut syyt anna perusteltua aihetta maalausjärjestelmän vaihtamiseen.

Pinnan esikäsittelymenetelmä määräytyy valitun maalausjärjestelmän pohjamaalin mukaan. Jos muutosta joudutaan harkitsemaan, käytetään taulukkoa [11 Eri maalityyppien päälle maalattavuus mahdollisuudet korjausmaalauksessa](#) ja maalausalan asiantuntijoita. Taulukkoa käytettäessä on muistettava, että tuoteselosteista on erikseen tarkistettava tuotekohtaiset vaatimukset ja suositukset (ks. taulukko [10 Silloissa käytettävien liuteohenteisten maalien yleiset ominaisuudet](#)).

Taulukko 11. Eri maalityyppien päälle maalattavuus mahdollisuudet korjausmaalauksessa

| Vanha maali           | Uusi maali |               |         |                 |              |                    |               |                  |                     |                       |
|-----------------------|------------|---------------|---------|-----------------|--------------|--------------------|---------------|------------------|---------------------|-----------------------|
|                       | Alkydi     | Kloori-kautsu | Vinyyli | Epoksi          | Epoksi-terva | Sinkki-sili-kaatti | Sink-kiepoksi | Polyu-retaani    | Polyu-retaani-terva | Akryyli <sup>2)</sup> |
| Alkydi                | ++         |               |         | + <sup>1)</sup> |              |                    |               | ++ <sup>3)</sup> |                     | +                     |
| Kloori-kautsu         |            | ++            |         |                 |              |                    |               |                  |                     |                       |
| Vinyyli               |            |               | ++      |                 |              |                    |               |                  |                     |                       |
| Epoksi                |            |               |         | ++              | ++           |                    |               | ++               | ++                  | ++                    |
| Epoksi-terva          |            |               |         |                 | ++           |                    |               |                  | ++                  |                       |
| Sinkki-sili-kaatti    |            | +             | +       | ++              | ++           |                    |               | +                |                     |                       |
| Sinkkiepoksi          |            | ++            | +       | ++              | +            |                    | ++            |                  |                     | +                     |
| Polyu-retaani         |            |               |         |                 |              |                    |               | ++               |                     | +                     |
| Polyu-retaani-terva   |            |               |         |                 |              |                    |               |                  | ++                  |                       |
| Akryyli <sup>2)</sup> |            |               |         |                 |              |                    |               |                  |                     | ++                    |

Tuotekohtainen soveltuvuus on varmistettava maalin toimittajalta.

<sup>1)</sup> Ainoastaan nk. mastic-tyyppiset epoksimaalit ja vain kun kyse on vanhasta alkydimaalauksesta

<sup>2)</sup> Vesiohenteinen

<sup>3)</sup> Vain vanhan alkydimaalin päälle

++ = suositeltava

+ = mahdollinen

tyhjäruutu = ei suositella

### 3.3 Metalliset pinnoitteet

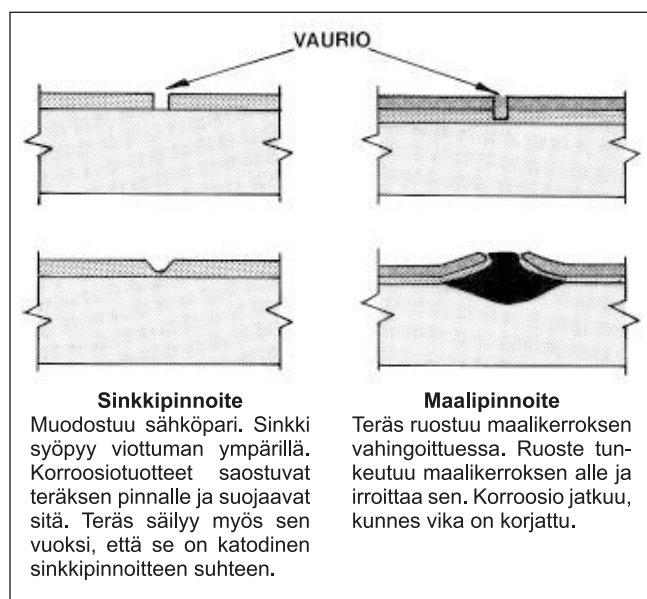
### 3.3.1 Sinkki

Sinkki on siltarakenteissa yleisesti käytetty metallinen pinnoite. Sinkitys voidaan tehdä joko kuumasinkityksenä, jolloin pinnoitettava kappale upotetaan sulaan sinkkiin tai ruiskuttamalla, jolloin sula sinkki ruiskutetaan paineilman avulla pinnoitettavaan kohtaan. Menetelmiä selostetaan tarkemmin kohdissa [6.6 Metalliruiskutus](#) ja [6.7 Kuumasinkitys](#). Kuumasinkitystä vastaavia kerrospaksuuksia voidaan saada aikaan myös mekaanisella sinkityksellä. Menetelmä soveltuu erityisesti pienten kappaleiden, kuten kiinnittimien pinnoittamiseen. Sen sijaan sähkösinkityksellä aikaansaatava sinkkikerros on niin ohut, että menetelmää ei saa käyttää sillan rakenneosissa.

Sinkkipinnoite suojaa terästä korroosiota vastaan

1. muodostamalla sulkukerroksen, joka estää kosteuden ja hapen tunkeutumisen teräksen pinnalle
2. antamalla katodisen suojan naarmujen ja kolhiintumien kohdalla.

Pienet 2–3 mm naarmut sinkkipinnoitteessa eivät vaadi korjaustoimia, koska vioittuneeseen kohtaan tulee teräksen ja pinnoitteen välisen potentiaalieron takia sähköpari. Tällöin sinkkipinnoite syöpyy ja korroosiotuotteet saostuvat paljastuneen teräksen pinnalle sitä suojaamaan. Korroosio ei etene sinkkipinnoitteen alla siten, kuin maalipinnoitteen alla saattaa tapahtua (kuva [21 Korroosio ei etene sinkkipinnoitteen alla](#)).



Kuva 21. Korroosio ei etene sinkkipinnoitteen alla

Ruiskusinkitty pinta tiivistetään vinyylimaalilla tai -lakalla. Haluttaessa pitkää käyttöikää sinkkipinnoite suojataan epoksipolyuretaaniyhdistelmällä.

Sinkki syöpyy ilmastorasituksessa ympäristöolosuhteista riippuen 1–5 µm vuodessa. Talvella suolattavilla tieosilla olevien siltojen sinkityissä kaiteissa sinkin syöpymisnopeus on huomattavasti suurempi. Sinkkioksidi muuttuu ulkoilmassa ilman kosteuden ja hiilidioksidin vaikutuksesta emäksiseksi sinkkikarbonaatiksi. Tämä kerros on tiivis ja hyvin kiinnittynyt. Koska kerros on melkein liukenematon veteen, se antaa sinkkipinnoitteelle hyvän suojan varsinkin ilmastossa, jossa rikkipitoisia epäpuhtauksia on vähän.

Sinkkipinnoitteen syöpymisnopeutta on seurattava siltakohtaisin mittauksin. Pinnoitteen suojauskykyä lisätään maalaamalla tai ruiskusinkityksellä ennen kuin sinkkikerroksen paksuus alittaa 50 µm.

### 3.3.2 Alumiinipinnoitteet

Siltarakenteita voidaan pinnoittaa myös alumiinilla. Alumiinipinnoitteita valmistetaan, kuten sinkkipinnoitteitakin, kuumaupottamalla ja ruiskuttamalla. Siltakohteissa on käytetty vain ruiskualuminointia.

Alumiinipinnoitteiden korroosionkestävyys on hyvä, mutta niiden antama katodinen suoja on sinkkiä huonompi. Tämä voi ilmetä korroosiona naarmuissa ja leikkausreunoissa.

Alumiinipinnoitteita käytetään sellaisenaan tai maalattuina. Alumiini hapettuu nopeasti ja korroosiotuotteet tukkivat huokoset, joten pinnan tiivistämistä maalilla ei välttämättä tarvita.

### 3.3.3 Seospinnoitteet

Alumiini-sinkkiseosten koostumus voi vaihdella. Tavallisimpien seosten alumiinipitoisuus on 55 % tai 5 %. Seospinnoitteiden korroosionestokyky on ilmastollisessa rasituksessa sinkkipinnoitetta parempi. Katodinen suojauskyky ei ole yhtä hyvä kuin sinkillä.

Sinkin ja alumiinin sekä niiden seosten suojaava vaikutus perustuu pinnoituksessa käytettävän metallin ja rakenneteräksen keskinäiseen asemaan sähkökemiallisessa jännitesarjassa, jossa sinkki ja alumiini ovat epäjalompia kuin teräs.

## 3.4 Korroosionestoteipit

Tavallisimmat korroosionestoteipit on valmistettu PVC-, PEH- tai PTFE-muovista ja itsekiinnittyvästä liimakalvosta. Valmiit liimapinnalla varustetut teipit ovat 10–500 mm:n levyisiä ja paksuudeltaan 0,1–0,5 mm. Teipit kestävät hyvin mm. auringonvaloa, suolaista vettä ja emäksiä. Korroosionestoteippi voidaan suojata iskuja ja muita mekaanisia rasituksia vastaan suojaiteilla.

Liima-aineina käytetään yleensä keinokumipohjaisia kontaktiliimoja, joten liimauksen lujuus ja kemiallinen kestävyys vastaa tavallisen kumiin arvoja. Suojattava teräspinta on suihkupuhostettava asteeseen Sa2½. Suojattavalla pinnalla mahdollisesti oleva öljy on poistettava ensin. Puhdistuksessa ei saa käyttää öljypitoisia liuotteita kuten paloöljyä tai tärpättä.

## 3.5 Tilapäiset korroosionestoaineet ja -menetelmät

Tilapäinen korroosionesto voidaan toteuttaa kalvoa muodostavilla tuotteilla, kaasumaisilla inhibiiteilla tai pitämällä pinta kuivana.

Kalvoa muodostavat tilapäiset korroosionestoaineet ovat tyypiltään joko emulgoivia ruosteenestoaineita, ruosteenestoöljyjä, ruosteenestonesteitä, ruosteenestorasvoja tai lämpimänä levitettäviä ruosteenestoaineita. Levitysmenetelmiä ovat ruiskutus, lastalevitys, kastaminen, sively, harjaaminen tai sisäinen täyttö. Sillanrakennustöissä on käytetty ruosteenestoaineita, jotka muodostavat liuotteiden haihduttua pinnalle öljymäisen tai vahamaisen kalvon. Suojaustöissä noudatetaan aineen valmistajan

antamia ohjeita ja työtä varten on aina laadittava työkohtainen työselitys. Korroosiosuoja-aika on yleensä 2–5 vuotta. Suoja-aika on selvitettävä ainekohtaisesti. Kaikki tilapäiset korroosionestoaineet eivät kestä suolaa ja mekaanista kulutusta.

Kaasumaisia inhibiittejä on esimerkiksi korroosionestopapereissa tai erilaisissa tuotteissa, jotka on tarkoitettu sijoitettaviksi esimerkiksi pakkausten tai suljettujen rakenteiden sisälle. Muodoltaan nämä tuotteet voivat olla jauhemaisia, kiinteitä tabletteja tai vaikkapa rakenteen sisäpintaan kiinnitettäviä tyynyjä. Silikageeliä ei voi käyttää yhdessä kaasumaisten inhibiittien kanssa, sillä se estää inhibiitin toiminnan imeäällä sen itseensä.

Teippauksen jälkeen tarkastetaan, että limitys on joka kohdassa oikea ja että pinnassa ei ole suojausta vaarantavia ryppyjä, kohoumia tai rikkoutuneita kohtia. Paikkaukset tehdään tuotekohtaisten ohjeiden mukaan. Tiiviys voidaan tarkistaa huokoisuuden mittauslaitteella, joka perustuu korkeajännitetekniikkaan.

Teipit pitää varastoida alkuperäisissä pakkauksissaan kuivassa tilassa ja mieluummin huoneenlämmössä.

Korroosionestoteippejä on kokeiltu muun muassa sillan kaidepylväiden juurien ja vaijereiden suojaamisessa.

## 4 Periaateratkaisu

Periaateratkaisulla (katso kuva [12 Siltojen korjaukseen liittyvän pintakäsittelyn vaiheet ja eri vaiheisiin liittyvät ohjeet ja standardit](#)) tarkoitetaan pintakäsittelytoimenpiteen valintaa seuraavista vaihtoehdoista:

- Ei tehdä mitään toistaiseksi. Riskit on selvitettävä.
- Korroosiota hidastetaan tilapäisellä korroosionestoaineella. Riskit on selvitettävä.
- Tehdään kunnossapitomaalaus tai uudismaalauksen korjausmaalaus eli jokin seuraavista:
  - paikkausmaalaus
  - paikkausmaalaus ja ylimaalaus
  - uusintamaalaus.
- Tehdään kuumasinkitys ja mahdollisesti maalaus.
- Tehdään terminen ruiskutus ja maalaus.

Edellä esitettyä periaateratkaisua varten selvitetään

- rakenteen kunto ja sillan käyttöikä (kohta [4.1 Rakenteen kunnon arviointi ja sillan käyttöikä](#))
- pintakäsittelyn kunto (kohta [4.2 Pintakäsittelyn kunnon arviointi](#))
- paikalliset olosuhteet (kohta [4.3 Paikalliset olosuhteet](#))
- ympäristönsuojelu, työturvallisuus ja liikenneturvallisuus (kohta [4.4 Ympäristönsuojelu, työturvallisuus ja liikenneturvallisuus](#)).
- kustannukset (kohta [4.5 Kustannukset](#))

Pääsääntöisesti pintakäsittelyn periaateratkaisut jakaantuvat siten, että

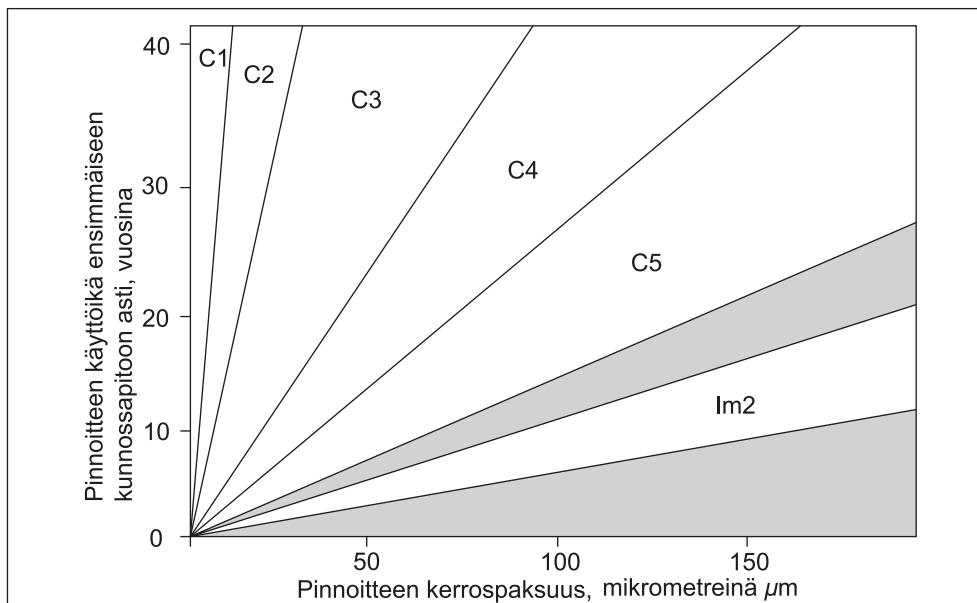
- laajat pinnat käsitellään sopivalla maalausjärjestelmällä
- varusteet ja laitteet käsitellään irrottamismahdollisuudesta riippuen kuuma- tai ruiskusinkityksellä. Sinkittävien teräsosien pii-pitoisuus on syytä selvittää ennen periaateratkaisun tekemistä.

Myös pintakäsittelymenetelmien yhdistelmiä on harkittava.

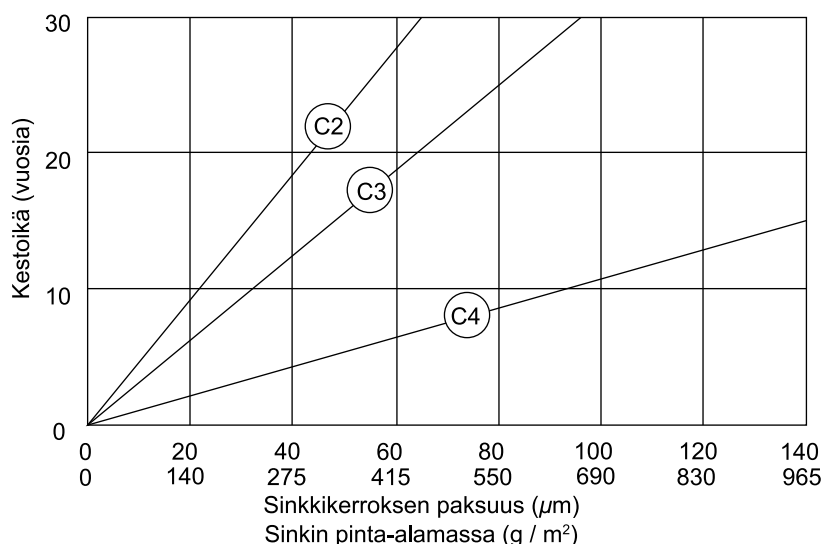
Pintakäsittelyjärjestelmän valinta tehdään vasta pintakäsittelyn suunnittelun yhteydessä kohdan [5.1.1 Pintakäsittelyjärjestelmän valinta](#) mukaisesti.

## 4.1 Rakenteen kunnon arviointi ja sillan käyttöikä

Korjattavan sillan jäljellä oleva käyttöikä määritetään ennen periaateratkaisun tekoa. Pintakäsittelytöiden pitää olla oikeassa suhteessa sillan jäljellä olevaan käyttöikään. Suomessa pyritään siltojen uusintamaalauksissa yleensä yli 30 vuoden käyttöikään (katso kohta [2.1 Yleiset laatuvaatimukset](#)). Paikkausmaalauksessa käyttöikätaavoite määräytyy yleensä alkuperäisen maalauksen keston mukaan ollen 15–20 vuotta. Kuumasinkityksen kestoikää voidaan karkeasti arvioida kuvan [22 Kuumasinkkikerroksen kestoikä eri ympäristöluokissa](#) avulla ja ruiskusinkityksen kestoikää kuvan [23 Ruiskusinkkikerroksen kestoikä eri ympäristöluokissa](#) avulla.



Kuva 22. Kuumasinkkikerroksen kestoikä eri ympäristöluokissa



Kuva 23. Ruiskusinkkikerroksen kestoikä eri ympäristöluokissa

Lähtötiedot kuntoselvitystä varten saadaan Väyläviraston siltojen hallintajärjestelmästä. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota sillan liikenteenvälityskyvyn ja kantavuuden riittävyyteen.

Ennen pintakäsittelyn periaateratkaisuja on selvitettävä, tarvitseeko teräsrakenteita kunnostaa.

Kunnostamistarpeita voivat olla

- tarve lisätä rakenteiden kantavuutta vastaamaan mahdollisesti muuttuneita kuormituksia tai teräskorroosion aiheuttamaa kantavuuden alentumista
- tarve uusia rakenneosia.

Sillan kunnossapitoa ja korjausta helpottavat varusteet ja laitteet tehdään tai kunnostetaan korjaustyön alussa. Toimenpiteiden tarve on selvitettävä periaateratkaisujen lähtötiedoksi tarkastellen muun muassa suojattavien pintojen puhdistettavuutta ja luoksepäästävyyttä.

Myös rakenne saattaa asettaa rajoituksia pintakäsittelymenetelmälle. Huomioon otettavia rakenteellisia seikkoja ovat muun muassa niittaus, pulttaus, kulmat, nurkat, raot, ahtaat välit ja liimaliitokset.

## 4.2 Pintakäsittelyn kunnon arviointi

Pintakäsittelyn vaurioluokitus tehdään sillan yleis- ja erikoistarkastuksissa kohdan [4.2.1 Vaurioasteet](#) mukaan.

Tarkemmassa teräsrakenteen pintakäsittelyn korjaustoimenpiteen määrittämisessä käytetään apuna tarkoitusta varten laadittua ohjetta *SILKO 1.356 Pintakäsittelyn korjaustoimenpiteen määrittäminen*. Putkisilloja varten on laadittu oma ohje *SILKO 1.357 Teräsrakenteet - Teräsputken korjaustoimenpiteen määrittäminen*.

Vanhan maalin tyyppi on selvitettävä ympäristönsuojelusyistä (muun muassa lyijypitoisuus) ja mahdollisen päällemaalattavuuden vuoksi seuraavasti:

1. Tarkistetaan Siltarekisteristä saatavat tiedot.
2. Tietoja alkuperäisestä pinnoitteesta saattaa löytyä

- ELY-keskukseen arkistoiduista urakka-asiakirjoista
  - tiemestarin aikanaan pitämästä maalauskortistosta
  - sillan rakentamisen yhteydessä laaditusta kelpoisuuskirjasta tai laaturaportista (kelpoisuuskirjoja on laadittu 1970-luvulta lähtien ja ne muutettiin laaturaporteiksi vuonna 1990).
  - ELY-keskuksen siltainsinööriltä
3. Jos vanhaa maalityyppiä ei tunneta, se voidaan selvittää levittämällä pinnalle epoksimaalin ohennetta, jossa on 60 % ksyleeniä ja 40 % butanolia. Ohenteen annetaan vaikuttaa maalipintaan noin 10 minuutin ajan, jolloin maalityyppi voidaan tunnistaa vaikutuksen perusteella seuraavasti:
- Epoksi- ja polyuretaanimaaleihin ei ole vaikutusta.
  - Alkydimaali nousee tai tulee tahmeaksi (vaatii pitemmän vaikutusajan).
  - Kloorikautsu- ja vinyylimaalit liukenevat.

Varmimmin maalityyppi saadaan selville lähettämällä näyte maalitehtaalle tai tutkimuslaitokseen tutkittavaksi.

Lisäksi on pyrittävä selvittämään alkuperäisen pinnoitteen valmistumisaika ja se, millaisia maalityyppejä silloin oli tapana käyttää. Rakenteissa voi olla myös erilaisia maalityyppejä eri aikoina tehtyjen kunnossapitomaalauksen jäljiltä, joten pinnoitteen tutkimisessa on edettävä metallipintaan saakka ja selvitettävä myös pinnan puhdistustapa. Myös koemaalauksella voidaan selvittää eri maalien soveltuvuutta alkuperäiseen maalaukseen.

## 4.2.1 Vaurioasteet

Teräsrakenteiden pintakäsittelyvirheiden ja korroosion vaurioluokitus tehdään *Sillantarkastuskäsikirja* taulukon 7 avulla. Sitä käytetään lähinnä korjaustoimien ohjelmoinnissa.

Pintakäsittelysuunnitelman laatimista varten on selvitettävä koko rakenteen maalattavien pintojen kunto, johon vaikuttavat eri pintojen ja uusien rakenneosien

- maalaamattoman pinnan ruostumisaste standardin SFS-EN ISO 8501-1:n mukaan määritettyinä
- maalatun pinnan ruostumisaste standardin SFS-EN ISO 4628-3 mukaan määritettyinä
- maalatun pinnan rakkuloitumis-, halkeilemis- ja hilseilyasteet standardin SFS-EN ISO 4628-2, -4 ja -5 mukaan määritettyinä.

Maalaamattoman pinnan ruostumisasteet ovat standardin SFS-EN ISO 8501-1:n mukaan seuraavat:

1. Teräspinta, jota laajalti peittää hyvin kiinni oleva valssihilsekerros, mutta jossa ruostetta on hyvin vähän tai ei lainkaan.
2. Teräspinta, jolla on alkavaa ruostumista ja jolta valssihilsekerros on alkanut irrota.
3. Teräspinta, jolta valssihilse on ruostunut pois tai jolta sen voi kaapia ja jossa paljain silmin tarkasteltaessa on havaittavissa vähäistä kuoppakorroosiota.
4. Teräspinta, jolta valssihilsekerros on ruostunut pois ja jossa paljain silmin tarkasteltaessa on havaittavissa yleistä kuoppakorroosiota.

Maalatun pinnan ruostumisaste määrytyy ruostuneen pinta-alan perusteella taulukossa [12 Maalatun teräspinnan ruostumisasteet ja vastaava ruostunut pinta-ala % likimäärin](#) esitetyllä tavalla.

Taulukko 12. Maalatun teräspinnan ruostumisasteet ja vastaava ruostunut pinta-ala % likimäärin

| Ruostumisaste SFS-EN ISO 4628-3 | Ruostunut pinta-ala |
|---------------------------------|---------------------|
| Ri0                             | 0 %                 |
| Ri1                             | 0,05 %              |
| Ri2                             | 0,5 %               |
| Ri3                             | 1 %                 |
| Ri4                             | 8 %                 |
| Ri5                             | 40–50 %             |

Ruostumisasteet ja esikäsittelyasteet on esitetty sillankaiteiden mallikuvina ohjeissa *SILKO 1.353 Ruostumisasteen Ri 3 vertailuasteikot*, *SILKO 1.354 Ruostumisasteen Ri 4 vertailuasteikot* ja *SILKO 1.355 Ruostumisasteen Ri 5 vertailuasteikot*.

*Sillantarkastuskäsikirja* vaurioluokat ovat seuraavat:

1. Teräsrakenteessa on naarmuja, maalin lohkeamia tai muita vähäisiä pintakäsittelyvaurioita.
2. Pääkannattajan ylälaipassa tai muissa teräsrakenteissa on paikallisia pintakäsittelyvaurioita vähintään ruostumisasteessa Ri3. Riippuköysien kittaukset ovat halkeilleet.
3. Rakenneosaa on laajalti ruostumisasteessa Ri3, Ri4 tai Ri5, mutta ainevahvuus ei ole pienentynyt.
4. Rakenneosan ainevahvuus on pienentynyt tai siinä on lehtiruostetta.

*Sillantarkastuskäsikirja* määrittelee korjaustoimet A–D ohjeellisesti rakenneosan ja rasitusluokan mukaan.

## 4.3 Paikalliset olosuhteet

Periaateratkaisun tekemistä varten on selvittävä paikalliset ilmasto-, liikenne- ja ympäristöolosuhteet.

Siltapaikan ympäristön rasitusluokka määritetään kohdan [1.4.1 Rasitusluokat](#) mukaan.

Liikenne-, tiestö- ja ratatiedot saadaan Väyläviraston tietokannoista. Siltapaikalla on tarkistettava näkemäolosuhteiden, liittymien yms. vaikutus liikenteenohjaukseen ja nopeuden rajoittamiseen. Jos sillan ali kulkee vesiliikennettä, selvitetään sen vaatimukset kulkuaukon suhteen ja mahdollisen säännöllisen liikenteen kulkuajat. Ratasilloissa ja jos tiesilta ylittää radan, junaliikenteen asettamat vaatimukset on selvittävä Väylävirastosta. Varsinkin sähköistetyt radat asettavat suuria rajoituksia. Asiaa on käsitelty ohjeen *Taitorakenteiden tarkastusohje* kohdassa 5.

Siltapaikalla on tarkistettava maalattavien rakenteiden luoksepäästävyys, telineiden rakentamista ja nostureiden käyttöä rajoittavat tekijät sekä jätteiden talteenottomahdollisuudet. Erityisesti ratasilloissa on syytä selvittää voidaanko silta ottaa väliaikaisesti pois käytöstä ja pintakäsittellä hallituissa olosuhteissa radan vieressä tai konepajalla. Jos suuresta sillasta puuttuu kiinteä hoitosilta, on harkittava joko kiinteän hoitosillan tai siirrettävän hoitosillakkeen tekemistä pintakäsittelytyötä varten. Sillan

varusteiden suunnittelussa on otettava huomioon myös jätteiden talteenottoa varten tarvittavat rakenteet.

Pintakäsittelymenetelmää valittaessa on lisäksi otettava huomioon, että huoltomaalauksessa voi esiintyä seuraavia vaikeuksia:

- Suihkupuhdistusta ei voida rakenteen tai pölyhaitan takia tehdä. Pölyhaittaa voidaan vähentää suojauksella tai käyttämällä vesipuhallusta.
- Paikkausten rajaaminen on vaikeaa ja lopputulos saattaa olla huono, jos maalikerrosten ristiinmenoa ei tapahdu.
- Työhön liittyy työtekniisiä vaikeuksia.
- Ruiskumaalausta ei voida maalisumun takia käyttää.
- Työkohde joudutaan suojaamaan, koska pinnat tulevat kosteiksi ilman alhaisen lämpötilan ja korkean suhteellisen kosteuden vuoksi. Suojaus voi olla tarpeen sääolosuhteiden tai jätteen talteenoton tai molempien vuoksi.
- Sääolosuhteet voivat ajoittain estää tai haitata pintakäsittelyä.
- Työssä tarvitaan telinerakenteita, joista aiheutuu huomattavia kustannuksia.

## 4.4 Ympäristönsuojelu, työturvallisuus ja liikenneturvallisuus

Periaateratkaisun tekemistä varten on selvitettävä

- siltapaikan ympäristöluokka
- ympäristönsuojeluvaatimukset
- työturvallisuusvaatimukset
- liikenneturvallisuusvaatimukset.

Siltapaikan ympäristöluokka määritetään ohjeen *Sillansuunnittelun lähtötiedot* mukaisesti.

Ohjeen *SILKO 1.112 Ympäristönsuojelu* mukaan vaadittava suojaus ilmaistaan puhalluspölyn ja -jätteen sekä maalisumun talteenottovaatimuksena. Lisäksi voidaan asettaa mm. pesua, melua, liikennettä, työaikaa ja jätteenkäsittelyä koskevia vaatimuksia. Ympäristönsuojelua on käsitelty kohdassa [8 Ympäristönsuojelu](#).

Periaateratkaisuja tehtäessä otetaan huomioon pintakäsittelyn ja sen huoltokäsittelyjen ympäristövaikutukset sillan käyttöiän aikana. Pintakäsittelytyöistä aiheutuvat ympäristöhaitat ovat pääasiassa liuotepäästöjä eli VOC-päästöjä. Ne vaikuttavat ratkaisevasti varsinkin silloin, jos vaihtoehdot ovat teknisesti ja säilyvyydeltään samanarvoiset.

Työturvallisuutta on käsitelty kohdassa [7 Työturvallisuus](#). Työturvallisuusvaatimukset määräytyvät pääosin käyttöturvallisuustiedotteiden perusteella. Tärkeätä on työntekijöiden opastus ja motivointi työsuojeluun. Periaateratkaisua tehtäessä turvallisuusasioista tulee ottaa huomioon vanhan pinnoitteen mahdolliset sisältämät terveydelle haitalliset aineosat mm. PAH-yhdisteet, ajoneuvoliikenteen aiheuttamat riskitekijät työturvallisuudelle, ratasilloissa junaliikenteen ja sähköistyksen aiheuttamat riskitekijät sekä putoamisen ja hukkumisen estämisen toteutustapa.

Liikenneturvallisuusvaatimukset toteutetaan selvittämällä liikenneturvallisuutta vaarantavat tekijät sillalla ja siltapaikalla. Pintakäsittelytyö vaikeuttaa yleensä liikennettä, mutta liikenne on puolestaan

vaara työntekijöille. Työnaikaiset liikennejärjestelyt ja liikenteenohjaus toteutetaan niitä koskevien ohjeiden *Liikenne tietyömaalla – Pätevyysvaatimukset ja työturvallisuuden perusteet*, *Liikenne tietyömaalla – Kunnossapitotyöt* ja *Liikenne tietyömaalla – Tienrakennustyömaat* mukaisesti.

Rautatiesilloilla junaliikenteestä aiheutuvan ja sille aiheutettavan vaaran lisäksi on erityistä huomiota kiinnitettävä putoamisvaarallisiin töihin sillan alla oleva vesiliikenne huomioiden. Korjaustyön aikana tulee ottaa huomioon sähköistetyin radan asettamat vaatimukset ja varautua niihin tarpeen mukaan (jännitekatkot, nostimien rajoittimet).

Ympäristölle ja liikenteelle aiheutuvat haitat on otettava huomioon pintakäsittelytyötä suunniteltaessa. Pintakäsittelyn pitkä kestoikä on usein merkittävä valintaperuste, koska uusintakäsittelyjä tarvitaan vähemmän. Muita tapauskohtaisesti merkittäviä asioita ovat

- pintojen puhdistettavuus töherryksistä ja liasta
- paikkausmaalauksen ja varsinkin sen esikäsittelyn helppous muun muassa ympäristölle haitallisten aineiden suhteen
- rakenneosien irrotettavuus kuumasinkitystä varten.

## 4.5 Kustannukset

Merkittävimpiä pintakäsittelytyön kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä ovat:

- telineet
- suojaus- ja puhallusjätteen talteenotto
- nostokalusto
- terästyön laatuaste
- teräspinnan puhdistusaste
- maalattavien kerrosten lukumäärä
- ratasilloissa junaliikennekatkot

Kustannuksia tulee verrata aina sillan jäljellä olevaan käyttöikään suhteutettuna. Maalaustyön lopulliset kokonaiskustannukset määrittyvät vasta mahdollisesti tarvittavien huoltomaalausvaiheessa tehtävien toimenpiteiden perusteella. Usein lopullisella sijoituspaikalla tehty uusintamaalaus tulee monin verroin kalliimmaksi kuin alkuperäinen pintakäsittely. Maalausjärjestelmän kestoikä vaikuttaa ratkaisevasti maalauksen taloudellisuuteen. Valittaessa maalausjärjestelmää on otettava huomioon huoltomaalaukskustannukset kokonaisuudessaan maalausjärjestelmän oletetun kestoiän aikana. Tällöin lähtökustannuksiltaan kalliimpi maalaus voi tulla lopulta edullisemmaksi.

Siltapaikalla suoritettavissa pintakäsittelytyöissä merkittäviä lisäkustannuksia syntyy telinetöistä ja sääsuojista. Teline- ja sääsuojaratkaisuja harkittaessa tulee ottaa huomioon myös puhallusjätteen talteenotto. Ympäristömääräysten ja -lakien vaikutuksesta myös maalauksesta syntyneen jätteen määrä ja laatu vaikuttaa kokonaiskustannuksiin.

Kiinteitä telineitä käytettäessä laatuksenkustannukset ovat usein alemmat verrattaessa siirrettäviin telineratkaisuihin. Pintakäsittelytyössä mahdollisesti tarvittavan nostokaluston käytöstä voi aiheutua merkittäviä lisäkustannuksia pintakäsittelyn kokonaiskustannuksiin.

Varsinaisen pintakäsittelytyön kustannuksiin vaikuttavat kaikki pintakäsittelyyn tarvittavat työvaiheet. Kestoikään vaikuttaa olennaisesti pintakäsittelytyön laatutekijät, kuten mm. rakenteen muoto, maalausjärjestelmän maalattavuus, henkilöstön ammattitaito sekä oikein suunniteltu ja järjestetty laadunvalvonta. Laadun hallintaan tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Käytännön maalikustannukset vaihtelevat riippuen levitysmenetelmästä sekä kappaleiden muodosta ja koosta. Tällöin ohiruiskutuksen vuoksi maalikustannukset voivat olla jopa 60 % korkeammat kuin teoreettisesti laskettuna. Tällä on erityistä vaikutusta valittaessa uusintamaalauksen pintakäsittelyjärjestelmää.

Ratasilloissa merkittäviä lisäkustannuksia voi aiheuttaa pintakäsittelytyöiden vaatimat junaliikennekatkot. Junaliikennekatkojen tarpeellisuus ja katkojen toteutusmahdollisuus on selvitettävä jo pintakäsittelytyön suunnitteluvaiheessa.

## 5 Pintakäsittelyn suunnittelu

### 5.1 Pintakäsittelyn korjaussuunnitelma

#### 5.1.1 Pintakäsittelyjärjestelmän valinta

Kunnossapitomaalauksen suunnittelussa ja maaliyhdistelmän valinnassa on otettava huomioon se, miten maaliyhdistelmä soveltuu yhteen muiden rakenteiden materiaalien kanssa. Teräsbetonikantisissa liittopalkkisilloissa ongelmakohtia ovat teräksen ja betonin rajakohdat, joissa vaikuttavaa betonin alkalisuutta muun muassa alkydimaalit eivät kestä. Siltojen teräsrakenteissa yleisesti käytetyistä maaleista alkalinkestäviä ovat muun muassa kloorikautsu-, epoksi- ja polyuretaanimaalit. Siltojen puukansissa käytetty kreosoottikyllästysaine vaurioittaa muun muassa alkydi- ja kloorikautsumaaaleja, jotka eivät näin ollen sovellu tällaisiin kohteisiin. Myös puurakenteiden suolakyllästysten aiheuttaman rasituksen vuoksi on syytä käyttää epoksi- ja polyuretaanimaaleja. Teräksen ja betonin rajakohdan kunnostuksessa ja maalauksessa noudatetaan ohjetta *SILKO 2.332 Teräspalkin ylälaipan kunnostus*.

Maalattavan pinnan puhdistuksessa on käytetty suihkupuhdistusta vasta 1960-luvun alusta lähtien. Tätä aikaisemmin valmistuneissa silloissa saattaa maalikerroksen alla olla valssihilsettä tai muita epäpuhtauksia, jolloin vanhan maalin tartunta ei ole paras mahdollinen. Asia voidaan tarvittaessa varmistaa rikkomalla maalausta pieniltä alueilta ja suorittamalla yksityiskohtainen tarkastus esimerkiksi suurennuslasia apuna käyttäen. Näille silloille ei suositella kunnossapitomaalausta paikkausmaalauksena vaan on suositeltavaa tehdä uusintamaalaus suihkupuhdistetulle pinnalle. Vanhoissa silloissa terästyön viimeistelyn taso on yleensä puutteellinen pintakäsittelyn kannalta. Viimeistelypuutteet, kuten hitsausroiskeet, jyrkät hitsipalkojen liittymät, kolhut, naarmut ja terävät särmät pitää poistaa hiomalla ennen pintakäsittelyä.

Paikkausmaalauksessa sekä paikkaus- ja ylimaalauksessa käytetään yleensä samaa maalityyppiä kuin alkuperäisessä maalauksessa, ellei alkuperäisen maalauksen heikko kestävyys, maalausolosuhteet,

vaikeasti maalattavat rakenteet tai muut syyt anna perusteltua aihetta maalityypin muuttamiseen. Lisäksi maaliyhdistelmän tulee soveltua saavutettavaan pinnanpuhtausasteeseen. Maaliyhdistelmät, joissa pohjamaalina on sinkkimaali, vaativat aina suihkupuhdistusasteen Sa2½ riittävän tarttuvuuden varmistamiseksi. Maalausjärjestelmissä LIVI B.1 ja B.2 puhdistusaste Sa2 on korjaustöissä yleensä riittävä, pienissä ja hankalasti käsiteltävissä paikkausmaalaukskohdissa jopa puhdistusaste St2 voidaan hyväksyä. Kaikissa tapauksissa pyritään kuitenkin aina parhaaseen mahdolliseen ja tarkoituksenmukaisimpaan puhdistusasteeseen.

Uusintamaalauksissa käytetään ohjeen *SILKO 3.351 Uudis- ja uusintamaalauksen maalausjärjestelmät* mukaisia laatuvaatimukset täyttäviä maalausjärjestelmiä. Ohjeen kohdassa *Yhteenvedo väyläviraston maalausjärjestelmistä* on esitetty yhteenvedo maalausjärjestelmistä. Ohjeen kohdassa *Suositteluvat maalausjärjestelmät käyttökohteittain* on esitetty suositeltavat maalausjärjestelmät. Väylävirasto ylläpitää erillistä luetteloa, joka sisältää maalivalmistajien maalausjärjestelmät, jotka täyttävät Väyläviraston laatuvaatimukset. Käyttökohteeseen tulevan maalausjärjestelmän valinta perustuu saavutettavaan maalattavan pinnan puhdistusasteeseen ja vallitseviin maalausolosuhteisiin. Pinnan puhdistusasteen ja maalausolosuhteiden mukaan käytetään seuraavia maaliyhdistelmiä:

- Jos maalattavien pintojen puhdistuksessa päästään puhdistusasteeseen Sa2½, voidaan käyttää sinkkipolypigmentoituhiin pohjamaaleihin perustuvia maaliyhdistelmiä (Esim. LIVI A.1, A.2 ja A.3).
- Jos rakenteellisista tai muista syistä pinnan puhdistusaste on huono (Sa2 tai St2), käytetään alkydi- tai epoksipolyuretaanimaaliyhdistelmiä (LIVI B.1 ja B.2).

Kunnostettaessa kaidepylvään juurta sillan kaiteiden pintakäsittelyn yhteydessä menetellään ohjeen *SILKO 2.331 Kaidepylvään juuren kunnostus* mukaan. Laakerien huoltokäsittely tehdään ohjeen *SILKO 2.353 Teräslaakerin huoltokäsittely* mukaan. Kaiteita uudestaan pinnoitettaessa on ruiskusinkityksestä saatu hyviä kokemuksia. Ruiskusinkittävän pinnan puhdistusasteen pitää olla korjaustöissä Sa2½. Ruiskusinkitty pinta on huokoinen ja pinta on tämän vuoksi tiivistettävä suolattavilla teillä kohteeseen soveltuvalla vinyylimaalilla tai -lakalla tai epoksipolyuretaaniyhdistelmällä ohjeen *SILKO 2.354 Vanhan ja uuden sinkkipinnoitteen maalaus* mukaan.

Suunnittelija valitsee pintakäsittelyjärjestelmän kohdassa [4 Periaateratkaisu](#) selostetun periaateratkaisun pohjalta. Tilaaja hyväksyy valitun pintakäsittelyjärjestelmän. Väyläviraston laatuvaatimukset täyttävät maalausjärjestelmät on esitetty ohjeessa *SILKO 3.351 Uudis- ja uusintamaalauksen maalausjärjestelmät*. Vanhat maalausjärjestelmät, jotka eivät enää täytä Väyläviraston voimassa olevia laatuvaatimuksia, on esitetty ohjeessa *SILKO 3.352 Ennen vuotta 2015 käytössä olleet ja paikkausmaalauksissa käytettävät maalausjärjestelmät*. Väylävirasto ylläpitää erillistä luetteloa maalivalmistajien maalausjärjestelmistä, jotka täyttävät Väyläviraston laatuvaatimukset. Valinnassa on syytä käyttää apuna myös tämän ohjeen taulukkoa [1 Ympäristön rasitusluokat terässiltojen pintakäsittelyä valittaessa](#).

### 5.1.2 Pintakäsittelyn korjaussuunnitelman sisältö

Pintakäsittelyn korjaussuunnitelman laatii suunnittelija työselityksen muotoon ja siihen liitetään tarvittavat rakennepiirustukset. Suunnitelmaa laadittaessa otetaan huomioon työn aiheuttamat ympäristöhaitat ja työsuojelliset näkökohdat. Tarjouspyyntöön liitetään suojausta koskevat vaatimukset ja mahdollisesti suojaustapaehdotus.

Korjaussuunnitelmasta pitää selvittää

- hanketiedot
- korjaustyön laajuus
- laatuvaatimukset
- käyttöikätaavoite
- terästyön laatuaste, mm. nurkan pyöristykset
- pinnanpuhdistuksen vaatimustaso
- ahtaiden rakojen kittaus
- pinnoiteyhdistelmä ja vaaditut kalvon paksuudet
- tarpeelliset työohjeet
- ympäristönsuojeluvaatimukset (melu, puhallusjätteen talteenotto, pöly, maalisumu ja liikenne)
- jätteenkäsittelyvaatimukset
- vaadittavat pintakäsittelyolosuhteet
- muut hankekohtaiset tiedot.

Tarvittaessa suunnitelmaan liitetään työkohteen määrittelyä helpottavia piirustuksia.

Maalausjärjestelmä ilmoitetaan Väyläviraston maalausjärjestelmätunnuksella, esim. LIVI A.1. Ylimaalauksena tehtävässä kunnossapitomaalauksessa voidaan maalausjärjestelmille käyttää yleisnimiä ja tilaajan niin halutessa, ilmoittaa esimerkkiihdistelmä ja määrittää tavoitteena oleva laatutaso.

Esikäsittelymenetelmä valitaan ja maalaustyö tehdään tilaajan vaatiessa vertailupinnan perusteella (SFS-EN ISO 12944-7, kohta 7).

Korjaussuunnitelma liitetään laaturaporttiin.

## 5.2 Tekninen työsuunnitelma

Valittu urakoitsija laatii ennen työn aloittamista teknisen työsuunnitelman. Siinä luetellaan käytettävät maalit, kitit ja muut pintakäsittelyaineet tuotenimin käyttäen lomaketta *Pintakäsittelyn tekninen työsuunnitelma* (liite A).

Teknisessä työsuunnitelmassa esitetään lisäksi

- kuinka työ tehdään
- mitä resursseja käytetään (työkalusto ym.)
- työorganisaatio, työntekijöiden työkokemus ja pätevyyydet
- mitkä ovat työkapasiteetit, työjärjestys ja työn aikataulu
- miten työ jaetaan työalueisiin.

Pintakäsittelyn suunnitteluvaiheessa konepaja tai urakoitsija tai molemmat yhdessä tekevät työaluejaon ja numeroinnin sekä kaavion näistä asioista siltakohteessa (liite B). Työalueen koko voidaan valita toisinkin riippuen käsiteltävästä rakenteesta tai pintakäsittelytyön toteutustavasta.

Työvuoron aikana suihkupuuhdistettavan alueen koko suunnitellaan siten, että puhdistettu pinta saadaan maalattua saman työvuoron aikana. Näin varmistetaan, ettei maalattavaan pintaan pääse muodostumaan haitallisessa määrin epäpuhtauksia ja korroosiota.

Myös työturvallisuutta ja ympäristönsuojelua koskevat toimenpiteet esitetään teknisessä työsuunnitelmassa, ellei niistä ole tehty erillisiä suunnitelmia. Teknistä työsuunnitelmaa on käsitelty tarkemmin ohjeen *Standardin SFS-EN 1090-2 soveltamisohje – Teräsrakenteiden toteutus – NCCI T* kohdassa 3.2.1.

Tekniseen työsuunnitelmaan liitetään muun muassa terveydelle vaarallisten aineiden suomenkieliset käyttöohjeet, pintakäsittelyaineiden tuoteselosteet ja käyttöturvallisuustiedotteet.

Tekninen työsuunnitelma esitetään tilaajalle viimeistään kaksi viikkoa ennen työn aloittamista.

Pienissä paikkausmaalauskohteissa tarvittavat tiedot voidaan tilaajan suostumuksella esittää pelkästään lomakkeella *Pintakäsittelyn tekninen työsuunnitelma* (liite A) liitteineen ilman työselitystä.

Jos teknisestä työsuunnitelmasta joudutaan poikkeamaan, laaditaan muutossuunnitelma, joka toimitetaan valvojalle ennen työhön ryhtymistä. Jos hyväksytystä suunnitelmasta poiketaan työn aikana, siitä tehdään poikkeamaraportti.

Tekninen työsuunnitelma liitetään laaturaporttiin. Tekninen työsuunnitelma ja laatusuunnitelmat voidaan yhdistää.

## 5.3 Laatusuunnitelma

Pintakäsittelytöiden laadunvarmistus tehdään ohjeen *Standardin SFS-EN 1090-2 soveltamisohje – Teräsrakenteiden toteutus – NCCI T* kohdan 3.2.2 ja 3.9 mukaan.

Urakoitsija laatii työkohtaisen laatusuunnitelman, joka jakaantuu kolmeen osaan seuraavasti:

### 1. Yleiset tiedot

- hankkeen laadunvalvontaorganisaatio: henkilöt, vastuu, pätevyudet, työkokemus, toimivalta ja tehtävät
- laaduntarkastuksissa käytettävä kalusto
- rakenteen jako työ- ja tarkastusalueisiin
- tarkastukset ja mittaukset työ- ja tarkastusalueittain.

### 2. Työnaikaiset tarkastukset ja mittaukset

- terästyön laatuaste
- esikäsittelyt (pesut, ruosteenpoisto jne.)
- suolapitoisuuden mittaus pesun jälkeen
- olosuhteet
- märkäkalvon paksuuden mittaus
- eri maalikerrosten maalausväliajat
- vaikeasti maalattavat kohteet
- vahvennusmaalaukset
- kaluston kunto ja varakalusto
- mittaus- ja tarkastusvälineiden käytön aikainen kalibrointi
- kuivakalvon paksuuden mittaus
- silmämääräiset tarkastukset työvaiheittain
- laadunohjaus yllä mainittujen toimien perusteella.

### 3. Kelpoisuuden osoittaminen

- työ- ja tarkastusaluejakokaavio
- pintakäsittelyn kelpoisuuden yhteenvetopöytäkirja
- maalattavan pinnan puhtauden tarkastustulos pesun jälkeen
- maalattavan pinnan suolapitoisuuden tarkastusraportti pesun jälkeen
- pintakäsittelyn seurantakortit työalueittain
- olosuhteet
- esikäsittely
- maalaus
- tiedot pintakäsittelyaineista (maalien eränumerot ym.)
- silmämääräisen tarkastuksen ja kalvonpaksuuden mittauksen pöytäkirjat tarkastusalueittain
- tartuntamittauksen pöytäkirja
- suihkupuhdistusjätteen talteenottoraportti
- poikkeamaraportit
- korjaustoimenpiteet
- uusintatarkastus.

Tarkastusalueen suositeltava koko on noin 200...500 m<sup>2</sup> (katso liite B). Koko voi vaihdella maalattavan rakenteen muodon, koon ja toteutustavan mukaan.

Laatusuunnitelman liitteet:

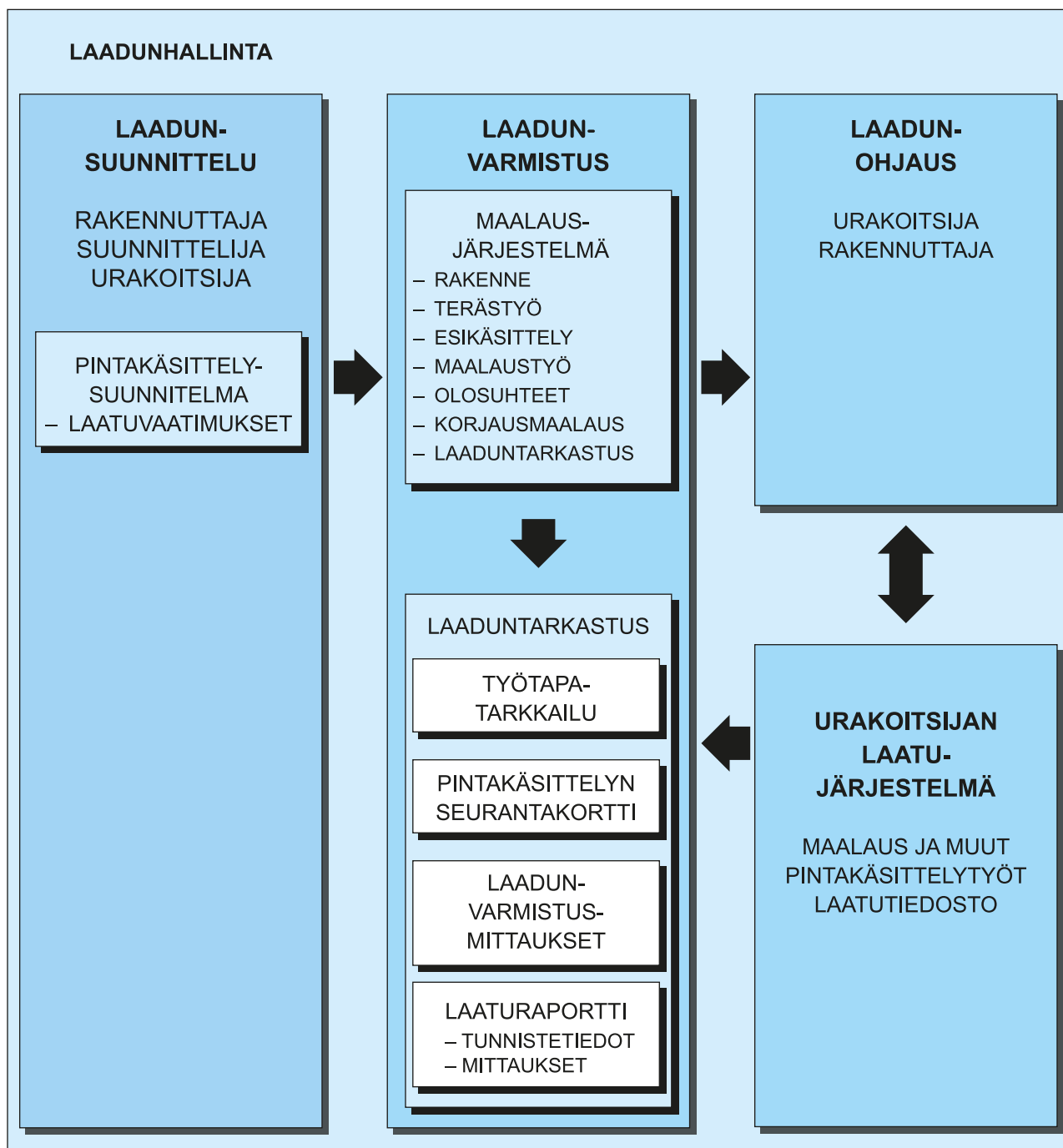
- laaturaporttilomakkeet
- työ- tarkastusaluekaaviot
- mittapistekaaviot
- mittalaitteiden kalibroitodistukset

## 6 Pintakäsittelytyö

### 6.1 Laadunhallinta

Laadunhallinnan keinoja ovat (kuva [24 Laadunhallinta siltamaalauksissa](#))

- laadunsuunnittelu
- laadunvarmistus
- laadunohjaus
- laadun parantaminen
- olosuhteiden varmistaminen sellaisiksi, että ne täyttävät vaatimukset.



Kuva 24. Laadunhallinta siltamaalauksissa

Korroosionestomaalaus kuuluu prosesseihin, joissa laatua on vaikea arvioida pelkästään lopputarkastuksen eli valmiin maalikalvon perusteella.

Tästä syystä korroosionestomaalauksen suunnittelussa sekä työn ohjauksessa ja tarkastuksissa on otettava huomioon kaikki ne tekijät, joilla on vaikutusta maalauksen lopputulokseen. Maalauksen tilaajat vaativat yhä useammin kirjallista tai muuten pysyvää todistusaineistoa eli laatutiedostoa maalauksen laadusta ja laatuun liittyvistä toiminnoista.

Korroosionestomaalauksessa valmiin maalikalvon laatuun vaikuttavat monet tekijät. Prosessi jakaantuu suunnitteluun, työn tekemiseen ja laadunvarmistamiseen eli eriasteiseen valvontaan ja tarkastuksiin.

Korroosionestomaalauksessa korostuu ammattitaidon ja motivaation merkitys prosessin kaikissa vaiheissa.

Korroosionestomaalauksen laatutasoon vaikuttavat tekijät on esitetty kuvassa [25 Laatutasoon vaikuttavat tekijät](#). Siinä on esitetty eri osavaiheiden vaikutus saavutettavaan lopputulokseen.

|                                                                                                             |                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Maalauksen onnistumiseen vaikuttavat tekijät, joille on asetettu vaatimuskriteerit esim. standardien mukaan | Eritelty maalausjärjestelmä<br>Suunnittelu SFS-EN ISO 12944-8                                 |
|                                                                                                             | Maalauksen onnistumismahdollisuuden kumulatiivinen kasvu                                      |
| SFS-EN ISO 12944 - 7                                                                                        | Ammattitaitoinen ja motivoitunut henkilöstö                                                   |
| SFS-EN ISO 12944 - 3                                                                                        | Oikea rakenne                                                                                 |
| SFS-EN ISO 8501, SFS 8145                                                                                   | Terästyön laatuaste                                                                           |
| SFS-EN ISO 12944 - 4                                                                                        | Esikäsittelytyö                                                                               |
| SFS-EN ISO 12944 - 7                                                                                        | Maalaustyö                                                                                    |
| SFS-EN ISO 12944 - 5, 7                                                                                     | Olosuhteet koko prosessin ajan                                                                |
| SFS-EN ISO 12944 - 7                                                                                        | Korjausmaalaus                                                                                |
| SFS-EN ISO 12944 - 7, 8<br>(SFS-EN ISO 4628)                                                                | Maalikalvon ominaisuudet, visuaalinen tarkastus                                               |
| SFS-EN ISO 12944 - 7, 8<br>(tarvittavat mittausstandardit)                                                  | Laadunvalvontamittaukset, esimerkiksi maalikalvon paksuus, vetokoe ja muut sovitut mittaukset |
|                                                                                                             | Saavutettu maalausjärjestelmä                                                                 |

Kuva 25. Laatutasoon vaikuttavat tekijät

Edellä mainitut seikat huomioon ottaen laaditaan laatusuunnitelma. Suunnitelmaa laadittaessa ja kokonaistoteutusta harkittaessa on huomattava, että jos edellä mainituista tekijöistä yhdessäkin kohdassa epäonnistutaan, voi se johtaa maalauksen epäonnistumiseen tai maalaustuloksen heikkenemiseen (vertaa standardi SFS-EN ISO 12944-8). Tavoitteena on maalauksen täydellinen onnistuminen. Tämän saavuttaminen edellyttää sitä, että

- henkilöstö on ammattitaitoista ja motivoitunutta
- työn kaikki vaiheet suoritetaan maalauserittelyn mukaisesti
- kaikissa työvaiheissa tehdään asianmukaiset tarkastukset ja dokumentointi

Lopputuloksena on suunnitelman mukainen laatutaso.

Maalaustöiden laatuajattelua on sovellettava myös muihin pintakäsittelytöihin.

## 6.2 Telineet ja suojaus

Käsiteltävän pinnan luoksepäästävyys on tärkeää. Siksi maalaustöissä olisi yleensä suositeltavaa käyttää telineitä. Telineiden muoto ja tyyppi valitaan työkohteen mukaan. Ratasilloissa telineen rakenteeseen vaikuttaa radan sähköistys ja junaliikenteestä aiheutuvat rajoitukset. Siltojen maalaustöihin sopivia telinetyyppejä ovat seuraavat:

- Hoitokori, joka on kaiteen varassa rullilla siirrettävä työtaso (kuva [26 Hoitokori](#)).



Kuva 26. Hoitokori

- Putkitelineet, jotka ovat teräs- tai alumiiniputkista koottavia ja joiden puurakenteiset tasot ovat siirrettäviä. Ne voidaan varustaa pyörillä siirtelyn helpottamiseksi.
- Putkitelineet, jotka ovat teräsputkista siltarakenteiden varaan rakennettu ja varustettu tiiviillä pohjalevytyksellä sekä sivuilta ja päistä pressuilla suojattu suihkupuuhdistus- ja maalisumujätteiden talteenottamiseksi.
- Nostolavat (kuva [27 Nostolava](#)), jotka ovat pystysuuntaan tai myös sivuttain (skylift) siirrettäviä, auto- tai konealustaan kiinnitettyjä työtasoja.



Kuva 27. Nostolava

- Siltakurki (kuva [28 Siltakurki](#)), joka on autoalustalle rakennettu laite ja liikkuu eri suuntiin ajoradan tason alapuolella niin, että sillä pääsee myös sillan kannen alapuolelle.



Kuva 28. Siltakurki

- Hoitosillake, joka on siltaan pysyvästi kiinnitetty rakenne ja on siirrettävissä pyörillä kiinnityskiskojen varassa sillan pituussuunnassa.

Tarvittaessa telineet rakennetaan lautan tai ponttonin varaan niin, että työskentely voi jokaisessa maalattavassa kohdassa tapahtua riittävän läheltä. Telineet on tarkastettava kohdassa [7.3.4 Putoamisen estäminen](#) selostetulla tavalla. Puhallusmateriaalin ja maalisumun leviäminen ympäristöön ja ajoneuvojen päälle voidaan estää telineisiin kiinnitettävillä suojilla. Jätteet voidaan kerätä jatkokäsittelyä varten työkohteen alapuolisilta tasoilta.

Ilmasto-olosuhteet ovat maassamme epävakaa ja hyvä maalauskausi on lyhyt. Siksi vähänkin suuremmissa hankkeissa on syytä harkita siirrettävän suojakatoksen tai peitteiden käyttöä (kuva [29 Sääsuoja ja telineet](#)). Suojakatoksen, lämminilmapuhaltimien ja ilmankuivaajien avulla saadaan työskentelyolot huonollakin säällä vaatimusten mukaisiksi. Lisäksi on huomattava, että paremmat työskentelyolot johtavat parempaan laatuun ja alempiin kustannuksiin.



Kuva 29. Sääsuoja ja telineet

## 6.2.1 Puhallusjätteen talteenotto

Lyijyä, sinkkiä ja kromia sisältäviä maalijätteitä ei saa päästää vesistöön, vaan ne on otettava kaikki talteen ja hävitettävä vaarallisina jätteinä. Muulle suihkupuhdistustyössä syntyvälle maalijätteelle on Väylävirastolla 90 %:n talteenottovaatimus.

Suihkupuhdistusjätteen talteenotto edellyttää, että pintakäsitteltävän rakenteen ympärille on rakennettava tiivis suojaus. Talteen otetun puhallusjätteen määrä mitataan ja sen perusteella lasketaan talteen otetun jätteen määrä prosentteina.

Urakoitsijan on esitettävä tilaajalle lopputulos kirjallisesti.

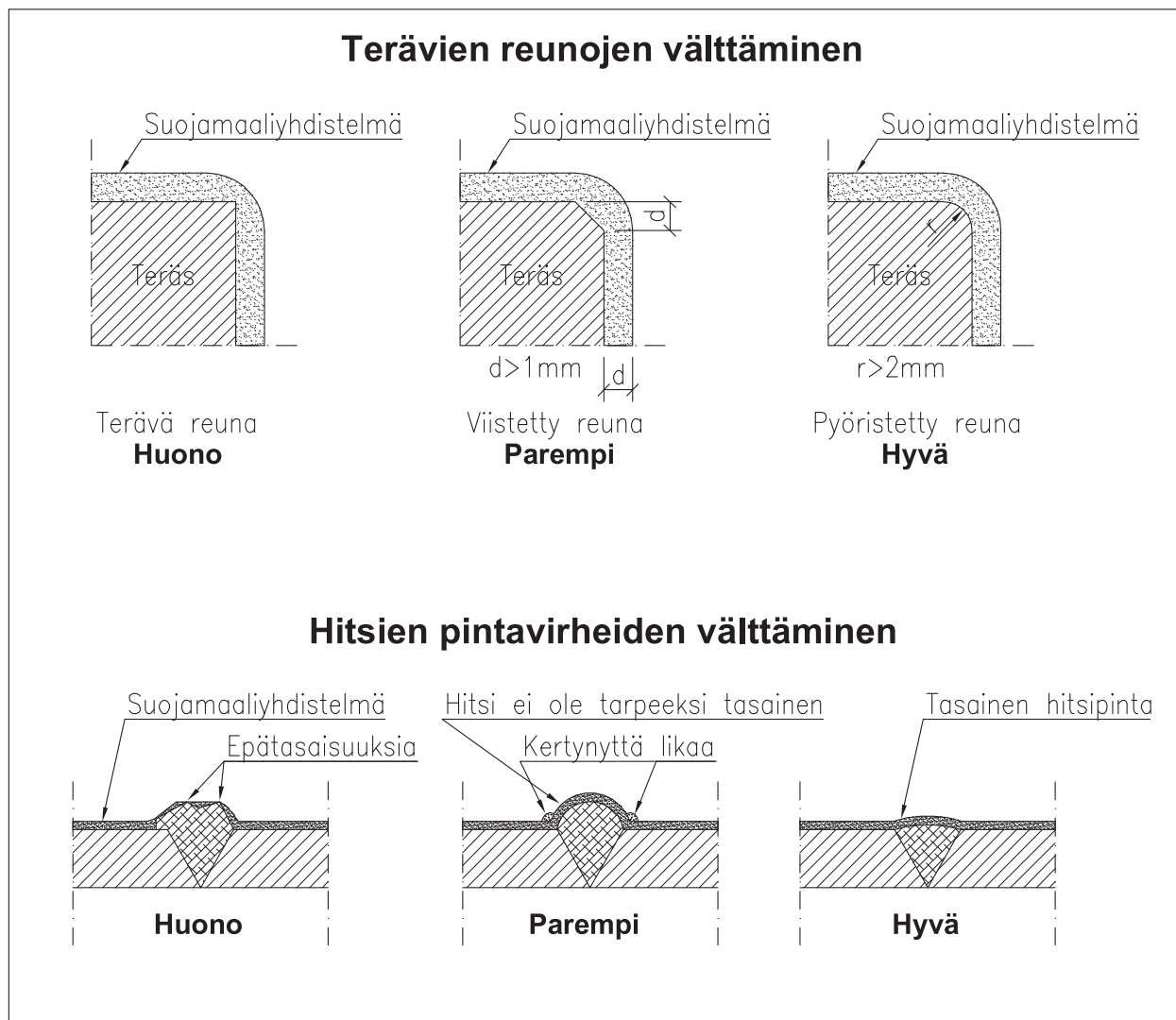
Työkohteessa jäte voidaan kerätä imuroimalla. Myös haitallisia aineita sisältävä hienoaines voidaan imuroida pois. Vaaraton suihkupuhdistus- ja muu purkujäte toimitetaan hyötykäyttöön.

## 6.3 Terästyön laatuaste

Jos rakenneosia joudutaan siltoja korjattaessa uusimaan, niiden muotoilussa otetaan huomioon yleiset ohjeet (SFS-EN ISO 12944-3).

Vanhojen teräsrakenteiden terästyön laatuaste ei yleensä vastaa nykyisiä vaatimuksia (SFS-EN ISO 8501).

Vanhoissa rakenteissa särmät ovat miltei säännöllisesti pintakäsittelyn kannalta liian teräviä. Terästyön laatuastetta parannetaan hiomalla särmät pyöreiksi (kuva [30 Särmät hiotaan pyöreiksi \(SFS-EN ISO 12944-3\)](#)) esim. joustavaan kumilaikkaan kiinnitettävällä hiomapaperilla ja valssausvirheet poistetaan. Epätasaiset hitsausliitokset ym. epätasaisuudet teräspinnoilta muotoillaan hiomalla juoheviksi ja hitsausroiskeet poistetaan. Terästyön laatuasteen parantaminen tehdään ennen suihkupuhdistusta.



Kuva 30. Särmät hiotaan pyöreiksi (SFS-EN ISO 12944-3)

Suihkupuhdistuksen tarkastuksen yhteydessä tehdään terästyön laatuasteen lopullinen tarkastus ja tarvittaessa tehdään viimeiset korjaukset.

Jos rakenteiden päälle kerääntyy vettä, tehdään yleensä 25 mm:n vedenpoistoreikiä alimpiin kohtiin (kuva [31 Vedenpoistoreikä](#)) tai estetään veden pääsy rakenteen pinnalle roiskesuojalla. Pienissä putki- ja L-profiileissa riittää 10–15 mm:n vedenpoistoreiät. Reiät tehdään suunnittelijan tai muun asiantuntijan osoittamiin kohtiin niin, että ne eivät vaaranna rakenteiden kantavuutta.



Kuva 31. Vedenpoistoreikä

Tarvittaessa vaakapinnat oikaistaan kohdan [6.5.2 Vaakapintojen oikaisut](#) mukaisesti.

### 6.3.1 Kulmien ja särmien pyöristys

Terävät kulmat ja särmät pyöristetään hiomalla pyöristyssäteellä  $r = 2 \text{ mm}$  työkohtaisesti sovitussa laajuudessa. Määrät on hyvä esittää pintakäsittelyn korjaussuunnitelmassa.

## 6.4 Pinnan esikäsittelyt

Pinnoitettavan metallipinnan esikäsittelyyn on kiinnitettävä erityistä huomiota, sillä esikäsittelytoimien on todettu vaikuttavan ratkaisevasti pinnoitteen kestävyteen ja taloudellisuuteen (kuva [32 Puutteellinen esikäsittely on yleisin syy pinnoitevaurioihin](#)).



Kuva 32. Puutteellinen esikäsittely on yleisin syy pinnoitevaurioihin

Esikäsittelymenetelmät ja vaatimustaso määräytyvät valitun pintakäsittelyjärjestelmän mukaan. Siltojen korjaustoissa esikäsittelyihin kuuluvat:

- lian, rasvan ja suolojen poisto
- vanhan maalin ja ruosteen poisto
- kitkaliitosten saumojen puhdistus (vanha kitti yms.)
- pinnan karhennus (vanhan maalin pinta ennen päällemaalausta).

Esikäsittelyissä sovelletaan standardia SFS-EN ISO 12944-4.

Esikäsittelyissä käytetään normaaleja työvälineitä (kuva [33 Pinnan puhdistusvälineitä](#)), ottaen huomioon työsuojeluvaatimukset ja ympäristöhaitat. Ympäristöön ei saa päästää kromi-, sinkki- tai lyijypigmenttejä eikä muita epäpuhtauksia.



Kuva 33. Pinnan puhdistusvälineitä

#### 6.4.1 Rasvan, suolan ja muun lian poisto

Ennen pintakäsittelyn aloittamista on varmistettava, että pinnoilla ei ole suoloja, kuten klorideja ja sulfaatteja. Jos pinnoitettavilla pinnoilla on vain suoloja, ne poistetaan vesipesulla harjaten, koska kloridit ovat vesiliukoisia. Suolojen huolellinen poistaminen on tarpeen ennen suihkupuhdistamalla tehtävää ruosteenpoistoa, koska suolat muutoin iskostuvat kiinni teräspintaan. Teräsharjattavat pinnat pestään harjauksen jälkeen ja kuivatetaan. Jos suoloja jää teräksen pinnalle, ne muodostavat kosteuden kanssa elektrolyyttiliuoksia, ja ruostetta pääsee syntymään pinnoitteen alle. Suurpainainen vesipuhdistus poistaa myös suolat.

Metallipinnoilta poistetaan ruosteenpoistoa ja pinnoitusta vaikeuttavat epäpuhtaudet kuten kiinteät jätteet, öljyt, lika ja suolat.

Kiinteät jätteet, kuten betoni- ja laastijätteet, paksut ruostekerrokset, paksut vaurioituneet maalikerrokset ja vanhat löysästi kiinni olevat saumakitit poistetaan kaapimalla, neulahakkurilla (kuva [34 Neulahakkuri](#)) tai paineilmataltalla. Kaavinta (kuva [35 Kaavinta](#)) on pääasiallinen työmenetelmä, jota täydennetään tarvittaessa paineilmatoimisilla hakkureilla.



Kuva 34. Neulahakkuri



Kuva 35. Kaavinta

Rasvat, öljyt ja suolat poistetaan yleensä alkalipesulla (kuva [36 Pesuaineen ruiskutusta](#)). Suuria pintoja pestäessä on suositeltavaa käyttää suurpainepesulaitetta, jonka paine on 10–15 MPa (100–150 bar) sekä lämmintä vettä (30–50 °C). Pesuaineliuos valmistetaan ja sen annetaan vaikuttaa tuotekohtaisen ohjeen mukaan, minkä jälkeen alkalijätteet huuhdellaan huolellisesti pinnoilta suurpainepesulaitteella. Pesu voidaan tehdä myös käsin harjaamalla. Kuumavesipesuria (lämpötila > 60 °C) voidaan käyttää vaihtoehtoisesti rasvanpoistossa.



Kuva 36. Pesuaineen ruiskutusta

Maalattavan pinnan kokonaissuolapitoisuuden määrittämistä varten tarvittava näyte otetaan Bresle-menetelmällä standardin SFS-EN ISO 8502-6 mukaan. Liukoiset suolat kerätään tutkittavalta pinnalta ennen suihkupuhdistusta ionivaihdetulla vedellä ja tarkoitusta varten suunniteltujen, pintaan kiinnitettävien kennojen avulla. Liuos kerätään talteen ja siirretään erilliseen astiaan. Liuoksen kokonaissuolapitoisuus määritetään standardin SFS-EN ISO 8502-9 mukaisella johtokykyyn perustuvalla menetelmällä tai tutkitaan laboratoriossa. Kokonaissuolapitoisuus saa olla korkeintaan  $5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ , ellei pintakäsittelysuunnitelmassa määrätä toisin. Määrittämisä tehdään ensimmäiseltä tarkastusalueelta kolme, minkä jälkeen tehdään tarvittaessa pistokoetarkastuksia. Jos kokonaissuolapitoisuus ylittää ohjearvon, pinnat on pestävä makealla vedellä ja suolapitoisuusmäärittäminen on uusittava.

Ennen maalausta pinnan puhtaus tarkastetaan teippikokeella standardin SFS-EN ISO 8502-3 mukaisesti. Tarkastuskerroilla saatuja tuloksia verrataan keskenään ja puhtaalla pinnalla saatuun koetulokseen. Teippiin kertyvän pölymäärän hyväksytty luokka on 2 ja partikkelikoko luokka 2. Mikäli luokitus on 3 tai suurempi täytyy pinta puhdistaa uudelleen ja teippikoe uusia.

### 6.4.2 Ruosteen ja vanhan maalin poisto

Teräspinnat puhdistetaan sillan kunnossapitomaalausta tai muuta pintakäsittelyä varten valssihilseestä, ruosteesta ja vanhoista maalikerroksista haluttuun esikäsittelyasteeseen.

Siltapaikalla tehtäviä mekaanisia ruosteenpoistomenetelmiä ovat

- kaavinta ja teräsharjaus (kuvat [37 Kaavinta](#), [38 Teräsharjaus käsin](#) ja [39 Teräsharjaus koneellisesti](#))



Kuva 37. Kaavinta



Kuva 38. Teräsharjaus käsin



Kuva 39. Teräsharjaus koneellisesti

- hionta (kuvat [40 Puhdistushionta paikkausmaalausta varten](#) ja [41 Vanhan maalin reunan hionta paikkausmaalausta varten](#))



Kuva 40. Puhdistushionta paikkausmaalausta varten



Kuva 41. Vanhan maalin reunan hionta paikkausmaalausta varten

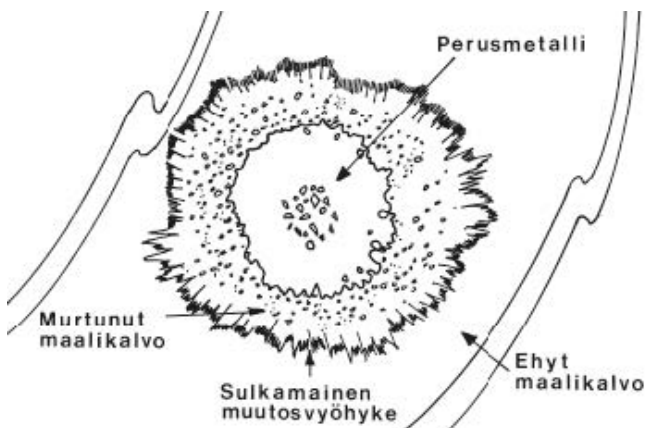
- suihkupuhdistus (kuva [42 Suihkupuhdistusta](#))



Kuva 42. Suihkupuhdistusta

- liekipuhdistus.

Paikkausmaalausta vaativa alue rajataan suoraviivaisesti. Murtunut maalikalvo hiotaan pois (kuva [43 Paikkausmaalausta varten suihkupuhdistettu pinta](#)) ja ehjän maalin reuna hiotaan viistoksi (kuva [41 Vanhan maalin reunan hionta paikkausmaalausta varten](#)).



Kuva 43. Paikkausmaalausta varten suihkupuhdistettu pinta

Siltarakenteiden ruosteenpoistossa pyritään ohjeiden *SILKO 1.353 Ruostumisasteen Ri 3 vertailuasteikot*, *SILKO 1.354 Ruostumisasteen Ri 4 vertailuasteikot* ja *SILKO 1.355 Ruostumisasteen Ri 5 vertailuasteikot* mukaisiin esikäsittelyasteisiin tai standardin SFS-EN ISO 8501-1 tai SFS-ISO 8501-2 mukaisiin esikäsittelyasteisiin.

Mikäli niittien juuret ovat ruosteettomat, ei kaikkea niittien juuressa olevaa maalia ole syytä väkisin poistaa, vaan ehjä pohjamaalikerros jätetään tällöin niittien kannan ympärille.

Ruosteenpoistomenetelmät on esitetty standardisarjassa SFS-EN ISO 8504.

Kaavinta ja teräsharjaus on ruosteenpoistomenetelmä, jota käytetään yleensä siltojen pienissä paikkausmaalaustöissä sekä kaidepylväiden juuria ja laakereita kunnostettaessa. Pieniksi paikkausmaalaustöiksi voidaan katsoa kohteet, joissa yksittäisen maalivaurion koko on korkeintaan 50x50 mm<sup>2</sup>. Jos maalipinnalla on pieniä vaurioita tiheästi (enemmän kuin 3 kpl/m<sup>2</sup>), niin tällöin vauriokohtien ruosteenpoisto tehdään suihkupuhdistuksena paikallisesti tai koko pienten vaurioiden alue kauttaaltaan suihkupuhdistamalla, jos vauriot ovat lähekkäin. Tilanne on arvioitava tapauskohtaisesti työkohteessa paikanpäällä, kuinka kulloinkin toimitaan.

Kaavinta tehdään kaapimella, joka on varustettu vaihdettavalla kovametalliterällä (kuva [37 Kaavinta](#)), ja teräsharjaus joko käsin (kuva [38 Teräsharjaus käsin](#)) tai koneellisesti (kuva [39 Teräsharjaus koneellisesti](#)) siten, että päästään esikäsittelyasteeseen St2.

Käsityönä tehty teräsharjaus on harvoin riittävä siltarakenteissa. Yleensä käytetään paineilmatoimisia koneharjoja, joihin on saatavana erilaisia koneenpyörimisnopeuteen ja käyttökohteeseen soveltuvia harjamalleja. Yleensä käytetään suurta pyörimisnopeutta (6000–7000 r/min.).

Hionta sopii tasaisille pinnoille, mutta puhdistusjälki saattaa olla liian sileä, jos käytetään vääränlaista hiontalaikkaa. Paras karheus saavutetaan hiontalaikalla P24. Myös hiomalaikkojen karheudella P40 ja P60 saavutetaan riittävä pinnan karheus. Rakenteen terävät särmät ja tarvittaessa hitsausliitokset ja suihkupuhdistetun alueen vanhan maalin jyrkkä reuna hiotaan hiomalaikalla (kuva [41 Vanhan maalin reunan hionta paikkausmaalausta varten](#)).

Paikalleen jäävän maalin reunan viistämisessä käytetään hiomapaperilaikkoja, joiden karheusluku on P60–P80 (kuva [40 Puhdistushionta paikkausmaalausta varten](#)). Hiomapaperi liimataan pehmeälle alustalle, jolloin paperi myötäilee helpommin hiottavaa pintaa. Hiontaa ei suositella kloorikautsu- ja Mastic-tyyppisille maaleille.

Suihkupuhdistus on yleisin ja tehokkain mekaaninen ruosteenpoisto- ja karhennusmenetelmä. Suihkupuhdistusta on käytetty siltarakenteiden esikäsittelyssä 1960-luvun alusta lähtien. Aikaisemmin tehtyjen pinnoitteiden alle onkin todennäköisesti jäänyt valssihilsekerros, mikä on otettava huomioon pinnoitteen kuntoa arvosteltaessa ja jatkotoimista päätettäessä. Valssihilse on aina poistettava uusintamaalauksissa.

Suihkupuhdistuksella tarkoitetaan pinnan mekaanista puhdistusta ja karhennusta, jolloin epäpuhtaudet irrotetaan raesuihkulla (kuva [42 Suihkupuhdistusta](#)). Sillankorjauksissa käytetään yleensä avopuhalluslaitteita, jolloin rakeet puhalletaan päin puhdistettavaa pintaa paineilman avulla. Useimmat raepuhaltimet vaativat työn keskeyttämistä säiliön täytön ajaksi.

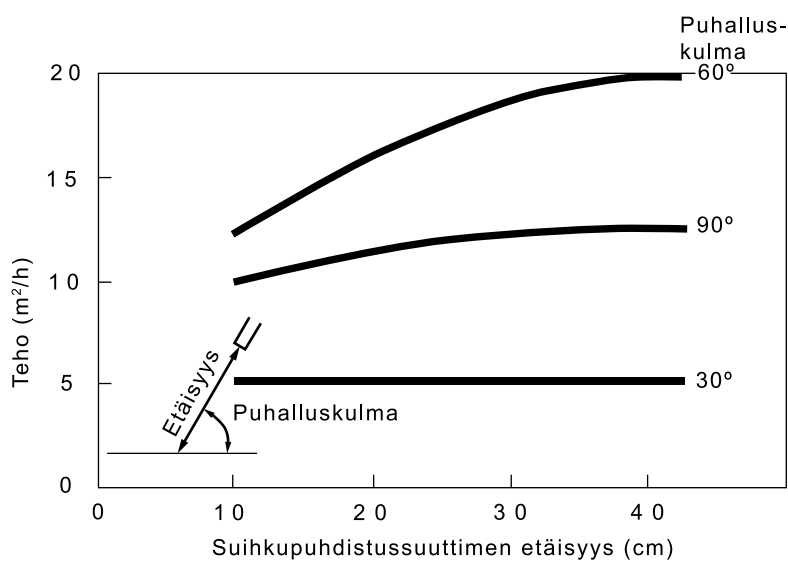
Pyyhkäisy-suihkupuhdistuksen tarkoituksena on standardin SFS-EN ISO 12944-4:n mukaan puhdistaa tai karhentaa orgaanisia tai metallisia pinnoitteita ainoastaan niiden pinnalta tai poistaa pintakerros tai

huonosti kiinni oleva pinnoite sellaisella tavalla, että pinnoitteeseen ei synny partikkeleiden iskuista kuoppia eikä sitä poisteta alustaan saakka.

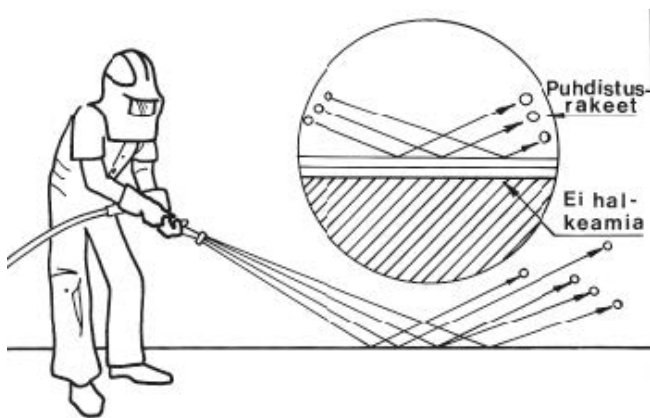
Suihkupuhdistussuuttimen oikealla valinnalla on suuri merkitys työtehoon ja taloudellisuuteen. Jos tavoitteena on mahdollisimman suuri puhdistusnopeus, valitaan venturisuutin, joka on tehokkaampi kuin suora suutin.

Pinnoitettavan metallipinnan suihkupuhdistus on tehokkainta, jos puhalluskulma on 50–70 ° ja suuttimen etäisyys 30–50 cm (kuva 44 Puhdistusteho riippuu puhalluskulmasta ja etäisyydestä).

Pyyhkäisysuihkupuhdistuksessa raekoko on pienempi ja suuttimen etäisyys suurempi (kuva 45 Maalattun pinnan pyyhkäisysuihkupuhdistus tehdään loivemmassa kulmassa ja etäämmältä).



Kuva 44. Puhdistusteho riippuu puhalluskulmasta ja etäisyydestä



Kuva 45. Maalattun pinnan pyyhkäisysuihkupuhdistus tehdään loivemmassa kulmassa ja etäämmältä

Suihkupuhdistus tehdään korjausmaalauksen yhteydessä seuraavasti:

- Paikkausmaalattava pinta paikkasuihkupuhdistetaan (kuva 43 Paikkausmaalauksen yhteydessä suihkupuhdistettu pinta) vaurioituneilta alueilta esikäsitteilyasteeseen PSa2 tai PSa2½ (SFS- ISO 8501-2).

- Paikkaus- ja ylimaalattava pinta paikkasuihkupuhdistetaan vaadittuun esikäsitteilyasteeseen ja koko pinta pyyhkäisysuihkupuhdistetaan esikäsitteilyasteeseen SaS (SFS 5873).

Hyvän puhallustuloksen aikaansaamiseksi tarvitaan lisäksi riittävästi kuivaa ja puhdasta paineilmaa tuottava kompressor. Ilmanpaineen pitää olla 0,6–0,8 MPa (6–8 bar). Ilman laadun takaamiseksi tarvitaan tehokas jälkijäähdytin sekä veden- ja öljynerotin.

Puhallusmateriaalin raekoko ja laatu valitaan puhdistuksen vaikeusasteen ja pinnan karheusvaatimuksen mukaan. Karheusvaatimus on keskikarhea G standardin SFS-EN ISO 8503-2:en mukaan. Karheusvaatimus merkitään suunnitelmaan ja tulos tarkastetaan vertailulevyn avulla. Ympäristövaikutukset on otettava huomioon puhallusmateriaalia valittaessa. Puhallusmateriaalina käytetään kentällä yleensä kertakäyttöisiä raemateriaaleja, kuten luonnonhiekkaa tai kuonaa (raekoko 0,5–1,7 mm). Kvartsihiekan käyttöä puhallusmateriaalina ei suositella sen terveydelle aiheuttamien vaarojen takia. Maalausosastilla käytetään kierrätettäviä materiaaleja, kuten teräsrakeita. Raemateriaalien vaatimukset on esitetty standardeissa ISO 11124 ja ISO 11126. Jos pölyhaittaa ei sallita, voidaan käyttää tyhjäpuhalluslaitteita. Tämä menetelmä on kuitenkin hidas ja sopii siten vain pieniin paikkausmaalauksiin.

Puhdistettavan rakenteen paksuuden on oltava vähintään 3 mm. Ohuemmissa kohdissa pitää muokausvaikutusta vaimentaa käyttämällä erittäin hienojakoista puhallusmateriaalia, vähentämällä rakeiden nopeutta tai suurentamalla suihkutusetäisyyttä.

Paikkausmaalauksessa alusta suihkupuhdistetaan normaalisti ja haitalliset epätasaisuudet hiotaan. Mahdollista ylimaalausta varten vanha maali karhennetaan, mikäli tätä vaaditaan suunnitelmassa.

Vanhan maalipinnan karhennus voidaan tehdä pyyhkäisysuihkupuhdistuksella tai hiomalla tasohiomakoneella. Hiomalla karhennusta käytetään silloin, kun vanha maalipinnoite ei kestä pyyhkäisysuihkupuhdistuksen hakkaavaa vaikutusta (esim. vanha alkydimaali). Suositeltavampaa on käyttää uusintamaalausta, jossa vanha maali poistetaan.

Esikäsitteilyaste arvioidaan työn aikana käyttäen ohjeiden *SILKO 1.353 Ruostumisasteen Ri 3 vertailuasteikot*, *SILKO 1.354 Ruostumisasteen Ri 4 vertailuasteikot* ja *SILKO 1.355 Ruostumisasteen Ri 5 vertailuasteikot* mukaisia vertailutaulukkoja. Siltojen korjaustöissä pyritään taulukon [13 Ruostumisastetta ja pintakäsittelyä vastaavat pinnan esikäsitteilyasteet siltojen korjaustöissä](#) mukaisiin esikäsitteilyasteisiin. Myös maalityypin asettamat vaatimukset pinnan esikäsitteilyasteelle on otettava huomioon.

Taulukko 13. Ruostumisastetta ja pintakäsittelyä vastaavat pinnan esikäsitteilyasteet siltojen korjaustöissä

| Vertailuasteikko<br>(SILKO-ohjeet 1.353,<br>1.354 ja 1.355) | Ruostumisaste<br>SFS-EN ISO 4628-3 | Esikäsitteilyaste<br>SFS-EN ISO 8501-1 ja SFS-ISO 8501-2 |                                    |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------|
|                                                             |                                    | Maalaus                                                  | Sinkki- tai alumiiniruis-<br>kutus |
| 1                                                           | Ri 2                               | PSt2 <sup>3)</sup>                                       |                                    |
| 2 <sup>1)</sup>                                             | Ri 3                               | PSt2 <sup>3)</sup>                                       |                                    |

Taulukko jatkuu...

| Vertailuasteikko<br>(SILKO-ohjeet 1.353,<br>1.354 ja 1.355) | Ruostumisaste<br>SFS-EN ISO 4628-3 | Esikäsittelyaste<br>SFS-EN ISO 8501-1 ja SFS-ISO 8501-2 |                                    |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------|
|                                                             |                                    | Maalaus                                                 | Sinkki- tai alumiiniruis-<br>kutus |
| 3 <sup>2)</sup>                                             | Ri 3                               | Sa2 / Sa2½ <sup>4)</sup>                                | Sa2½                               |
| 4                                                           | Ri 4                               | Sa2 / Sa2½ <sup>4)</sup>                                | Sa2½                               |
| 5                                                           | Ri 5                               | Sa2 / Sa2½ <sup>4)</sup>                                | Sa2½                               |

<sup>1)</sup> paikkausmaalaus

<sup>2)</sup> uusintamaalaus

<sup>3)</sup> teräsharja tai joustava laikka

<sup>4)</sup> riippuu maalityypistä

## 6.5 Maalaus

Maalaus tehdään siltakohtaisesti laaditun korjaussuunnitelman ja teknisen työsuunnitelman mukaan. Perusedellytys maalaustyön onnistumiselle on, että esikäsittelyt tehdään huolellisesti ja vaatimusten mukaisissa olosuhteissa. Huolellisuus ja vastuuntunto takaavat myös varsinaisen maalaustyön onnistumisen. Maalaustyössä on noudatettava tarkoin maalien tuoteselosteissa ja käyttöturvallisuustiedotteissa annettuja ohjeita.

Maalaustyö vaatii hyvää ammattitaitoa. Urakoitsijoille ja työntekijöille asetettavat vaatimukset on esitetty kohdassa [9.2.1 Henkilöstön pätevyys](#).

### 6.5.1 Tiivistyskittaukset

Siltarakenteissa käytetään kittejä estämään veden ja lian pääsy vaikeasti maalattaviin rakoihin. Tällaisia rakenneosia ovat mm. niitti- ja kitkaliitokset, muototerästen saumat, betoni- ja teräsrakenteiden väliset saumat, riipputankojen läpiviennit ja riippuköysinippujen pinnat (kuva [46 Niitatuissa rakenteissa on liitososien välissä usein rakoja, jotka tulee kitata umpeen pohjamaalauksen jälkeen](#)).



Kuva 46. Niitatuissa rakenteissa on liitososien välissä usein rakoja, jotka tulee kitata umpeen pohjamaalauksen jälkeen

Tiivistyskittaus tehdään ennen pintamaalausta. Kitattavat paikat ja työjärjestys on määriteltävä pintakäsittelysuunnitelmassa ja käytettävä kitti teknisessä työsuunnitelmassa.

### 6.5.2 Vaakapintojen oikaisut

Tasopinnoilla syöpyneisiin kohtiin muodostuu alueita, joihin vesi jää seisomaan. Kuopparuosteiset vaakapinnat täytetään liuotteettomalla epoksilla välimaalikerroksen päälle. Pinta ylimaalataan pintamaalilla.

### 6.5.3 Maalaustyö

Maalaustyössä noudatetaan maalinvalmistajan ilmoittamia päällemaalausväliaikoja, kalvonpaksuuksia ja olosuhdevaatimuksia. Tämän lisäksi sillankorjaustoissa on syytä korostaa seuraavia seikkoja:

- Pinta maalataan välittömästi esikäsittelyn jälkeen, jotta pinta on maalaushetkellä puhdas ja täyttää vaaditun esikäsittelyasteen (SFS-EN ISO 8501-1).
- Maali sekoitetaan huolellisesti ennen käyttöä ja käytön aikana.
- Jos maalaukseen käytetään aikaisempiin hankkeisiin ostettuja maaleja, maalinvalmistajalta on varmistettava, että maali on käyttökelpoista.
- Tarpeetonta ohenteiden käyttöä on vältettävä.
- Laippojen reunat, kulmat ja särmät (mm. teräspalkin ylälaipan rajakohta sen liittyessä teräsbetoniseen kansilaattaan) vahvennetaan ylimääräisellä välimaalikerroksella sivellinmaalauksena (vahvennusmaalauus).
- Vaikeasti maalattavat kohdat kuten reiät, ahtaat raot ja notsit on käsiteltävä kunkin maalikerroksen levittämisen yhteydessä siveltimellä tai telalla ja siveltimellä sen varmistamiseksi, että joka kohdassa on vaadittu ja tasainen kalvonpaksuus (varmistusmaalauus).
- Värisävyjen pitää poiketa eri maalikerroksissa, jotta voidaan helposti varmistua siitä, että kaikissa kohdissa on vaadittu määrä maalikerroksia.
- Telaa voidaan käyttää maalien levitykseen, jos se mahdollistaa parhaan lopputuloksen.

- Vastamaalatut pinnat suojataan siten, että sade ja kosteus eivät pääse vaurioittamaan pintaa.

Pintamaalin värisävy valitaan ympäristöön sopivaksi.

Maalaustyössä noudatetaan standardia SFS-EN ISO 12944-7.

Sivellinmaalaus on perinteinen maalausmenetelmä. Sivellinmaalauksessa maali saadaan tunkeutumaan hyvin maalattavan pinnan huokosiin. Sivellinmaalausta käytetään varsinkin silloin, kun pohja on syöpynyt ja kohteissa, joissa ohiriskutus olisi suuri. Sivellinmaalaus soveltuu lähinnä paikkausmaalaukseen, vahvennusmaalaukseen ja varmistusmaalaukseen (kuva [47 Paikkausmaalaus tehdään yleensä siveltimellä](#)). Vahvennusmaalaus tehdään ylimääräisellä välimaalikerroksella. Varmistusmaalaus tehdään notsien, reikien, ym. vaikeasti maalattavien kohtien riittävien maalikerrosten ja kalvopaksuuksien varmistamiseksi. Siveltimellä levitettävät maalikerrokset sivellään ristiin.



Kuva 47. Paikkausmaalaus tehdään yleensä siveltimellä

Sivellinvalikoima on laaja. Kutakin käyttötarkoitusta varten on valmistettu erilaisia siveltimiä (kuva [48 Siveltimet ja telat, jotka soveltuvat eri maalikerrosten maalaamiseen ja vahvennusmaalaukseen](#)). Siveltimien pitää olla riittävän suuria ja maalia pidättäviä.



Kuva 48. Siveltimet ja telat, jotka soveltuvat eri maalikerrosten maalaamiseen ja vahvennusmaalaukseen

Yhdellä sivelykerralla saatava maalikerroksen kuivakalvonpaksuus on useimmilla maaleilla korkeintaan puolet ruiskumaalauksella saatavasta paksuudesta. Paksukalvotyypiset maalit eivät siveltynä anna niitä kalvonpaksuuksia, joita ruiskumaalauksen perusteella tehdyt käyttöselosteet ilmoittavat. Sivellinmaalaus on hidasta, ja sen kustannukset nousevat korkeiksi suurilla pintoja maalattaessa.

Ruiskumaalaus on eniten käytössä oleva suurten pintojen maalausmenetelmä (kuva [49 Uusintamaalaus tehdään yleensä ruiskulla](#)). Ruiskumaalaus vaatii tekijältään hyvää ammattitaitoa ja kokemusta.



Kuva 49. Uusintamaalaus tehdään yleensä ruiskulla

Korroosionestomaalauksessa käytetään yleensä suurpaineruiskua. Sivuilmaruiskua käytetään silloin, kun maalauksen ensisijaisena tarkoituksena on kohteen ulkonäön parantaminen. Sivuilmaruiskua käytetään harvoin siltoja maalattaessa.

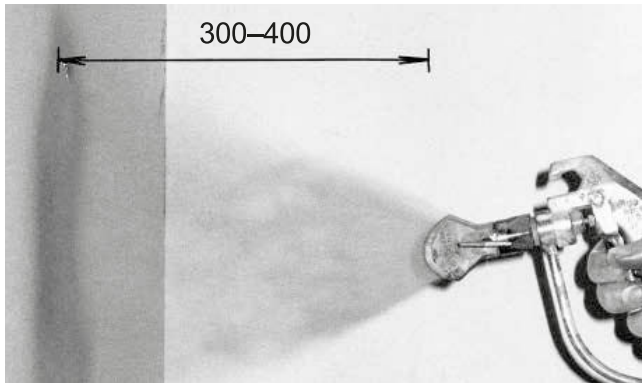
Suurpaineruiskussa maalin hajautuminen pisaroiksi perustuu suureen paine-eroon, joka syntyy siten, että maali pakotetaan suurella paineella pienen suuttimen läpi (kuva [50 Ruiskutuspistooli ja suuttimia](#)). Näin syntyvä maalisumu on melko hienojakoista ja sen nopeus on suuri vielä sumun tullessa maalattavan kappaleen pintaan.



Kuva 50. Ruiskutuspistooli ja suuttimia

Suurpaineruiskussa on oikea suutin tärkein. Muita huomioon otettavia seikkoja ovat

- sopiva ruiskutusetäisyys, 20–50 cm
- ruiskutuspistoolin kohdistus kohtisuoraan maalattavaan pintaan (kuva [51 Sopiva suurpaineruiskun ruiskutusetäisyys](#))



Kuva 51. Sopiva suurpaineruiskun ruiskutusetäisyys

- suoraviivaiset liikeradat (kuva [52 Suurten pintojen ruiskutus tehdään suoraviivaisesti](#)).



Kuva 52. Suurten pintojen ruiskutus tehdään suoraviivaisesti

Ruiskutussuuttimen sopivuus ja toiminta tarkistetaan koeruiskutuksen avulla. Suurpaineruiskun suuttimen halkaisija määrittää läpikulkevan maalin määrän ja suuttimen hajotuskulma maalisuihkun leveyden.

Maalien tuoteselosteissa ilmoitetaan kullekin tuotteelle parhaiten sopivat suurpaineruiskutussuuttimien koot. Maalaus tehdään alimmalla mahdollisella paineella, jolla maali vielä hyvin hajautuu pisaroiksi. Suurpaineruiskujen (kuva [53 Suurpaineruiskulaitteisto](#)) paineet vaihtelevat rajoissa 12–35 MPa (120–350 bar).



Kuva 53. Suurpaineruiskulaitteisto

### 6.5.4 Vaikeasti maalattavat kohteet

Vaikeasti maalattavia kohtia ovat esimerkiksi notsit, reiät, ahtaat nurkat, ruuvien kierteet ja kannat ja niittien kannat. Näiden kohtien varmistusmaalaus tehdään siveltimellä tai notsitelalla. Varmistusmaalaus kuuluu hyvään maalaustapaan. Varmistusmaalaus tehdään jokaisen maalauskerran yhteydessä (märkää märälle) riittävien maalikerrosten ja kalvonpaksuuden varmistamiseksi.

Muita vaikeasti maalattavia kohtia ovat laippojen reunat, kulmat ja särmät sekä betonin ja teräksen raja-alueet, kuten teräspalkin ylälaipan reuna. Nämä teräsrakenteiden kohdat vahvennusmaalataan. Vahvennusmaalauskohteet määrätään pintakäsittelysuunnitelmassa. Vahvennusmaalaus tehdään maalaamalla ylimääräinen maalikerroksella päällemaalausväliaikoinen. Vahvennusmaalaus tehdään siveltimellä tai notsitelalla yleensä välimaalauksen yhteydessä.

Ratasilloissa raidepelkkoja uusittaessa tulee teräspalkin ylälaippaan laittaa ylimääräinen välimaalikerros (vahvennusmaalaus). Tämä suojaa terästä niin mekaanista kuin puupelkan kyllästysaineita vastaan. Pelkkojen vaihtaminen tehdään ohjeen *Siltapölkkyjen vaihtaminen tukikerroksettomilla ratasilloilla* mukaan.

Myös puukantisissa silloissa, joissa puukansi tukeutuu teräspalkin ylälaipan päälle, tulee teräspalkin ylälaippaan maalata ylimääräinen välimaalikerros.

### 6.5.5 Maalikalvon paksuus ja maalin menekin laskeminen

Rasitusluokkien mukaiset maalityypit, maalikerrosten lukumäärä ja nimelliskalvonpaksuudet ilmenevät pintakäsittelysuunnitelmasta.

Maalaustyön laaduntarkastus ja -ohjaus tehdään kohdassa [9 Laadunvarmistus ja laadunohjaus](#) esitetyllä tavalla. Märkä- ja kuivakalvonpaksuuden mittaus on selostettu kohdassa [9.3.3 Kalvonpaksuuden mittaus](#).

Maalin teoreettinen menekki ( $M_t$ ) pinta-alayksikköä kohden voidaan laskea kaavasta:

$$M_t = \frac{K_k}{10xV_{\%}}$$

$M_t$  maalin teoreettinen menekki ( $l/m^2$ )

$V_{\%}$  maalin kuiva-ainepitoisuus tilavuusprosentteina.

$K_k$  maalin teoreettinen kuivakalvon paksuus ( $\mu m$ )

Maalin käytännön menekki ( $M_k$ ), joka myös ottaa huomioon maalihukan, on aina suurempi kuin teoreettinen menekki ( $M_t$ ). Maalihukkaa aiheutuu ohiruiskutuksen lisäksi myös purkkeihin ja työvälineisiin jäävästä maalista. Maalin menekki kasvaa myös pinnan epätasaisesta profiilista johtuen. Maalin käytännön menekki ( $M_k$ ) voidaan laskea kaavasta:

$$M_k = \frac{10xK_k}{V_{\%}(100 - H)}$$





Kuva 55. Lankaruiskutuslaitteisto

Alumiini- ja sinkkiruiskutuksessa noudatetaan standardia SFS-EN ISO 2063. Alumiinisten ruiskutuslisäainelankojen puhtauden pitää olla 99,50 % ja sinkkisten 99,99 %. Ruiskutettava pinta puhdistetaan ja karhennetaan esipuhdistuksen jälkeen suihkupuhdistuksella puhdistusasteeseen Sa3 konepajaolosuhteissa ja puhdistusasteeseen Sa2½ työmaaolosuhteissa. Yleensä esitettyä vaatimusta Sa3 on vaikea saavuttaa työmaaolosuhteissa. Pinnan karhennus keskikarheaksi G standardin SFS-EN ISO 8503-2:en mukaan on tärkeää, koska ruiskutettavan metallin tartunta teräspintaan on vain mekaanista.

Ruiskutettu pinta on huokoinen ja karhea, koska jähmettyneiden metallipisaroiden väliin jää huokosia. Pinnoitteen paksuutta voidaan helposti säädellä välille 40–300 µm.

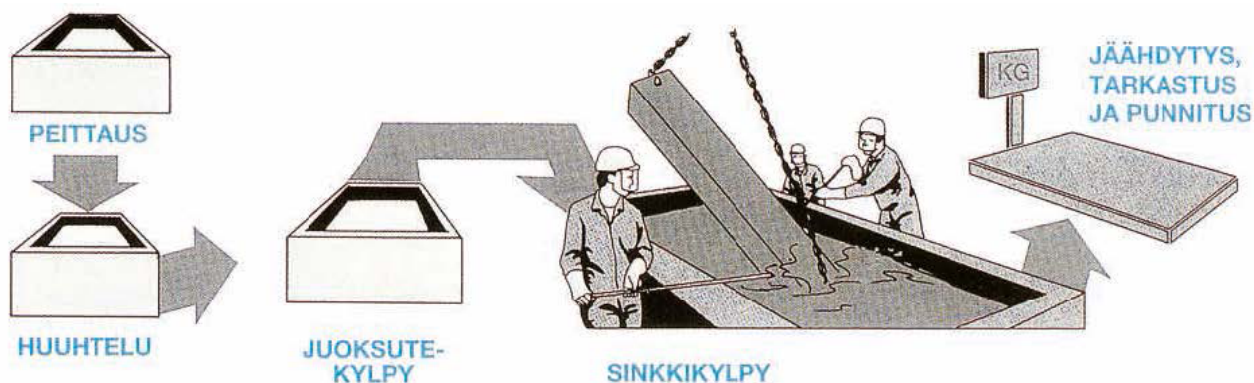
Huokoisuuden vuoksi sinkkipinnoitteen korroosionkestävyyttä on yleensä syytä parantaa maalauksella. Toimenpide on tehtävä heti ruiskutuksen jälkeen, jotta pintaan ei ehdi muodostua sinkin korroosiotuotteita. Pintaan ei saa tiivistyä kosteutta, joten maalaus on tehtävä saman työvuoron aikana. Pinnan tiivistämiseen ja suojaamiseen käytetään joko epoksipolyuretaaniyhdistelmää taikka vinyylimaalaa tai -lakkaa. Tiivistys on tehtävä neljän tunnin kuluessa ruiskusinkityksestä.

Toisaalta korroosiotuotteet tukkivat huokokset niin, että suolaamattomilla teillä ei tiivistystä välttämättä tarvita. Sinkityn pinnan maalausta on käsitelty ohjeessa *SILKO 2.354 Vanhan ja uuden sinkkipinnoitteen maalaus*.

Ruiskutettua alumiinipintaa ei tarvitse tiivistää, koska alumiini hapettuu nopeasti ja korroosiotuotteet tukkivat huokokset.

## 6.7 Kuumasinkitys

Kuumasinkitys on sulaupotusmenetelmä, jossa pinnoitettava kappale upotetaan sulaan sinkkiin (kuva [56 Kuumasinkityksen vaiheet](#)). Kuumasinkityksessä sinkki tulee kaikkiin pintoihin, muun muassa putkijohteiden sisäpintoihin. Kuumasinkitystä suunniteltaessa on otettava huomioon seuraavat kuumasinkitykseen vaikuttavat seikat:



Kuva 56. Kuumasinkityksen vaiheet

- Sinkitysallas asettaa vaatimuksia pinnoitettavan kappaleen koolle ja muodolle.
- Pinnoitteesta tulee sitä ohuempia mitä ohuempia pinnoitettava kappale on.
- Teräksen pii-pitoisuus vaikuttaa muodostuvan sinkkipinnoitteen paksuuteen.
- Putkissa ja muissa sinkin valumista estävissä rakenneosissa on oltava valuma-aukkoja.

Kaikkia tavallisia teräksiä ja valurautaa voidaan kuumasinkittää. Kuumasinkittävän teräksen pii-pitoisuuden pitää olla 0,14–0,25 %, jolloin saadaan taulukon [9 Väyläviraston vaatimukset kuumasinkkipinnoitteiden paksuudelle siltarakenteissa](#) mukaiset pinnoitteet. Vanhoja rakenteita sinkittäessä on selvítettävä teräksen pii-pitoisuus. Jos maalattuja rakenteita kuumasinkitään, pinnoista on ensin poistettava mahdollinen lika ja rasva, minkä jälkeen vanha maali poistetaan suihkupuhdistamalla. Ruoste ja valssihilse poistetaan normaaliin kuumasinkityskäsittelyyn kuuluvassa peittauksessa. Peittaus tapahtuu vedellä laimennetussa suola- tai rikkihappokylvyssä, jonka jälkeen kappaleet huuhdotaan haposta puhtaaksi vesikylvyssä ja upotetaan juoksuteainekylpyyn. Juoksuteaineen tarkoitus on muodostaa teräksen pinnalle ohut suolakerros estämään puhtaan teräksen hapettuminen. Puhtaat teräskappaleet upotetaan sulaan sinkkiin. Kappale on upotettuna sinkissä niin kauan, että se on kokonaan saavuttanut sinkin lämpötilan. Sinkkisulan lämpötila on 450–460 °C ja normaali upotusaika on 3–8 minuuttia rakenteesta riippuen. Rakennesuunnittelulla voidaan vaikuttaa sinkittävytyteen ja sinkityksen laatuun.

Kuumasinkityksessä sovelletaan standardia SFS-EN ISO 1461. Ruuvien ulkopuoliset kierteet tehdään alimittaisiksi standardin SFS-EN ISO 10684+AC mukaan. Siltarakenteita kuumasinkittäessä on tavoitteena taulukossa [9 Väyläviraston vaatimukset kuumasinkkipinnoitteiden paksuudelle siltarakenteissa](#) esitetyt paksuudet. Normaalisti tämä vaatimus voidaan täyttää käsiteltäessä tavallisia rakenneteräksiä. Kappalesinkitysprosessissa käytetään elektrolyyttisinkkiä ja sinkkipitoisuuden on oltava vähintään 98,5 %. Ohutlevyrakenteissa, kuten aallotetuissa teräsputkissa, sinkkipinnoitteen määrä (g/m<sup>2</sup>) tarkoittaa levyn molemmissa pinnoissa yhteensä olevaa sinkkimäärää.

Kun kuumasinkitään vanhoja maalattuja teräsrakenteita, nämä saattavat vääntyillä. Teräksen ominaisuudet ja soveltuvuus kuumasinkitykseen on selvítettävä ennen kuumasinkitystä.

Sinkityn pinnan maalausta on käsitelty *SILKO 2.354 Vanhan ja uuden sinkkipinnoitteen maalaus*.

## 7 Työturvallisuus

### 7.1 Työturvallisuuden suunnittelu, toteutus ja vastuut

Sillankorjaustyömaiden työturvallisuutta koskevissa asioissa on toimittava työturvallisuuslainsäädännön ja Väyläviraston ohjeiden mukaisesti.

Yleensä sillankorjaustyömaalla on yksi työmaan kokonaisuutta hallitseva pääurakoitsija ja työmaalla toimii useampi kuin yksi työnantaja tai toimija. Tällöin on noudatettava työturvallisuuslainsäädännön mukaisia yhteisen työpaikan velvoitteita.

Sillankorjaustyömaiden työturvallisuutta käsittelevät asiat on esitetty pääosin ohjeessa *SILKO 1.111 Työturvallisuus*. Seuraavassa toistetaan ne asiat, joita halutaan korostaa sekä erityisesti pintakäsittelytöissä esiintyvät täydentävät ohjeet. Työturvallisuusasioiden organisointi on esitetty ohjeen *SILKO 1.111 Työturvallisuus* kohdassa *Työturvallisuussuunnittelu ja vastuut* seuraavasti:

1. Rakennushankkeessa on oltava rakennuttajan nimeämä turvallisuuskoordinaattori (*Valtioneuvoston asetus (205/09) rakennustyön turvallisuudesta. 2 §*).
2. Suunnittelutoimeksiannossa rakennuttaja antaa suunnittelijalle työturvallisuuteen liittyvät lähtötiedot ja suunnittelua ohjaavat työturvallisuusvaatimukset, jotta suunnittelija voi suunnittelun yhteydessä ottaa huomioon sekä rakentamisen että käytön aikaisen turvallisuuden (*Valtioneuvoston asetus (205/09) rakennustyön turvallisuudesta. 7 §*).
3. Sillankorjaamista valmistellessaan rakennuttajan on laadittava työn suunnittelua ja valmistelua varten turvallisuusasiakirja (*Valtioneuvoston asetus (205/09) rakennustyön turvallisuudesta. 8 §*).
4. Pää toteuttajan on ennen rakennustyön aloittamista laadittava koko työmaata koskeva turvallisuussuunnitelma. Eri työt, työvaiheet ja niiden ajoitus on suunniteltava siten, että ne voidaan toteuttaa turvallisesti ja aiheuttamatta vaaraa työmaalla työskenteleville tai muille työn vaikutuspiirissä oleville (*Valtioneuvoston asetus (205/09) rakennustyön turvallisuudesta. 10 §*).
5. Pää toteuttajan pitää tehdä Aluehallintoviraston (AVI) työsuojelun vastuualueelle ennakkoilmoitus työmaasta, joka on tarkoitettu kestäämään kauemmin kuin kuukauden ja jolla itsenäiset työnsuorittajat mukaan lukien työskentelee yhteensä vähintään 10 työntekijää sekä työmaasta, jolla työn määräksi arvioidaan yli 500 henkilötyöpäivää (*Valtioneuvoston asetus (205/09) rakennustyön turvallisuudesta. 4 §*).
6. Rakennustyössä on seurattava ja valvottava työturvallisuuteen vaikuttavia seikkoja tarkasti. Työmaatarkastuksista on säädetty asetuksessa *Valtioneuvoston asetus (205/09) rakennustyön turvallisuudesta. luvussa 4*.
7. Sillan kunnossapitoa varten on laadittava käyttö- ja huolto-ohjeet (*Valtioneuvoston asetus (205/09) rakennustyön turvallisuudesta. 7 §*).

### 7.2 Työmaan yleisjärjestelyt

## 7.2.1 Työmaan liikennejärjestelyt

Korjattavalla sillalla ja sen alla kulkee usein työmaaliikenteen lisäksi tie-, rautatie- tai vesiliikennettä. Liikenneturvallisuutta on käsitelty ohjeen *SILKO 1.111 Työturvallisuus* kohdassa *Liikenne*. Kun terässillan pintakäsittelyä tehdään liikennealueella, on työmaasta oltava hyväksytty, kirjallinen liikenteenohjaussuunnitelma, joka laaditaan Väyläviraston ohjeen *Liikenne tietyömaalla – Kunnossapitotyöt* mukaan.

Väyläviraston ja ELY:n hankkeilla sillankorjaustyötä tekevien on käytävä Tieturva 1 -kurssi. Liikennejärjestelyistä ja työturvallisuudesta vastaavien ja työtä valvovien ja liikenteenohjaussuunnitelmia hyväksyvien henkilöiden on lisäksi pätevoidyttävä Tieturva 2 -kurssilla. Liikenteenohjaajalla täytyy olla Väyläviraston ohjeen *Liikenne tietyömaalla – Pätevyysvaatimukset ja työturvallisuuden perusteet* mukainen pätevyys.

Kaikessa rautatiealueella tehtävässä työssä on noudatettava voimassa olevia ohjeita *Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO)*. Rautatiealueella työskenneltäessä vaaditaan ohjeiden *Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO)* mukainen ratatyöturvallisuuspätevyys.

Liikennealueella tehtävässä työssä on käytettävä CE-merkittyä 2. luokan varoitusvaatetusta. Liikenteenohjaajan työssä on käytettävä CE-merkittyä 3. luokan varoitusvaatetusta.

Vesistösillalla on vesiliikenteelle varattava esteetön kulku telinerakenteista huolimatta.

## 7.2.2 Työskentely rautatiealueella

Kaikista liikennekatkoissa tehtävistä töistä on urakoitsijan laadittava yksityiskohtainen työvaihe aikataulu, joka tulee hyväksyttävä rakennuttajalla. Työvaiheissa, jotka tehdään rautatiealueella, on noudatettava ohjetta *Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO)* ja soveltuvin osin ohjetta *SILKO 1.111 Työturvallisuus*.

## 7.2.3 Vaarallisten aineiden kuljetus

Pintakäsittelyaineet kuuluvat vaarallisiin aineisiin, joita on käsitelty ohjeen *SILKO 1.111 Työturvallisuus* kohdassa *Vaaralliset aineet*.

Vaarallisia aineita tiellä kuljettavan ajoneuvon kuljettajalla pitää olla ADR-ajolupa, mikäli hän kuljettaa ajoneuvolla tiellä vaarallisia aineita enemmän kuin vapaaraja sallii. ADR-ajolupaa on viisi eri luokkaa. Kuljettajalla pitää olla ADR-säiliöajolupa kuljetettaessa vaarallisia aineita säiliössä, jonka tilavuus on suurempi kuin 1 m<sup>3</sup>.

Vaarallisen aineen käyttöturvallisuustiedotteeseen on merkitty tuotteen aineluokka. Aineluokan perusteella kullekin aineelle on määritetty vapaaraja *LVM:n asetus 369/2011 Vaarallisten aineiden kuljetus tiellä* liitteen A kohdassa 1.1.3.6. Vapaaraja on 0 kg, 20 kg, 333 kg, 1000kg tai rajoituksetta aineen vaarallisuudesta riippuen.

ADR-ajolupa myönnetään viideksi vuodeksi kerrallaan. Ajoluvan jatkaminen edellyttää, että hakija on osallistunut täydennyskurssille ja suorittanut hyväksytysti sitä vastaavan kokeen. Ajolupa on pohjaväriiltään valkoinen ja teksti on musta.

Vaarallisten aineiden kuljetuksissa käytettävillä lyhenteillä tarkoitetaan seuraavaa:

ADR Euroopan Komission ohjeet vaarallisten aineiden kuljettamisesta maanteitse.

ADR Accors européen au transport international des marchandises dangereuses par route, European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road.

VAK Kotimaisia vaarallisten aineiden kuljetusmääräyksiä kutsutaan myös VAK-määräyksiksi

## 7.2.4 Palosuojaus

Tarvittaessa laaditaan tulityösuunnitelma ohjeen *Tulityöt suojeluohje, Finanssialan keskusliitto, 2011* mukaisesti.

Useimmat pintakäsittelyaineet kuuluvat palaviin nesteisiin. Ne jaetaan syttymisherkyyden perusteella eri luokkiin asetuksen *Valtioneuvoston asetus 855/2012 vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta* mukaan seuraavasti:

- Erittäin helposti syttyvät palavat nesteet (symboli F+): leimahduspiste enintään 0 °C ja kiehumispiste enintään 35 °C.
- Helposti syttyvät palavat nesteet (symboli F): leimahduspiste 0–21 °C.
- Syttyvät palavat nesteet (ei symbolia): leimahduspiste vähintään 21–55 °C.

Kunkin aineen luokka selviää käyttöturvallisuustiedotteesta.

Jos maalin leimahduspiste on yli 55 °C, sitä ei luokitella palavaksi nesteeksi. Jos maalin leimahduspiste on 55–100 °C, se huomioidaan ainoastaan varastointilupiin liittyvissä asioissa. Maalien varastointiin liittyviä kysymyksiä käsitellään Tukesin ohjeessa *Vaarallisten kemikaalien varastointi, Tukes, 2013* ja tarvittaessa on käännettävä kunnan pelastustoimen tai Tukesin puoleen.

Seosten osalta siirtymäaika asetuksen *Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1272/2008 (CLP-asetus)* mukaiseen luokitteluun päättyy 1.6.2015. CLP-asetuksen mukaan syttyvät nesteet jaetaan syttymisherkyyden perusteella luokkiin seuraavasti:

- Erittäin helposti syttyvä neste ja höyry (Kategoria 1): leimahduspiste < 23 °C ja kiehumisen alkamislämpötila on ≤ 35 °C.
- Helposti syttyvä neste ja höyry (Kategoria 2): leimahduspiste < 23 °C ja kiehumisen alkamislämpötila on > 35 °C.
- Syttyvä neste ja höyry (Kategoria 3): leimahduspiste on ≥ 23 °C ja ≤ 60 °C.

Syttyvällä nesteellä tarkoitetaan nestettä, jonka leimahduspiste on enintään 60 °C.

Maalauskohteessa on kiellettävä tupakoinnin ja tulenkäsittelyn lisäksi hitsaus-, polttoleikkaus- ja hiontatyöt ja muunlainen kipinöitä synnyttävä työ. Ennen ruiskutustyötä on varmistettava

- maalipumpun maadoitus maalauskohteen metalliin
- ruiskutuspistoolin ja pumpun keskinäinen maadoitus.

Samat asiat on otettava huomioon myös pestäessä ruiskua liuotteella.

Sääsuojassa maalattaessa on käytettävä suojavaatteita, jotka on tehty hyvin sähköä johtavista materiaaleista. Vaatteet eivät saa aiheuttaa staattista sähköä ja kipinöintiä. Myös käytettävien jalkineiden on oltava antistaattisia.

### 7.2.5 Valaistus

Työturvallisuuden sekä työn onnistumisen ja laadunvalvonnan kannalta pintakäsittelykohteen valaistuksen on vastattava riittävää päivänvaloa. Tarvittaessa on käytettävä yleisvalaistuksen lisäksi sopivia kohdevalaisimia. Erityisesti kulku- ja kuljetusteillä on oltava riittävä ja sopiva yleis- ja paikallisvalaistus. Suuria ja äkillisiä valaistuseroja ja häikäisyä on vältettävä. Valaistuksen toteuttamisessa on noudatettava asetuksen *Valtioneuvoston asetus (205/09) rakennustyön turvallisuudesta*. 26 § mukaisia ohjeita.

## 7.3 Pintakäsittelytöiden työturvallisuus

### 7.3.1 Turvallisuustarkastukset

Työmaatarkastuksista on säädetty asetuksen *Valtioneuvoston asetus (205/09) rakennustyön turvallisuudesta*. luvussa 4, jonka mukaan tarkastuksia ovat

- koneiden ja laitteiden vastaanottotarkastus
- nostolaitteiden, nostoapuvälineiden ja telineiden käyttöönottotarkastukset
- viikoittaiset kunnossapitotarkastukset
- lain vaatimat määräaikaistarkastukset.

Työmaan turvallisuustarkastukset on käsitelty ohjeen *SILKO 1.111 Työturvallisuus* kohdassa *Työturvallisuustarkastukset*. Rakennustyössä on seurattava ja valvottava työturvallisuuteen vaikuttavia seikkoja jatkuvasti Väyläviraston ohjeita noudattaen. Väyläviraston ja ELY:n hankkeilla työmailla tapahtuneet turvallisuuspoikkeamat kootaan urakoitsijakohtaisesti lomakkeelle *Turvallisuuspoikkeamalomake* seurantajaksoittain.

### 7.3.2 Kemialliset aineet

Kemikaaleilta suojautumista on käsitelty ohjeen *SILKO 1.111 Työturvallisuus* kohdassa *Suojautuminen kemikaaleilta*. Vaaraa aiheuttavasta kemikaalista on työpaikalla aina oltava suomenkielinen tai tarvittaessa ruotsinkielinen käyttöturvallisuustiedote, jonka on oltava työntekijöiden nähtäväksi saatavana (*Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä (VNa 715/2001) 5 §*) ja arkistoituna. Työpaikalla on myös oltava kaupanimen mukaan aakkostettu kemikaaliluettelo kaikista siellä käytössä olevista kemikaaleista (*Valtioneuvoston asetus (205/09) rakennustyön turvallisuudesta*. 70 §).

### 7.3.3 Henkilönsuojaimet

Henkilönsuojaimia on käsitelty ohjeen *SILKO 1.111 Työturvallisuus* kohdassa *Henkilönsuojaimet*. Teräsrakenteiden pintakäsittelyssä on työvaiheita ja aineita, jotka voivat olla haitaksi työntekijän

terveydelle ja turvallisuudelle. Jos työstä aiheutuvia terveysvaaroja ei voida poistaa teknisin toimenpitein tai ainevalinnoilla, työnantajan on hankittava työntekijöiden käyttöön henkilönsuojaimia estämään työntekijöiden altistuminen kemiallisille tai fysikaalisille haittatekijöille. Pintakäsittelytyöissä tarvittavat suojaimet on esitetty taulukossa [14 Pintakäsittelytyöiden aiheuttamat vaarat työntekijöille](#). Lisäksi on noudatettava kemiallisten aineiden käyttöturvallisuustiedotteiden tietoja altistumisen ehkäisystä ja henkilökohtaisista suojaimista.

Taulukko 14. Pintakäsittelytyöiden aiheuttamat vaarat työntekijöille

| VAARAN<br>AIHEUT-<br>TAJA                          | VAARA                                                | HENKILÖNSUOJAIN    |                              |                |                           |                   |                                         |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|----------------|---------------------------|-------------------|-----------------------------------------|
|                                                    |                                                      | Kuulon-<br>suojain | Hengityk-<br>sensuo-<br>jain | Silmiensuojain | Kasvo-<br>jensuo-<br>jain | Ihon suo-<br>jaus | Suoja-<br>vaatetus<br>ja -käsi-<br>neet |
| Esikäsittelymenetelmät                             |                                                      |                    |                              |                |                           |                   |                                         |
| Suihku-<br>puhdistus<br>ja suur-<br>painepe-<br>su | Pöly                                                 |                    | x                            |                | x                         |                   |                                         |
|                                                    | Työstä ai-<br>heutuva<br>melu                        | x                  |                              |                |                           |                   |                                         |
|                                                    | Roiskeet<br>silmiin ja<br>iholle                     |                    |                              | x              | x                         | x                 | x                                       |
| Metalli-<br>pintojen<br>hionta                     | Hiontapö-<br>ly                                      |                    | x                            |                | x                         |                   |                                         |
|                                                    | Työstä ai-<br>heutuva<br>melu                        | x                  |                              |                |                           |                   |                                         |
|                                                    | Hionta-<br>roiskeet<br>silmiin ja<br>iholle          |                    |                              | x              | x                         |                   | x                                       |
| Kemialliset aineet                                 |                                                      |                    |                              |                |                           |                   |                                         |
| Liuotteet<br>ja ohen-<br>teet                      | Höyryjen<br>ja huuru-<br>jen hen-<br>gittämi-<br>nen |                    | x                            |                |                           |                   |                                         |

Taulukko jatkuu...

| VAARAN<br>AIHEUT-<br>TAJA                       | VAARA                                                     | HENKILÖNSUOJAIN    |                              |                |                           |                   |                                         |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|----------------|---------------------------|-------------------|-----------------------------------------|
|                                                 |                                                           | Kuulon-<br>suojoin | Hengityk-<br>sensuo-<br>jain | Silmiensuojoin | Kasvo-<br>jensuo-<br>jain | Ihon suo-<br>jaus | Suoja-<br>vaatetus<br>ja -käsi-<br>neet |
|                                                 | Ihokoske-<br>tuksen ai-<br>heuttama<br>herkisty-<br>minen |                    |                              |                | x                         | x                 |                                         |
|                                                 | Roiskeet<br>silmiin ja<br>iholle                          |                    |                              | x              |                           |                   | x                                       |
| Alkaliset<br>ja emul-<br>goivat pe-<br>suaineet | Rasvan<br>poistumi-<br>nen iholta                         |                    |                              |                | x                         | x                 | x                                       |

Hengityksensuojaimia ovat (kuva 57 Aktiivihiili- ja pölysuodatin (a), pölysuojain (p), raitisilmanaamari (r) ja hiekkapuhaltajan kypärä (h))



Kuva 57. Aktiivihiili- ja pölysuodatin (a), pölysuojain (p), raitisilmanaamari (r) ja hiekkapuhaltajan kypärä (h)

- suodattavat suojaimet, jotka suodattavat epäpuhtauksia (kuvassa a ja p)
- eristävät suojaimet, joiden avulla käyttäjälle voidaan johtaa puhdasta ilmaa (kuvassa r ja h).

Hionta- ja teräsharjauspölyn pääsy hengitysteihin estetään käyttämällä pölysuojaimia (p).

Suihkupuhdistuksessa käytetään hiekkapuhaltajan kypärää (h).

Myös kemiallisista aineista esimerkiksi liuotteista, maaleista ja tervoista haihtuvien höyryjen ja huurujen hengittäminen on estettävä tarkoitukseen sopivalla hengityksensuojaimella.

Levitettäessä pintakäsittelyaineita siveltimellä hengityksensuojaimessa on käytettävä aktiivihiihluodattinta, ellei ilmanvaihto työpisteessä ole erittäin hyvä. Suodatinpanos on valittava haihtuvan aineen ominaisuuksien mukaan. Kun pintakäsittelyainetta levitetään ulkotiloissa ruiskulla, on käytettävä aktiivihiihluodattimen kanssa hiukkassuodattinta. Tällä estetään pintakäsittelyainepisaroiden tukumista aktiivihiihluodatinpanosta.

Levitettäessä pintakäsittelyainetta huonosti tuuletetuissa sisätiloissa tai sääsuojissa on yleensä käytettävä raitisilmanaamaria.

Töissä, joissa melutaso ylittää 85 dB(A), on käytettävä kuulonsuojaimia. Tällaisia töitä ovat muun muassa esikäsittelytyöt, kuten suihkupuhdistus.

### 7.3.4 Putoamisen estäminen

Korjaustyömaan päätoteuttajan on suunniteltava putoamisvaaran torjunta *Valtioneuvoston asetus (205/09) rakennustyön turvallisuudesta*. 27 ja 28 §:n mukaan. Putoamisen estämistä on käsitelty ohjeen *SILKO 1.111 Työturvallisuus* kohdassa *Työ- ja suojatelineet*.

Pintakäsittelyä varten tehtävien työtelien mitoituksessa on otettava huomioon mahdollinen puhallusjäte ja sen aiheuttamat lisäkuormat.

Työ- ja suojatelineitä ei saa ottaa käyttöön ennen kuin niille on tehty käyttöönottotarkastus. Käyttöönottotarkastuksessa varmistaudutaan siitä, että teline on suunnitelman mukainen. Tarkastuksesta on tehtävä merkintä telinekorttiin (*Valtioneuvoston asetus (205/09) rakennustyön turvallisuudesta*. § 60). Telineet tarkastetaan myös työmaan viikoittaisen kunnossapitotarkastuksen yhteydessä. Lisäksi tarkastukset on tehtävä telien purkamisen aikana.

Työtelineestä on laadittava käyttösuunnitelma, jos työtelineellä suuren korkeutensa tai kokonsa, vaaraa aiheuttavan sijaintinsa, erityisen käyttötarkoituksensa tai muun vastaavan tekijän vuoksi on olennainen vaikutus työmaa-alueen käyttöön (*Valtioneuvoston asetus (205/09) rakennustyön turvallisuudesta*. § 54).

Vesistösiltojen pintakäsittelytyöissä on aina hukkumisvaara. Vaara voidaan poistaa esimerkiksi kaiteita, suojaverkkoa, turvalajaita tai pelastusliivejä käyttämällä valiten kyseessä olevaan tilanteeseen parhaiten sopivat suojaustavat. Henkilöstö on perehdytettävä pelastusvälineiden käyttöön (*Valtioneuvoston asetus (205/09) rakennustyön turvallisuudesta*. § 74).

### 7.3.5 Henkilönostot

Henkilöiden nostamiseen saa käyttää vain tähän tarkoitukseen valmistettuja nostolaitteita, henkilönostimia (*Valtioneuvoston asetus (205/09) rakennustyön turvallisuudesta*. § 22). Henkilönostoja on käsitelty ohjeen *SILKO 1.111 Työturvallisuus* kohdassa *Henkilönostot*. Henkilönosto on sallittu tietyissä poikkeustapauksissa myös tavaroiden nostamiseen tarkoitetulla nosturilla tai haarukkatrukilla (*Valtioneuvoston asetukset työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta nk. käyttöasetus (VNa 403/2008 ja muutos VNa 1101/2010)*).

Henkilönostinten tarkastuksia on käsitelty ohjeen *SILKO 1.111 Työturvallisuus* kohdassa *Henkilönostinten tarkastukset*.

## 8 Ympäristönsuojelu

Teräsrakenteiden pintakäsittelyn ympäristönsuojelutoimenpiteet on suunniteltava etukäteen ohjeen *SILKO 1.112 Ympäristönsuojelu* mukaan. Esikäsittely- ja pintakäsittelytyöstä ei saa aiheutua vahinkoa tai haittaa ihmisille, ympäristölle, maa-, vesi-, raide- ja kevyelle liikenteelle tai muillekaan osapuolille.

Tilaaaja esittää tarjouspyyntövaiheessa pintakäsittelyn ympäristönsuojeluvaatimukset ja mahdollisesti alustavan ehdotuksen toimenpiteiksi. Urakoitsija voi esittää tarjouksessaan tästä poikkeavan, mutta vähintään vastaavan ehdotuksensa. Työn aikana urakoitsija vastaa kaikista ympäristön suojaukseen tarvittavista toimista.

### 8.1 Ympäristövaikutukset

Pintakäsittelytyöiden ympäristövaikutukset on esitetty taulukossa [15 Pintakäsittelytyöiden aiheuttamat haitat ympäristölle ja niiden välttäminen](#). Lisäksi on otettava huomioon aineiden käyttöturvallisuustiedotteet ja muut aineiden valmistajien ohjeet.

Taulukko 15. Pintakäsittelytyöiden aiheuttamat haitat ympäristölle ja niiden välttäminen

| YMPÄRISTÖHAITAN AIHEUTTAJA                                                 | HAITTA                                                                                     | TOIMENPIDE                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Esikäsittelytyöt</b>                                                    |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Pesu liuotteella                                                           | Orgaaniset liuotteet ovat vaarallista jätettä.                                             | Otetaan pesuaine talteen ja toimitetaan asianmukaisen luvan omaavaan vastaanotto- tai käsittelylaitokseen.                                                                                                                                                                                  |
| Pesu muulla pesuaineella                                                   | Katso käyttöturvallisuustiedote.                                                           | Katso käyttöturvallisuustiedote.                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Suihkupuhdistus ja terästyöt<br>Metallipintojen hionta tai suihkupuhdistus | Melu.<br><br>Pölyn leviäminen ympäristöön.<br><br>Vanhoissa maaleissa saattaa olla lyijyä. | Tehdään meluilmoitus kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle.<br><br>Rakennetaan työkohteen ympärille tiivis suojaus.<br><br>Lyijyä, sinkkiä ja kromia sisältävä maalijäte käsitellään vaarallisena jätteenä ja toimitetaan asianmukaisen luvan omaavaan vastaanotto- tai käsittelypaikkaan. |
| <b>Pintakäsittelytyöt</b>                                                  |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Taulukko jatkuu...

| YMPÄRISTÖHAITAN AIHEUTTAJA                    | HAITTA                                                                        | TOIMENPIDE                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Maalien ja ohenteiden käsittely työkohteessa. | Maalit ja ohenteet ovat haitallisia eloperäiselle ympäristölle.               | Maaleja ja ohenteita käsitellään alustalla, josta maalin leviäminen esim. vahinkotapauksissa ympäristöön estyy.                                                                                                         |
| Sivellin- ja telalevitys                      | Maalin roiskeet ovat esteettinen haitta ja haitta eloperäiselle ympäristölle. | Estetään pinnoitusaineiden leviäminen maahan, veteen ja ajoneuvojen päälle tiiviiden ja reunakorkeilla varustettujen työtasojen avulla.                                                                                 |
| Ruiskulevitys                                 | Maalin roiskeet ovat esteettinen haitta ja haitta eloperäiselle ympäristölle. | Käytetään suurpaineruiskua. Estetään maalisumun leviäminen ympäristöön, ajoneuvojen päälle jne. huputtamalla työkohde.                                                                                                  |
| Maalien ohenteet ja liuotteet                 | Liuotepäästöt ympäristöön.                                                    | Lämmitetään maalia, jotta ohenteen tarve olisi mahdollisimman pieni. Maalia lämmitettäessä tulee huomioida maalivalmistajan ohjeet maalin maksimilämpötiloista. Käytetään niukkaliuotteisia tai vesiohenteisia maaleja. |
| Työvälineiden pesu                            | Liuotepäästöt ilmaan.<br>Pesujätteet ovat vaarallista jätettä.                | Suljettu pesusysteemi.<br>Liuotteiden kierrätys, puhdistus ja uudelleenkäyttö.                                                                                                                                          |

## 8.2 Jätehuolto

Pintakäsittelytyöissä syntyneitä jätteitä ei saa jättää siltapaikalle tai maastoon, vaan ne on kuljetettava kierrätykseen, kaatopaikalle tai ongelmajätelaitokseen. Työmaalla pitää olla keräilypiste. Vain tyhjat, kuivat maalipurkit ja niiden pakkaukset voidaan yleensä ilman eri selvitystä viedä kaatopaikalle.

Paikallinen jätehuoltoviranomainen antaa tarkemmat ohjeet kullakin paikkakunnalla noudatettavista määräyksistä. Vaaraton suihkupuhdistusjäte voidaan käyttää esimerkiksi ekobetonin osa-aineena. Kun suihkupuhdistustyöissä käytetään kierrätettävää raemateriaalia, haitallisia aineita sisältävä hienoaaines voidaan imuroida pois. Suihkupuhdistus voidaan tehdä myös suurpainevesipuhalluksella, jolloin vesi siivilöidään jätteestä erilleen.

## 8.3 Vaaralliset jätteet

Pintakäsittelyaineiden jätteistä ovat vaarallista jätettä muun muassa ne, jotka sisältävät liuotteita. Muita vaarallisia jätteitä ovat muun muassa epoksi- tai muita hartseja, muovien pehmittimiä, mineraaliöljyjä

tai raskasmetalleja sisältävät jätteet. Vaaralliset jätteet on toimitettava asianmukaisen luvan omaavaan vastaanotto- tai käsittelypaikkaan.

Lyijyä sisältävä puhallusjäte on vaarallista jätettä. Lyijy on erotettava muusta jätteestä ja vietävä asianmukaisen luvan omaavaan vastaanotto- tai käsittelypaikkaan. Jätteen lyijypitoisuus on selvitettävä tapauskohtaisesti.

Lyijyä, sinkkiä ja kromia sisältäviä maalijätteitä ei saa päästää vesistöön, vaan ne on otettava 100 prosenttisesti talteen ja hävitettävä vaarallisina jätteinä. Muulle suihkupuhdistustyössä syntyvälle maalijätteelle on Väylävirastolla 90 %:n talteenottovaatimus.

Tilaaaja selvittää vaarallisten jätteiden syntymisen jo pintakäsittelytyön suunnitteluvaiheessa, tarvittaessa rakenteista otettavien näytteiden avulla. Tiedot liitetään tarjouspyyntöihin.

Alueellinen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY) ja jätehuolto-yhtiö antavat tarvittaessa lisätietoja vaarallisiksi jätteiksi luokitelluista aineista. Asiaa on käsitelty myös ohjeissa *SILKO 1.112 Ympäristönsuojelu* ja *SILKO 1.202 Polymeerit sillankorjausmateriaalina*.

## 9 Laadunvarmistus ja laadunohjaus

Laadunvarmistus ja laadunohjaus ovat osa laadunhallintaa, jota on käsitelty kohdassa [6.1 Laadunhallinta](#).

Tehokkailla ja järjestelmällisillä laadunvarmistus- ja -ohjaustoimilla pyritään saamaan aikaan asetetut vaatimukset täyttävä lopputulos.

Valvonta- ja tarkastustoimenpiteiden pitää olla virheitä ennaltaehkäiseviä. Pintakäsittelytyön tarkastuksista, mittauksista ja työn laadusta vastaa ensisijaisesti urakoitsija, joka tekee työn. Tilaaaja voi tehdä lisäksi tarpeelliseksi katsomiaan tarkastuksia.

### 9.1 Tilaaajan laadunvarmistus

Tilaaaja varmistaa laadun muun muassa

- ylläpitämällä ohjeita laatuvaatimuksista
- ylläpitämällä pintakäsittelyn korjausohjeita (SILKO-ohjeet)
- hyväksymällä maalausjärjestelmät ja urakoitsijat
- tarkastamalla pintakäsittelytyöiden työkohtaista suunnittelua
- tarkastamalla urakoitsijoiden laatu-järjestelmien toimivuutta ja tekemällä pistokoeluonteisia tarkastuksia työkohteissa
- järjestämällä koulutusta.

Tilaaajan tärkein vaikuttamisvaihe on periaateratkaisun teko, jossa työlle määritetään sellaiset toteuttamiskäytännöt, työmenetelmät ja materiaalit, joilla voidaan saavuttaa paras mahdollinen lopputulos. Lisäksi työlle laaditaan toteuttamiskelpoinen aikataulu sijoittamalla työ sellaiseen

ajankohtaan, jolloin pintakäsittelytyöt onnistuvat parhaiten. Työssä saa käyttää vain laatuvaatimukset täyttäviä maalausjärjestelmiä ja maaleja.

Tilaaajalla on oikeus toteuttaa laaduntarkastusta. Tilaaajan valvojalla voi olla apunaan joko omaan organisaatioon kuuluva tai ulkopuolinen asiantuntija. Valvojalla on oltava riittävä perustietous pintakäsittelystä ja hänen pitää olla tarvittaessa yhteydessä maalitehtaan edustajaan tai muihin asiantuntijoihin.

Tilaaajan laadunvarmistus edellyttää ainakin seuraavien asioiden selvittämistä ja varmistamista ennen töiden aloittamista:

- ulkopuolisten asiantuntijoiden ja muiden mahdollisten resurssien käyttö
- valvojan perehdyttäminen työhön ja tarvittava lisäkoulutus
- työhön liittyvät erityisvaatimukset ja riskit
- tilaaajan valvontaresurssit ja tarvittavat tarkastusvälineet.

### 9.1.1 Pintakäsittelytyön suunnittelu

Pintakäsittelytyön suunnittelua varten tarvitaan tiedot alkuperäisestä pinnoitteesta ja ympäristöolosuhteista sekä luokitteluun perustuva arvio pinnoitteen kunnosta. Pinnoitteen kunto ja korjaustarve arvioidaan määrittämällä korjaustoimenpide ohjeen *SILKO 1.356 Pintakäsittelyn korjaustoimenpiteen määrittäminen* mukaan. Pinnoitteen kuntoa arvioitaessa on kiinnitettävä huomio myös mahdollisiin teräsrakenteiden vaurioihin. Niiden suunnittelu ja korjaaminen toteutetaan ohjeen *SILKO 1.301 Metallit sillankorjausmateriaalina - Yleiset laatuvaatimukset* mukaan.

Pintakäsittelyn korjausmaalauksen periaatteet ja pintakäsittelyn suunnittelu on esitetty yksityiskohtaisesti tämän ohjeen kohdissa [2 Pintakäsittelyn laatuvaatimukset](#), [4 Periaateratkaisu](#) ja [5 Pintakäsittelyn suunnittelu](#).

### 9.1.2 Urakointimenettely

Tilaaaja teettää työt urakoitsijoilla. Urakkatarjoukset pyydetään vain sellaisilta urakoitsijoilta, joilla on ulkoisen virallisen tarkastuselimen antama hyväksyntä (Sertifikaatti) ja yritys kuuluu tämän kyseisen tarkastuselimen säännöllisen vuosittaisen tarkastustoiminnan piiriin. Työhön valitulta urakoitsijalta vaaditaan ennen työn aloittamista tämän ohjeen mukaiset työ- ja laatusuunnitelmat, joissa esitetään, miten työ teknisesti toteutetaan, miten eri työvaiheiden laatu varmistetaan ja miten kelpoisuus osoitetaan. Alihankittavista töistä urakoitsijan tulee varmistaa vastaavat laadunvarmistusmenettelyt.

Useita pieniä pintakäsittelytyöitä kannattaa niputtaa suuremmiksi urakoiksi, jolloin hinta laskee ja valvonta helpottuu.

Tarjouspyyntöasiakirjat laaditaan Väylävirastosta sähköisessä muodossa saatavan urakkaohjelman mukaan käyttäen apuna maalaustyön asiantuntijaa. Pintakäsittelytyön tarjouspyyntöä valmisteltaessa kiinnitetään erityistä huomiota seuraaviin asioihin:

- pintakäsittelysuunnitelma mahdollisine vaihtoehtoineen ja työkohtaisine laatuvaatimuksineen
- työnaikainen liikenteenjärjestely
- ympäristönsuojelulle asetetut vaatimukset

- vastuukysymykset (tekniset, työ- ja ympäristönsuojeluun liittyvät, kolmannet osapuolet jne.)
- takuuajan pituus.

Ennen sopimuksen allekirjoittamista pidetään valitun urakoitsijan kanssa sopimuskatselmus, jossa käydään läpi tilaajan asettamat laatuvaatimukset, muut urakkaa koskevat ehdot ja urakoitsijan tarjous. Näin varmistetaan, että molemmat osapuolet ovat ymmärtäneet työn laadun ja laajuuden samalla tavalla. Katselmuksesta laaditaan pöytäkirja.

### 9.1.3 Laatujärjestelmän toimivuuden seuranta

Urakoitsijan työtä valvotaan

- laatujärjestelmän toimivuutta arvioimalla
- työ- ja laatusuunnitelmien tarkastamisella
- pistokokein tehtävällä valvonnalla ja tarkastuksilla työn aikana.

#### 9.1.3.1 Laatujärjestelmän toimivuuden hankeauditointi

Laatujärjestelmän toimivuuden hankeauditointia työkohteissa tekee ulkoinen virallinen tarkastuselin, jonka tarkastustoiminnan piiriin urakoitsija kuuluu.

Lisäksi Väylävirasto tekee urakoitsijoiden laatujärjestelmien toimivuuden hankeauditointeja pistokokein harkitsemassaan laajuudessa. Hankeauditointien tulosten perusteella määritetään urakoitsijan laadunvarmistuksen taso ja sovitaan mahdollisesti tarvittavista korjaavista toimenpiteistä tietyn määräajan kuluessa. Hankeauditoinnista laaditaan pöytäkirja.

Pintakäsittelyn laadussa tai laatujärjestelmän toimivuudessa havaittuihin poikkeamiin on puututtava heti ja vaadittava urakoitsijalta asiasta selvitys ja poikkeamaraportti, joka sisältää muun muassa poikkeaman syyn, korjauksen ja toimenpiteet poikkeaman toistumisen estämiseksi. Jos urakoitsijan laatujärjestelmän toimivuudessa ilmenee vakavia tai toistuvia puutteita, tehdään siitä urakoitsijalle kirjallinen huomautus.

#### 9.1.3.2 Työ- ja laatusuunnitelmien tarkastus

Valvoja tarkastaa urakoitsijan laatimat suunnitelmat, joita ovat tämän ohjeen kohdan [5.3 Laatusuunnitelma](#) mukainen laatusuunnitelma ja kohdan [5.2 Tekninen työsuunnitelma](#) mukainen tekninen työsuunnitelma. Suunnitelmien pitää liittyä kiinteästi urakoitsijan laatujärjestelmään. Suunnitelmat voidaan koota myös yhtenäiseksi laadunvarmistussuunnitelmaksi. Suunnitelmat on luovutettava rakennuttajalle tarkastettavaksi viimeistään viikkoa ennen töiden aloittamista.

Jos urakoitsijan suunnitelmissa esiintyy yleisistä laatuvaatimuksista poikkeavia työmenetelmiä tai työvaiheita, valvojan pitää tarvittaessa keskustella urakoitsijan ja asiantuntijoiden kanssa niiden vaikutuksesta lopputuotteen laatuun.

Suunnitelmat tarkastetaan ennen töiden aloittamista, viimeistään aloituskokouksessa. Suunnitelmien tarkastuksessa kiinnitetään erityistä huomiota laadunvarmistustoimiin ja siihen, miten urakoitsija varmistuu materiaalin toimittajien ja mahdollisten alihankkijoiden toimitusten laadusta. Urakoitsijan on korjattava suunnitelmissa havaitut puutteet ennen töiden aloittamista.

### 9.1.3.3 Työnaikaiset tarkastukset

Valvojan tehtäviä ovat korroosioneston lopputulokseen vaikuttavien pintakäsittelyvaiheiden pistokoeluonteinen valvonta ja tarkastukset sekä raportointi sovitussa laajuudessa. Valvojan pitää tuntee työssä käytettävät aineet, työvälineet ja työmenetelmät. Lisäksi hänen pitää hallita valvonta- ja mittausmenetelmät sekä niihin liittyvien välineiden käyttö. Valvojan on kyettävä arvostelemaan työtä vallitsevien olosuhteiden perusteella.

Valvoja ja urakoitsijan vastuuhenkilö käyvät läpi tekniset urakka-asiakirjat, jotta ei syntyisi tulkintaerimielisyyksiä. Suositeltavaa on tehdä työn alussa tärkeimmistä käsittelyvaiheista vertailupinnat, jotka hyväksytetään. Valvoja harkitsee työn vaativuuden ja laajuuden perusteella, missä määrin hän tämän jälkeen osallistuu eri työvaiheiden tarkastuksiin. Valvojan pitää olla selvillä työn etenemisestä ja tärkeiden työvaiheiden suoritusajoista. Pistokoetarkastukset tehdään yleensä valmiille työvaiheille tai koko työlle sen jälkeen, kun urakoitsija on tehnyt omat laatumittauksensa.

Valvojan tarvitsemia apuvälineitä ovat

- tarvittavat asiakirjat
- maalikalvon paksuusmittari
- kosteusmittari
- teräspinnan ja ilman lämpömittarit
- kastepistekiekko tai -mittari
- taskulamppu, peili ja puukko
- vahaton merkkausliitu
- muistiinpanovälineet.

Lisäksi valvojalla pitää olla tarvittaessa käytettävissään

- maalikalvon tartunnan mittauslaite
- märkäkalvon paksuusmittari
- leikkaava maalikalvon paksuusmittari
- valolla varustettu suurennuslasi.

Valvoja kiinnittää työnaikaisissa pistokoetarkastuksissa huomiota muun muassa seuraaviin asioihin urakoitsijan toiminnassa (katso myös kohta [6 Pintakäsittelytyö](#)):

- Henkilöstönpätevyys.
- Tarkastus- ja mittausvälineet eli niiden
  - kunto ja toimivuus
  - kalibrointi ja sen kirjanpito.
- Materiaalien käyttö eli
  - maalien säilytysolosuhteet ja varastointi
  - maalien tuoreus ja pakkaukset
  - puhallusrakeiden ja paineilman puhtaus.
- Pintojen viimeistely ja puhdistus eli

- terästyön laatuaste
- eri materiaalien rajakohtien käsittelyt
- esipuhdistus, pintojen pesu
- puhdistusaste, ruosteenpoisto
- olosuhteet.
- Maalaustyö eli
  - työmenetelmät ja työvälineet
  - maalien lämpötilat, sekoitus ja seossuhteet
  - pintakäsittelyolosuhteet
  - työskentelyolosuhteet: pääsy työkohteeseen, valaistus, tuulisuus
  - tarvittavat suojaustoimet (betonipinnat, rakenneosien myöhemmin hitsattavat kohdat, vaarnapultit)
  - maalauskerrosten lukumäärä, värisävyt ja maalikerrosten rajaukset
  - maalikerrosten päällemaalausväliajat vallitsevissa olosuhteissa
  - työturvallisuus (katso turvallisuusasiakirja)
  - ympäristönsuojelu: jätteen talteenotto, ongelmajätteiden käsittely, pölyn leviäminen
  - liikenteenohjaus.
- Maalatun pinnan laatu silmämääräisesti tarkastettuna eli
  - virheet kuten epätasaisuus (valumat, poimuuntuminen, rypistyminen jne.), karheus, kupliminen, huokoisuus ja neulanpistoreiät
  - alle jääneen vanhan maalikalvon irtoaminen maalatun alueen reunoissa
  - pintojen maalautuminen; erityistä huomiota pitää kiinnittää vaikeasti maalattaviin kohtiin, kuten nurkkiin, taitteisiin ja ahtaisiin väleihin, notsiaukkoihin ja reikiin
  - pintamaalauksen värisävy ja kiiltoaste sekä niiden tasaisuus.
- Maalikalvon paksuus ja sen mittaaminen siten, että
  - maalatuilla pinnoilla on oltava kauttaaltaan riittävä kalvonpaksuus, myös hankalasti maalautuvissa kohdissa
  - kalvonpaksuuden kelpoisuusmittaukset on tehty rakenteen tarkastusalueilta hyväksytyn suunnitelman mukaan (katso liite B)
  - mittauspisteiden etäisyyden reunasta, taitteesta tai muusta mittausepä-tarkkuutta aiheuttavasta epäjatkuvuuskohdasta on oltava vähintään 20 mm.
- Maalikalvon tartunta ja sen mittaaminen siten, että mittausten lukumäärä on riittävä ja tulokset ovat vaatimusten mukaiset (katso taulukko [8 Vaatimukset teräs- ja sinkittyjen pintojen maalipinnoitteiden vetolujuudelle kelpoisuusmittauksissa](#)).

#### 9.1.3.4 Työn laadun arviointi

Valvoja arvioi pintakäsittelyn laatutasoa työn aikana sekä työn valmistuttua omien havaintojensa ja urakoitsijan tekemien kelpoisuusmittausten ja -tarkastusten perusteella vertaamalla saatuja tarkastustuloksia sekä keskenään että suunnitelmien mukaisiin pinnoitteen laatuvaatimuksiin. Maalipinnoitteen laatuvaatimukset on esitetty työkohtaisissa laatuvaatimuksissa ja tämän ohjeen kohdassa [2.1 Yleiset laatuvaatimukset](#).

Riitatapauksessa käytetään molempien osapuolten hyväksymää puolueetonta asiantuntijaa.

## 9.2 Urakoitsijan laadunvarmistus

Urakoitsija käynnistää työkohteen laadunvarmistuksen suunnittelemalla työt työkohtaisesti vaiheittain tilaajan asettamien laatuvaatimusten mukaisesti soveltaen suunnittelussa yrityksen laatujärjestelmää. Suunnitelmiin kuuluvat työ- ja työvaihekohtainen laatusuunnitelma sekä tekninen työsuunnitelma. Ne voidaan yhdistää yhdeksi suunnitelmaksi. Pintakäsitteltävä rakenne jaetaan työ- ja tarkastusalueisiin.

Urakoitsijan pitää huolehtia lisäksi

- työssä käytettävien aineiden ja tarvikkeiden laadun varmistamisesta
- työn tekemisestä pintakäsittelysuunnitelman ja laatujärjestelmän ohjeiden mukaisesti
- työnaikaisesta laaduntarkastuksesta ja -ohjauksesta
- kelpoisuuden osoittamisesta.

Työn aikana ja valmiista pintakäsittelystä tehdyistä tarkastuksista ja mittauksista laaditaan pöytäkirjat kelpoisuuden osoittamista varten. Kaikki työn aikana kertyneet poikkeamaraportit liitetään pöytäkirjoihin. Kelpoisuusaineisto kootaan työn valmistuttua kansioon sisällysluettelolla ja välilehdillä varustettuna.

### 9.2.1 Henkilöstön pätevyys

Urakoitsijalla pitää olla käytettävissään ammattitaitoinen ja laatujärjestelmän mukaisesti koulutettu pintakäsittelytyötä tekevä henkilökunta, jonka pätevyys voidaan osoittaa kirjallisesti.

Pintakäsittelytyötä johtavalla työnjohtajalla on oltava pintakäsittelytekniikan koulutus ja vähintään kahden vuoden kokemus teräsrakenteiden pintakäsittelytyöistä tai koulutuksen puuttuessa vähintään viiden vuoden kokemus vastaavista pintakäsittelytyöistä.

Pintakäsittelytyötä tekevillä työntekijöillä on oltava korroosionestomaalarin ammattitutkinto tai vastaava korroosionestotalan koulutus tai vähintään kahden vuoden kokemus vastaavista korroosionestomaalaustöistä.

### 9.2.2 Työ- ja mittausvälineet

Urakoitsijalla pitää olla asianmukaiset ja kunnossa olevat työvälineet ja koneet sekä kalibroidut, laaduntarkastukseen ja kelpoisuusmittauksiin soveltuvat mittalaitteet.

### 9.2.3 Laadunohjaus ja laaduntarkastukset

Urakoitsijan pitää toteuttaa laaduntarkastus ja laatumittaukset hyväksytyn työvaihekohtaisen laatusuunnitelman mukaan ja siinä esitetystä laajuudesta.

Urakoitsijan laadunohjaukseen ja -tarkastuksiin kuuluu

- työntekijöiden perehdyttäminen tilaajan asettamiin laatuvaatimuksiin, työ- ja laatusuunnitelmien sisältöön sekä työn laaturiskeihin

- pintakäsittelyaineiden vastaanotto ja tarkastus
- olosuhteiden seuranta työvaiheiden aikana
- laaduntarkastus työn aikana työvaiheittain
- laaduntarkastukset ja mittaukset työvaiheittain ennen seuraavan työvaiheen aloittamista (muun muassa silmämääräiset tarkastukset ja kalvonpaksuuden mittaukset)
- kelpoisuuden osoittaminen tarkastusten ja mittausten perusteella ja raportointi tilaajalle
- laatupoikkeamien raportointi, virheiden korjaaminen ja tarvittavat toimenpiteet virheiden toistumisen estämiseksi.

#### 9.2.4 Raportointi

Urakoitsija laatii pintakäsittelytyön valmistuttua tekemistään tarkastuksista ja laatumittauksista pintakäsittelyn laaturaportin (katso liite C), joka on yhteenveto laadusta työ- ja tarkastusalueittain sekä laatuvaatimuksittain. Laaturaportin liitteitä ovat (katso liite C):

1. Työnaikainen *Työalueen pintakäsittelyn seurantakortti* (katso liite C), josta pitää päivittäin ja työalueittain ilmetä ainakin
  - työn aloitus- ja lopetusajankohdat
  - työvaiheet
  - maalattavan pinnan puhtaus ja esikäsittelyaste
  - päällemaalausväliajat
  - olosuhdeseurannan tulokset
  - pintakäsittelyaineet ja niiden tuoreustiedot.
2. *Silmämääräisten tarkastusten pöytäkirjat* (katso liite C) tarkastusalueittain, joista pitää ilmetä ainakin maalipinnan laatu eli arviointi muun muassa värisävystä, kiiltoasteesta, rypistymisestä, valumista, karheudesta, huokosista, kuplimisesta, halkeilusta ja vaikeiden kohtien maalautumisesta.
3. Pinnoitteen kalvonpaksuuden mittausraportit, joissa ilmoitetaan mittaustulokset pohjamaalauksesta ja valmiista maalikalvosta tarkastusalueittain.
4. Pinnoitteen *Tartuntamittauksen pöytäkirjat* (katso liite C).
5. Poikkeamaraportit.

Työalueet, tarkastusalueet ja mittausalueet pitää olla paikannettavissa raporteista tai niiden liitteinä olevista kaavioista.

Laaduntarkastus- ja mittaustulosten tulee olla jäljitettävissä pintakäsiteltyyn rakenteeseen yksikäsitteisesti.

Työn valmistuttua urakoitsija kokoaa kaiken pintakäsittelytyöhön liittyvän laatuaineiston yhteen kansioon laaturaportiksi (katso liite C) ja luovuttaa sen valvojalle tarkastettavaksi.

Urakoitsijan laatiman laaturaportin tuloksia verrataan asetettuihin laatuvaatimuksiin kelpoisuuden toteamiseksi.

### 9.3 Tarkastukset ja mittaukset

Pintakäsittelytyön aikana ja työn valmistuttua pitää tehdä laadun toteamiseksi ainakin taulukossa [16 Pintakäsittelytyöissä vaadittavat tarkastus-, testaus- ja korjaustoimenpiteet](#) esitetyt tarkastukset ja mittaukset. Taulukossa on esitetty myös hyväksymisperusteet ja korjaustoimenpiteet.

Taulukko 16. Pintakäsittelytyöissä vaadittavat tarkastus-, testaus- ja korjaustoimenpiteet

| TARKASTUS                                                                                                                                                    | MENETELMÄ                                                                                                   | LAAJUUS                                                                             | HYVÄKSYMISPERUSTEET                   | KORJAUSTOIMENPITEET                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1. Olosuhteet <ul style="list-style-type: none"> <li>ilman lämpötila</li> <li>alustan lämpötila</li> <li>suhteellinen kosteus</li> <li>kastepiste</li> </ul> | Lämpötilan ja kosteuden mittaus                                                                             | Työtä aloitettaessa ja lopetettaessa jokaisen työvuoron osalta                      | Maalintoimittajan tuoteselosteet      | Ei suihkupuhdistusta<br>Ei maalausta             |
| 2. Terästyön laatuaste <ul style="list-style-type: none"> <li>terävät särmät</li> <li>hitsausroiskeet</li> </ul>                                             | SFS 8145 tai SFS-EN ISO 8501-3<br>Silmämääräinen tarkastus                                                  | Kaikki pinnat                                                                       | Pintakäsittelysuunnitelman mukaisesti | Puutteiden korjaus                               |
| 3. Pinnan karheus                                                                                                                                            | SFS-EN ISO 8503-2:en                                                                                        | Ensimmäiseltä tarkastusalueelta, jonka jälkeen pistokoetarkastuksia                 | Pintakäsittelysuunnitelman mukaisesti | Uudelleen karhennus                              |
| 4. Esikäsittelyaste                                                                                                                                          | SFS-EN ISO 8501-1                                                                                           | Kaikki pinnat tai pistokoetarkastuksia                                              | Pintakäsittelysuunnitelman mukaisesti | Uudelleen suihkupuhdistus ja uudelleen tarkastus |
| 5. Suolapitoisuus                                                                                                                                            | SFS-EN ISO 8502-6 (näytteen otto) ja SFS-EN ISO 8502-9 (suolapitoisuuden mittausta johtokykyperiaatteella.) | Ensimmäiseltä tarkastusalueelta kolme määrittystä, jonka jälkeen pistotarkastuksia. | Pintakäsittelysuunnitelman mukaisesti | Uudelleen puhdistus ja uudelleen tarkastus       |

Taulukko jatkuu...

| TARKASTUS                                                                                                                               | MENETELMÄ                                                                                                                                           | LAAJUUS                                                   | HYVÄKSYMISPE-<br>RUSTEET                                   | KORJAUSTOIMEN-<br>PITEET                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 6. Maalipinta <ul style="list-style-type: none"> <li>rakkuloituminen</li> <li>halkeilu</li> <li>hilseily</li> <li>huokoisuus</li> </ul> | SFS-EN ISO 4628-2<br>SFS-EN ISO 4628-4<br>SFS-EN ISO 4628-5<br>SFS-EN ISO 29601:en<br>Silmämääräinen tarkastus                                      | Kaikki pinnat tarkastetaan jokaisen maalikalvon jälkeen   | Pintakäsittely-suunnitelman mukaisesti                     | Puutteiden korjaus erikseen sovituslaajuudessa |
| 7. Kalvonpaksuus                                                                                                                        | SFS-EN ISO 2808<br>SFS-ISO 19840<br>(karhealla pinnalla)                                                                                            | Pintakäsittely-suunnitelman mukaisesti tarkastus-alueilta | Tuoteselosteiden ja pintakäsittely-suunnitelman mukaisesti | Korjausmaalaus tai uudelleen maalaus           |
| 8. Tartunta                                                                                                                             | SFS-EN ISO 4624<br>Tarttuvuuden arviointi vetokokeella<br>SFS-EN ISO 2409:en<br>hilaristikkokoe<br>SFS-EN ISO 16276-1<br>(kentällä tehtävä mittaus) | Pintakäsittely-suunnitelman mukaisesti tarkastus-alueilta | Pintakäsittely-suunnitelman mukaisesti                     | Maalaus uusitaan                               |

### 9.3.1 Olosuhteiden mittaus

Pintakäsittelyolosuhteet mitataan työkohteen välittömässä läheisyydessä ja tiedot merkitään seurantakorttiin *Työalueen pintakäsittelyn seurantakortti* (katso liite C).

Kun pintakäsittelyitä tehdään vaatimusten mukaisissa vakio-olosuhteissa, esimerkiksi maalaushallissa, olosuhteiden tarkastaminen kerran työvuoron aikana riittää. Vaihtelevissa olosuhteissa, ulkona ja suojakatoksessa olosuhteiden mittauksia ja muistiin kirjauksia tehdään vallitsevien olosuhteiden mukaan tiheämmin, kuitenkin vähintään työvuoron alussa ja lopussa. Jos olosuhteissa on työn loputtua odotettavissa muutoksia, mittauksia on jatkettava, kunnes maalipinta on kosketuskuiva.

Pintakäsittelyolosuhteita mitataan tarkoitukseen soveltuvilla ja säännöllisin väliajoin kalibroiduilla lämpötila- ja kosteusmittareilla (kuva [58 Pintalämpömittari, pinta- ja ilmalämpömittari, yhdistelmämittari, jossa on lämpömittarien lisäksi kastepistelämpötila \(°C\) ja suhteellinen kosteus \(RH %\), alimpana kastepistekiekko](#)). Kastepisteen arvo saadaan esimerkiksi kastepistekiekosta, kun ilman lämpötila ja sitä vastaava suhteellinen kosteus on mitattu. Olosuhtemittareina voidaan käyttää joko erillisiä yleismittareita tai erikoismittareita, joiden kehittyneimmillä malleilla voidaan tehdä kaikki tarvittavat mittaukset.



Kuva 58. Pintalämpömittari, pinta- ja ilmalämpömittari, yhdistelmämittari, jossa on lämpömittarien lisäksi kastepistelämpötila (°C) ja suhteellinen kosteus (RH %), alimpana kastepistekiekkko

### 9.3.2 Silmämääräinen tarkastus

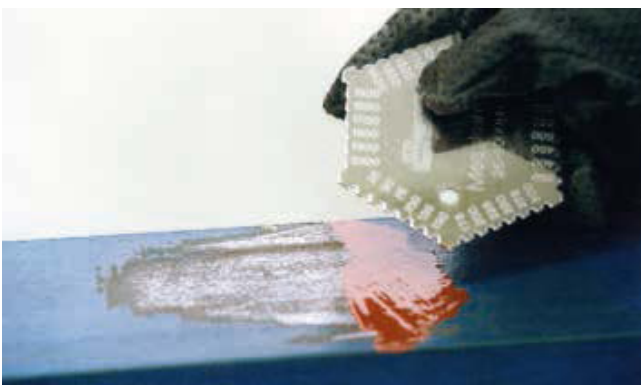
Kaikki valmiit työvaiheet tarkastetaan silmämääräisesti. Silmämääräisessä tarkastuksessa todetaan muun muassa

- pintojen puhtaus
- maalattujen pintojen mahdolliset virheet, kuten valumat, kupliminen, huokoisuus ja karheus
- vaikeiden kohteiden, kuten särmien ja ahtaiden välien maalautuminen
- pintamaalauksesta lisäksi maalipinnan värisävy ja kiiltoaste sekä näiden tasaisuus.

Tarkastuksen tulokset raportoidaan pintakäsittelyn seurantakortilla (katso liite C) ja valmiin maalauksen osalta lisäksi silmämääräisen tarkastuksen pöytäkirjalla (katso liite C).

### 9.3.3 Kalvonpaksuuden mittaus

Maalin märkäkalvonpaksuus mitataan joko kampa-tulkilla (kuva [59 Kampa-tulkki](#)) tai kiekkotulkilla (kuva [60 Kiekkotulkki](#)) välittömästi maalin levityksen jälkeen ennen liuotteiden haihtumista kalvosta.



Kuva 59. Kampa-tulkki



Kuva 60. Kiekkotulkki

Mittausmenetelmää selostetaan standardissa SFS-EN ISO 2808. Mittarista luetaan suoraan märkäkalvonpaksuus ( $K_m$ ). Ohentamattoman maalin likimääräinen kuivakalvonpaksuus ( $K_k$ ) voidaan saada laskemalla kaavasta:

$$K_k = \frac{K_m \times V_{\%}}{100} (\mu m)$$

$V_{\%}$  maalin ainepitoisuus tilavuusprosentteina, mikä saadaan maalinvalmistajan tuoteselosteesta

Maalin kuivakalvonpaksuus mitataan yleensä maalipintaa rikkomattomalla menetelmällä sähkömagneettisella maalikalvomittarilla (kuvat [61 Sähkömagneettinen kalvonpaksuusmittari](#) ja [62 Erilaisia kalvonpaksuusmittareita](#)), kun maalikerrokset ovat kuivuneet ja kovettuneet niin, että mittausanturin kärki ei painu maaliin.



Kuva 61. Sähkömagneettinen kalvonpaksuusmittari



Kuva 62. Erilaisia kalvonpaksuusmittareita

Raportoittavat kuivakalvonpaksuuden kelpoisuusmittaukset tehdään pohjamaalista ja pintamaalauksen jälkeen rakenteen tarkastusalueilta (katso liite B). Mittauskohdan kalvopaksuus on yhden mittauksen tulos. Pienin kalvonpaksuus on rakenteen pinnalta mitattu pienin kalvonpaksuus. Poikkeamien lukumäärä ja suuruus ilmoitetaan kutakin tarkastusaluetta kohti.

Kalvopaksuusmittauksia tehdään tarkastusalueelta 30 kpl ja lisäksi 10 kpl jokaista alkavaa 100 m<sup>2</sup>:ä kohden. Esimerkiksi, jos tarkastusalueen koko on 420 m<sup>2</sup>, tehdään 30 + 4x10 = 70 mittausta (katso liite B). Pienissä paikkausmaalauksissa mittauksia tehdään urakoitsijan laatiman laatusuunnitelman mukaisesti. Kaiteiden ja muiden vastaavien rakenteiden tarkastusalueet ovat pienempiä. Ne esitetään pintakäsittelyn laatusuunnitelmassa.

Mittausmenetelmiä selostetaan standardissa SFS-EN ISO 2808. Mittaustuloksiin vaikuttavat tekijät on selostettu standardeissa SFS-EN ISO 2178 ja SFS-EN ISO 2064.

Myös valvoja varmistuu riittävästä kalvonpaksuudesta tekemällä kalvonpaksuuden mittauksia pistokokein eri maalikerroksista työn aikana. Mittaustulosten vertailtavuuden vuoksi valvojan mittaukset on syytä tehdä samoilta alueilta ja vastaavasti kuin urakoitsijakin on tehnyt. Lisäksi valvoja voi tehdä erityisesti hankalasti maalautuvien pintojen (muun muassa jäykisteiden alapuolet ja ahtaat välit) tarkastusmittauksia mahdollisten systemaattisten virheiden paljastamiseksi. Vain erikoistapauksissa, kuten kiistatilanteissa, käytetään kalvonpaksuuden toteamisessa leikkaavaa maalikalvomittaria.

Magneettista kuivakalvonpaksuusmittaria käytetään valmistajan ohjeiden mukaan. Mittari säädetään (toimintatarkastus) aina ennen käyttöä mittarin valmistajan ohjeiden sekä standardin SFS-EN ISO 2808 mukaan käyttämällä likimain mitattavan maalikerroksen paksuista säätöliuskaa. Liuskoina käytetään hyväkuntoisia, kyseiseen tarkoitukseen valmistettuja pieniä kalvoja, joihin on merkitty niiden paksuudet mikrometreinä. Mittaajalla pitää olla lisäksi käytössään tarkkuuskalvosarja, jonka avulla varsinaisten kalibrointikalvojen kuluneisuus määrävälein tarkastetaan. Mittari säädetään säätöliuskojen avulla aina riittävän suurelle sileäpintaiselle teräslevylle, jonka koko on vähintään 80 x 80 mm<sup>2</sup> ja paksuus vähintään 5 mm.

### 9.3.4 Maalikalvon tartunnan mittaus

Pinnoitteen tarttuvuudella tarkoitetaan kalvon kiinnipysyvyyttä maalausalustassa sekä yksittäisten kerrosten pysyvyyttä kiinni toisissaan rajapintojen vetovoimien vaikutuksesta. Maalikalvon tartunnan

mittauksia voidaan tehdä vetokokeilla standardin SFS-EN ISO 4624 mukaan, kun maalikalvo on kuivunut ja kovettunut riittävästi. Vetokokeita tehdään erityisesti tätä toimenpidettä varten valmistetuilla vetolaitteilla (kuva 63 [Tartuntamittauksessa käytettävä vetolaite](#)) joko itse rakenteesta tai rakenteen pintakäsittelyn yhteydessä samoissa olosuhteissa käsitellyistä ja säilytetyistä koelevyistä, jotka ovat maalattavan rakenteen kanssa samanlaista materiaalia ja ovat ennen pintakäsittelyä samassa ruostumisasteessa kuin itse maalattava rakenne.



Kuva 63. Tartuntamittauksessa käytettävä vetolaite

Riittävä kuivumisaika vaihtelee jonkin verran eri maalityypeillä. Yleisesti katsotaan kuukauden olevan riittävän optimiolosuhteissa. Maalikalvon tartunnalle asetetut vaatimukset on esitetty kohdassa [2.2 Pintakäsittelyaineiden laatuvaatimukset](#).

Sinkki- ja alumiinipinnoitteen tarttuvuutta alustaansa testataan naarmutuskokeella standardin SFS-EN ISO 2063 mukaan.

Tartuntakokeita tehdään valmiista pinnoitteesta 3 kpl jokaista alkavaa 1000 m<sup>2</sup> kohti ja vähintään 6 kpl/silta (katso liite B). Tulokset merkitään pöytäkirjaan, katso *Tartuntamittauksen pöytäkirja* (katso liite C).

## 9.4 Pintakäsittelyn laatuaineiston taltiointi ja hyödyntäminen

Kokonaisuudessaan pintakäsittelyn työkohtainen laatuaineisto käsittää seuraavat raportit:

- pintakäsittelyn laaturaportti, kelpoisuuden yhteenveto, *Pintakäsittelyn laaturaportti* (katso liite C)
- kelpoisuusaineiston yhteenveto, *Pintakäsittelyn laaturaportti* (katso liite C)
- pintakäsittelyn seurantakortit, *Työalueen pintakäsittelyn seurantakortti* (katso liite C)
- silmämääräisen tarkastuksen pöytäkirjat, *Silmämääräisen tarkastuksen pöytäkirja* (katso liite C)
- kalvonpaksuusmittauksen pöytäkirjat
- tartuntamittauksen pöytäkirjat, *Tartuntamittauksen pöytäkirja* (katso liite C)
- maalattavien pintojen suolapitoisuuden mittausraportti pesun jälkeen tehdyistä mittauksista
- suihkupuhdistusjätteen talteenottoraportti (laskelma talteenotto %:ta)
- suihkupuhdistusjätteen haitta-ainepitoisuuksien tutkimusraportti
- poikkeamaraportit
- pintakäsittelysuunnitelma
- työ- ja työvaihekohtaiset laatusuunnitelmat

- tekniset työsuunnitelmat.

Laatuaineiston tarkastuksen ja mahdollisten täydennysten ja korjausten jälkeen ne taltioidaan Ely-keskuksen silta-arkistoon.

Laaturaporttia voidaan hyödyntää suunniteltaessa muita vastaavia pintakäsittelyprojekteja. Laaturaporttia tarvitaan aina silloin, kun sillan huolto- tai uusintamaalaus on taas ajankohtainen.

## 10 Täydentävät ohjeet

Seuraavat viiteasiakirjat ovat välttämättömiä, jotta tätä ohjetta voidaan soveltaa. Jos viittaus kohdistuu tiettyyn versioon, tätä ohjetta koskee vain kyseinen versio. Jos viittauksessa ei ole mainittu versiota, sovelletaan viimeisintä versiota. Ohjeiden ajantasaisuus tulee tarkistaa ennen niiden noudattamista. Ajantasaiset Väyläviraston ohjeet löytyvät [Väyläviraston ohjeluettelosta](#).

### Väyläviraston ohjeet

- SILKO 1.301 Metallit sillankorjausmateriaalina - Yleiset laatuvaatimukset
- SILKO 2.332 Teräspalkin ylälaipan kunnostus
- SILKO 2.351 Teräsrakenteen paikkausmaalaus
- SILKO 2.352 Teräspinnan uusintamaalaus
- SILKO 2.331 Kaidepylvään juuren kunnostus
- SILKO 2.353 Teräslaakerin huoltokäsittely
- SILKO 2.354 Vanhan ja uuden sinkkipinnoitteen maalaus
- SILKO 1.203 Purkamis- ja esikäsittelymenetelmät
- SILKO 1.202 Polymeerit sillankorjausmateriaalina
- SILKO 3.351 Uudis- ja uusintamaalauksen maalausjärjestelmät
- SILKO 3.352 Ennen vuotta 2015 käytössä olleet ja paikkausmaalauksissa käytettävät maalausjärjestelmät
- Sillantarkastuskäsikirja
- SILKO 1.353 Ruostumisasteen Ri 3 vertailuasteikot
- SILKO 1.354 Ruostumisasteen Ri 4 vertailuasteikot
- SILKO 1.355 Ruostumisasteen Ri 5 vertailuasteikot
- SILKO 1.356 Pintakäsittelyn korjaustoimenpiteen määrittäminen
- SILKO 1.357 Teräsrakenteet - Teräsputken korjaustoimenpiteen määrittäminen
- Taitorakenteiden tarkastusohje
- Sillansuunnittelun lähtötiedot
- SILKO 1.112 Ympäristönsuojelu
- Liikenne tietyömaalla – Pätevyysvaatimukset ja työturvallisuuden perusteet
- Liikenne tietyömaalla – Kunnossapitotyöt

- Liikenne tietyömaalla – Tienrakennustyömaat
- SILKO 1.111 Työturvallisuus
- Turvallisuuspoikkeamalomake
- Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO)
- Siltapölkkyjen vaihtaminen tukikerroksettomilla ratasilloilla

### **Vanhat standardit**

Korroosionestomaalien standardisointityöllä on pitkät perinteet. Kemian Keskusliiton ja Prosessiteollisuuden standardisointikeskuksen (PSK-standardit) viitoittama tie jatkui 1980-luvulla, kun käyttöön tulivat seuraavat korroosionestomaalauksen SFS-standardit:

- SFS-EN ISO 1461 Teräs- ja valurautatuotteiden kuumasinkkipinnoitteet kappaletavaroille. Erittelyt ja koetusmenetelmät.
- SFS-EN ISO 2409 Maalit ja lakat. Hilaristikkokoe.
- SFS 2765 Metalliset pinnoitteet. Teräksen ja valuraudan kuumasinkkipinnoitteet kappaletavaroille. Yleistietoja ja vaatimuksia.
- SFS 2873 EN 2064 ISO 2064 Metalliset ja muut epäorgaaniset pinnoitteet. Paksuuden mittauksen käsitteet ja määritelmät.
- SFS 3762 Maalit ja lakat. Maalipinnoitteen huononemisen arviointi. Tavallisten virhetyyppien määrän ja koon luokittelu.
- SFS 4426 Korroosionestomaalauksen takuuehdot.
- SFS 4449 Metallien pinnoitteet. Kierteitettyjen teräskappaleiden kuumasinkitys. Metriset pulttikierteet.
- SFS 4596 Metallien korroosio. Ympäristöolosuhteiden luokitus.
- SFS 4956 Korroosionestomaalaus. Suunnittelu. 1984.
- SFS 4957 Korroosionestomaalaus. Esikäsittelyt. 1983.
- SFS 4958 Korroosionestomaalaus. Maalauksen huomioon ottaminen teräsrakenteiden suunnittelussa. 1983.
- SFS 4959 Korroosionestomaalaus. Maalausmenetelmät ja maalaustyö. 1983.
- SFS 4960 Korroosionestomaalaus. Laadunvalvonta. 1983.
- SFS 4961 Korroosionestomaalaus. Korjausmaalaus. 1984.
- SFS 4962 Korroosionestomaalaus. Maalit ja maalausjärjestelmät. 1984.
- SFS 4963 Korroosionestomaalaus. Maalausjärjestelmien käyttösuositus metsäteollisuudelle. 1984.
- ISO 7253 Paints and varnishes. Determination of resistance to neutral salt spray.
- SFS-ISO 19840 Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Pinnoitteiden kuivakalvonpaksuuden mittaaminen ja hyväksymisperiaatteet karheilla pinnoilla.
- SFS-EN 22063 Metalliset ja muut epäorgaaniset pinnoitteet. Terminen ruiskutus. Sinkki, alumiini ja niiden seokset.

Nämä standardit lakkautettiin, kun käyttöön otettiin uusi kansainvälinen SFS-EN ISO 12944-sarja vuonna 1998.

## Uudet standardit

- SFS-EN ISO 1461 Valurauta- ja teräskappaleiden kuumasinkkipinnoitteet. Spesifikaatiot ja testausmenetelmät.
- SFS-EN ISO 2063 Terminen ruiskutus. Metalliset ja muut epäorgaaniset pinnoitteet. Sinkki, alumiini ja niiden seokset.
- SFS-EN ISO 2064 Metalliset ja muut epäorgaaniset pinnoitteet. Paksuuden mittauksen käsitteet ja määritelmät.
- SFS-EN ISO 2178 Metallien pinnoitteet. Magneettisten perusmetallien epämagneettiset pinnoitteet. Paksuuden mittaus. Magneettinen menetelmä.
- SFS-EN ISO 2409:en Paints and varnishes. Cross-cut test (ISO 2409:2013).
- SFS-EN ISO 2808 Maalit ja lakat. Kalvonpaksuuden määrittäminen.
- SFS-EN ISO 4624 Maalit ja lakat. Tarttuvuuden arviointi vetokokeella.
- SFS-EN ISO 4628-1 Maalit ja lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten virhetyyppien esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä. Osa 1: Yleistä ja merkintäjärjestelmä.
- SFS-EN ISO 4628-2 Maalit ja lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten virhetyyppien esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä. Osa 2: Rakkuloitumisasteen arviointi.
- SFS-EN ISO 4628-3 Maalit ja lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten virhetyyppien esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä. Osa 3: Ruostumisasteen arviointi.
- SFS-EN ISO 4628-4 Maalit ja lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten virhetyyppien esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä. Osa 4: Halkeilemisasteen arviointi.
- SFS-EN ISO 4628-5 Maalit ja lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten virhetyyppien esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä. Osa 5: Hilseilyasteen arviointi.
- SFS-EN ISO 4628-6 Maalit ja lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten vaurioiden esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä. Osa 6: Liituamisasteen arviointi teippimenetelmällä.
- SFS-EN ISO 4628-7 Maalit ja lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten virhetyyppien esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä. Osa 7: Liituamisasteen arviointi samettimenetelmällä.
- SFS-EN ISO 4628-8:en Paints and varnishes. Evaluation of degradation of coatings. Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance. Part 8: Assessment of degree of delamination and corrosion around a scribe or other artificial defect (ISO 4628-8:2012).
- SFS-EN ISO 4628-10 Maalit ja lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten virhetyyppien esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä. Osa 10: Lankamaisen (filiform) korroosion arviointi.
- SFS 5873 Metallirakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Käyttösuositus prosessi- ja metalliteollisuudelle.
- SFS-EN ISO 6270-1 Maalit ja lakat. Kosteudenkestävyyden määrittäminen. Osa 1: Jatkuva kondensoituminen.
- SFS-EN ISO 6270-2 Maalit ja lakat. Kosteudenkestävyyden määrittäminen. Osa 2: Koekappaleiden altistaminen kondensaatio-olosuhteille.
- SFS-EN ISO 7253:en Paints and varnishes. Determination of resistance to neutral salt spray (fog).
- SFS-EN ISO 8044 Metallien ja metalliseosten korroosio. Termit ja määrittelyt.

- SFS 8145 Korroosionestomaalaus. Suihkupuhdistettujen tai suihkupuhdistettujen ja konepajapohjamaalilla käsiteltyjen teräspintojen mekaanisten esikäsittelyjen laatuasteet.
- SFS-EN ISO 8501-1 Teräspintojen esikäsittely ennen pinnoitusta maalilla tai vastaavilla tuotteilla. Pinnan puhtauden arviointi silmämääräisesti. Osa 1: Teräspintojen ruostumisasteet ja esikäsittelyasteet. Maalaamattomat teräspinnat ja aiemmista maaleista kauttaaltaan puhdistetut teräspinnat.
- SFS-ISO 8501-2 Teräspintojen esikäsittely ennen pinnoitusta maalilla tai vastaavilla tuotteilla. Pinnan puhtauden arviointi silmämääräisesti. Osa 2: Ennestään pinnoitetun teräksen esikäsittelyasteet sen jälkeen kun aikaisemmat pinnoitteet on poistettu paikoittain.
- SFS-ISO 8501-3 Teräspintojen esikäsittely ennen pinnoitusta maalilla tai vastaavilla tuotteilla. Pinnan puhtauden arviointi silmämääräisesti. Osa 3: Hitsien, leikkaussärmien ja muiden pintavirheellisten alueiden esikäsittelyasteet.
- SFS-EN ISO 8502-3 Teräspintojen esikäsittely ennen pinnoitusta maalilla tai vastaavilla tuotteilla. Testit pinnan puhtauden arvioimiseksi. Osa 3: Pölyn arviointi maalausta varten esikäsitellyiltä teräspinnoilta (teippimenetelmä).
- SFS-EN ISO 8502-6 Teräspintojen esikäsittely ennen pinnoitusta maalilla tai vastaavilla tuotteilla. Testit pinnan puhtauden arvioimiseksi. Osa 6: Liukoisten epäpuhtauksien uutto analysointia varten. Bresle-menetelmä.
- SFS-EN ISO 8502-9 Teräspintojen esikäsittely ennen pinnoitusta maalilla tai vastaavilla tuotteilla. Testit pinnan puhtauden arvioimiseksi. Osa 9: Kenttämenetelmä vesiliukoisten suojojen määrittämiseksi konduktiometrisesti.
- SFS-EN ISO 8503-2:en Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates. Part 2: Method for the grading of surface profile of abrasive blast-cleaned steel. Comparator procedure (ISO 8503-2:2012).
- SFS-EN ISO 8504-2 Teräspintojen esikäsittely ennen maalien ja vastaavien tuotteiden levitystä. Esikäsittelymenetelmät. Osa 2: Raesuihkupuhdistus.
- SFS-EN ISO 8504-3 Teräspintojen esikäsittely ennen maalien ja vastaavien tuotteiden levitystä. Esikäsittelymenetelmät. Osa 3: Puhdistus käsityökaluilla ja koneellisesti.
- SFS-EN ISO 10684 + AC Kiinnittimet. Kuumasinkkipinnoitteet.
- SFS-EN ISO 11124-1:en Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for metallic blast-cleaning abrasives. Part 1: General introduction and classification (ISO 11124- 1:1993).
- SFS-EN ISO 11124-2:en Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for metallic blast-cleaning abrasives. Part 2: Chilled-iron grit.
- SFS-EN ISO 11124-3:en Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for metallic blast-cleaning abrasives. Part 3: High-carbon cast-steel shot and grit.
- SFS-EN ISO 11124-4:en Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for metallic blast-cleaning abrasives. Part 4: Low-carbon cast-steel shot.
- SFS-EN ISO 11126-1:en Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for non-metallic blast-cleaning abrasives. Part 1: General introduction and classification.

- SFS-EN ISO 11126-3:en Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for non-metallic blast-cleaning abrasives. Part 3: Copper refinery slag (ISO 11126-3:1993).
- SFS-EN ISO 11126-4:en Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for non-metallic blast-cleaning abrasives. Part 4: Coal furnace slag (ISO 11126-4:1993).
- SFS-EN ISO 11126-5:en Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for non-metallic blast-cleaning abrasives. Part 5: Nickel refinery slag (ISO 11126-5:1993).
- SFS-EN ISO 11126-6:en Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for non-metallic blast-cleaning abrasives. Part 6: Iron furnace slag (ISO 11126-6:1993).
- SFS-EN ISO 11126-7:en Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for non-metallic blast-cleaning abrasives. Part 7: Fused aluminium oxide (ISO 11126-7:1995).
- SFS-EN ISO 11126-8:en Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for non-metallic blast-cleaning abrasives. Part 8: Olivine sand (ISO 11126-8:1993).
- SFS-EN ISO 11126-9:en Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for non-metallic blast-cleaning abrasives. Part 9: Staurolite (ISO 11126-9:1999).
- SFS-EN ISO 11126-10:en Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Specifications for non-metallic blast-cleaning abrasives. Part 10: Almandite garnet (ISO 11126-10:2000).
- SFS-EN ISO 12944-1 Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 1: Yleistä.
- SFS-EN ISO 12944-2 Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 2: Ympäristöolosuhteiden luokitus.
- SFS-EN ISO 12944-3 Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 3: Rakenteen suunnitteluun liittyviä näkökohtia.
- SFS-EN ISO 12944-4 Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 4: Pintatyypit ja pinnan esikäsittely.
- SFS-EN ISO 12944-5 Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 5: Suojamaaliyhdistelmät.
- SFS-EN ISO 12944-6 Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 6: Laboratoriomenetelmät toimivuuden testaamiseksi.
- SFS-EN ISO 12944-7 Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 7: Maalaustyön toteutus ja valvonta.
- SFS-EN ISO 12944-8 Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 8: Erittelyjen laatiminen uudisrakenteille ja huoltomaalaukseen.
- SFS-EN ISO 16276-1 Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Pinnoitteen tartunnan ja koheesion (murtumislujuuden) arviointi ja hyväksymiskriteerit. Osa 1: Irtivetokoe.
- ISO 19840 Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Measurement of, and acceptance criteria for, the thickness of dry films on rough surfaces.

- SFS-EN ISO 29601:en Paints and varnishes. Corrosion protection by protective paint systems. Assessment of porosity in a dry film (ISO 29601:2011).
- Standardin SFS-EN 1090-2 soveltamisohje – Teräsrakenteiden toteutus – NCCI T

### **Muut ohjeet**

- Merimerkkien pintakäsittelyohje – Metallirakenteet
- Korroosiokäsikirja. Helsinki: Suomen korroosioyhdistys SKY 1988 (2004 2.p.). 930 s. ISBN 951-97101-7-5.
- Rakennusalan korroosiotietoa. Vantaa: Suomen Korroosioyhdistyksen julkaisuja nro 9, 1995. 103 s. ISBN 951-96485-3-4.
- Maalausolosuhteiden vaikutus maalaustulokseen. Metalliteollisuuden kustannus Oy, 1989. 36 s. ISBN 951-817-429-6.
- Korroosionestomaalarin ammattitutkinto. Helsinki: Opetushallitus 2003. 31 s. ISBN 952-13-1734-5.
- Terminen ruiskutus. Esa Lempiäinen. Kunnossapito 7/91. Erikoisliite s.15
- Valtioneuvoston asetus (205/09) rakennustyön turvallisuudesta.
- LVM:n asetus 369/2011 Vaarallisten aineiden kuljetus tiellä
- Valtioneuvoston asetus 855/2012 vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta
- Valtioneuvoston asetukset työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta nk. käyttöasetus (VNa 403/2008 ja muutos VNa 1101/2010).
- Tulityöt suojeluohje, Finanssialan keskusliitto, 2011
- Vaarallisten kemikaalien varastointi, Tukes, 2013
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1272/2008 (CLP-asetus)
- Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä (VNa 715/2001)

Liite A: Pintakäsittelyn tekninen työsuunnitelma

LIITE

| PINTAKÄSITTELYN TEKINEN TYÖSUUNNITELMA                                                                                                                                                                |                           |                                        |                         |                                                          |           |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------|-----------|--|
| 1. Sillan nimi                                                                                                                                                                                        | 2. Rakenneosat            | 3. Maalausjärjestelmä tai muu pinnoite |                         |                                                          |           |  |
| 4. Esikäsittelyt                                                                                                                                                                                      |                           |                                        |                         |                                                          |           |  |
| 5. Pinnoitusaineiden valmistaja:                                                                                                                                                                      |                           | 6. Takuuaika                           | 7. Vastaava työnjohtaja |                                                          |           |  |
|                                                                                                                                                                                                       | 1. kerros                 | 2. kerros                              | 3. kerros               | 4. kerros                                                | 5. kerros |  |
| Maalityyppi tai muu pinnoite                                                                                                                                                                          |                           |                                        |                         |                                                          |           |  |
| Maalin tai vastaavan tuotenimi                                                                                                                                                                        |                           |                                        |                         |                                                          |           |  |
| Nimelliskalvon paksuus:<br>- märkäkalvon paksuus (µm)<br>- kuivakalvon paksuus (µm)                                                                                                                   |                           |                                        |                         |                                                          |           |  |
| Levikki (m²/l)                                                                                                                                                                                        |                           |                                        |                         |                                                          |           |  |
| Levitysmenetelmä (välineet)                                                                                                                                                                           |                           |                                        |                         |                                                          |           |  |
| Värisävy                                                                                                                                                                                              |                           |                                        |                         |                                                          |           |  |
| Missä pintakäsittely tehdään                                                                                                                                                                          |                           |                                        |                         |                                                          |           |  |
| Pintakäsittelytyön olosuhdevaatimukset:<br>- ilman ja pinnan lämpötila °C<br>- suhteellinen kosteus RH°<br>Maalattavan pinnan lämpötilan pitää olla 3 astetta lämpimämpi kuin kastepisteen lämpötilä. |                           |                                        |                         |                                                          |           |  |
| Huomautuksia                                                                                                                                                                                          |                           |                                        |                         |                                                          |           |  |
| Laatinut:<br>pvm<br>allekirjoitus                                                                                                                                                                     | Laadunvalvonnasta vastaa: |                                        |                         | Liitteet:<br>X tuoteselosteet<br>aikataulu<br>piirroksia |           |  |

## Liite B: Työ- ja tarkastusalueiden määrittäminen

### ESIMERKKI TYÖ- JA TARKASTUSALUEISIIN JAKAMISESTA UUSINTAMAALAUKSESSA.

#### Työkohte

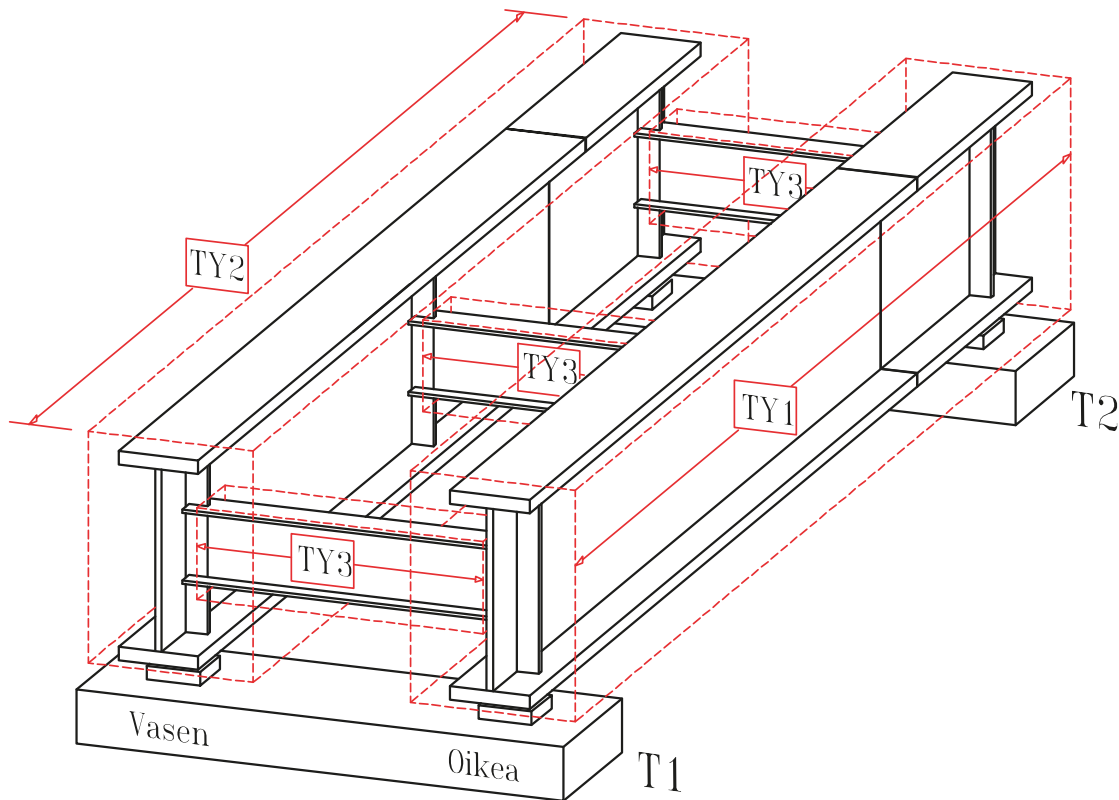
Päämitat:

Tukiväli T1–T2 50 m

Palkin korkeus 1,4 m

Laipan leveys 0,4 m

Pinta-ala n. 200 m<sup>2</sup> /palkki/tukiväli



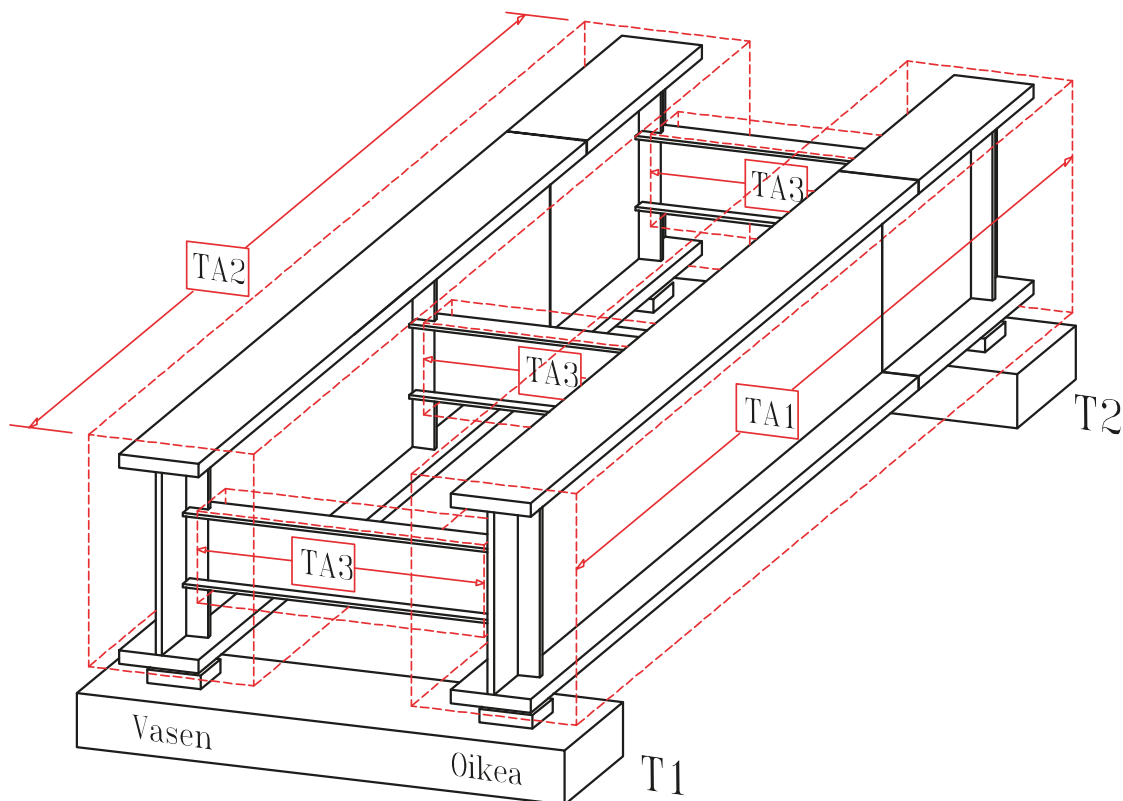
Kuva 64. Työalueet uusintamaalauksessa

#### Työalueet

Työalueeksi TY valitaan yleensä yhden tukivälin yhden kannattajan pintakäsitteltävät pinnat. Samoin tukivälin poikkikannattimet muodostavat tyypillisesti yhden työalueen. Piirrokseen on merkitty katkoviivoilla työalueet TY1–TY3 tukivälillä T1–T2. Työalueita on yhteensä 3 kpl.

Työnaikainen laadunvarmistus tehdään työalueittain ja työvaiheittain.

- Tulokset merkitään työalueittain seurantakorttiin, *Työalueen pintakäsittelyn seurantakortti* (katso liite C).

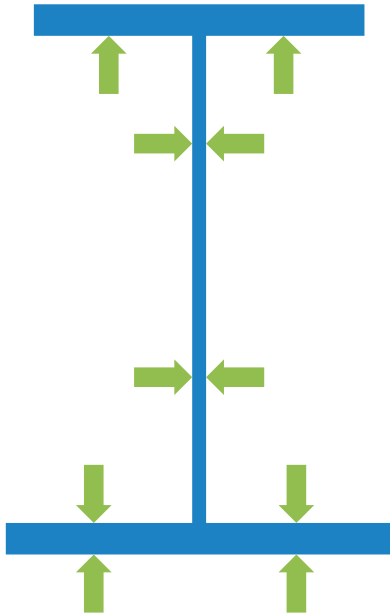


Kuva 65. Tarkastusalueet uusintamaalauksessa

### Tarkastusalueet

Piirroksien on merkitty tarkastusalueet TA1–TA3 tukivälillä T1–T2. Yksi tarkastusalue koostuu yleensä yhdestä työalueesta, mutta voi sisältää myös useamman työalueen. Esimerkissä tarkastusalue TA1 koostuu työalueesta TY1 (vrt. [64 Työalueet uusintamaalauksessa](#)). Yhden tarkastusalueen koko on täten n. 200 m<sup>2</sup>. Lisäksi poikkipalkit (3 kpl) muodostavat erillisen tarkastusalueen TA3. Tarkastusalueita tukivälillä T1–T2 on yhteensä 3 kpl. Jokaisella tarkastusalueella tehdään silmämääräisen tarkastuksen lisäksi kerrospaksuuden mittaukset standardin ISO 19840 mukaisesti; eli esimerkin tapauksessa tarkastusalueelta TA1 dokumentoidaan satunnaisesti 40 mittaustulosta pohjamaalista ja kokonaiskalvonpaksuudesta

- Silmämääräisen tarkastuksen tulokset merkitään tarkastusalueittain pöytäkirjaan, *Silmämääräisen tarkastuksen pöytäkirja* (katso liite C).
- Kalvopaksuusmittauksia tehdään 30 kpl / tarkastusalue + 10 kpl / alkava 100 m<sup>2</sup> (katso myös kohta [9.3.3 Kalvonpaksuuden mittaus](#)). Mittauksia tulee suorittaa tasaisesti rakenteen eri osista. I-palkeilla mittauksien tulee kattaa ylälaipan alapinta, uuman molemmat pinnat sekä alalaipan ala- ja yläpinta (katso kuva [66 Kuivakalvonpaksuuksien mittapisteet valitaan kattavasti erityyppisiltä pinnoilta; esimerkki I-palkin tapauksessa](#)). Lisäksi erillismittauksia tulee tehdä kriittisistä kohteista, kuten ylälaipan yläpuoliset reunat, notsikolot, kiinnityslevyjen alapinnat.



Kuva 66. Kuivakalvonpaksuuksien mittapisteet valitaan kattavasti erityyppisiltä pinnoilta; esimerkki I-palkin tapauksessa

- Kalvopaksuusmittausten tulokset ja yhteenveto esitetään erillisenä raporttina.

Tartuntakokeita tehdään valmiista pinnoitteesta 3 kpl jokaista alkavaa 1000 m<sup>2</sup> kohti ja vähintään 6 kpl/silta.

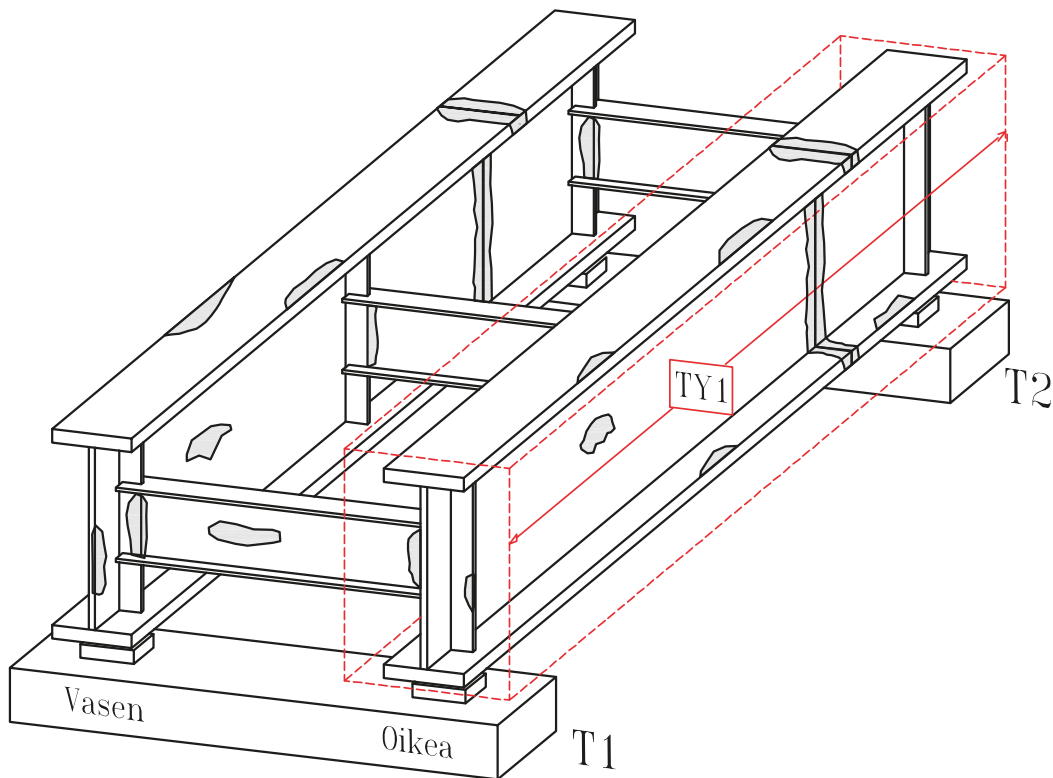
- Tulokset merkitään pöytäkirjaan, *Tartuntamittauksen pöytäkirja* (katso liite C).

### ESIMERKKI TYÖ- JA TARKASTUSALUEISIIN JAKAMISESTA PAIKKAUSMAALAUKSESSA

#### Työkohde

Päämitat:

- Tukiväli T1–T2 50 m
- Palkin korkeus 1,4 m
- Laipan leveys 0,4 m
- Pinta-ala n. 200 m<sup>2</sup>/palkki/tukiväli



Kuva 67. Työalueet paikkausmaalauksessa

### Työalueet

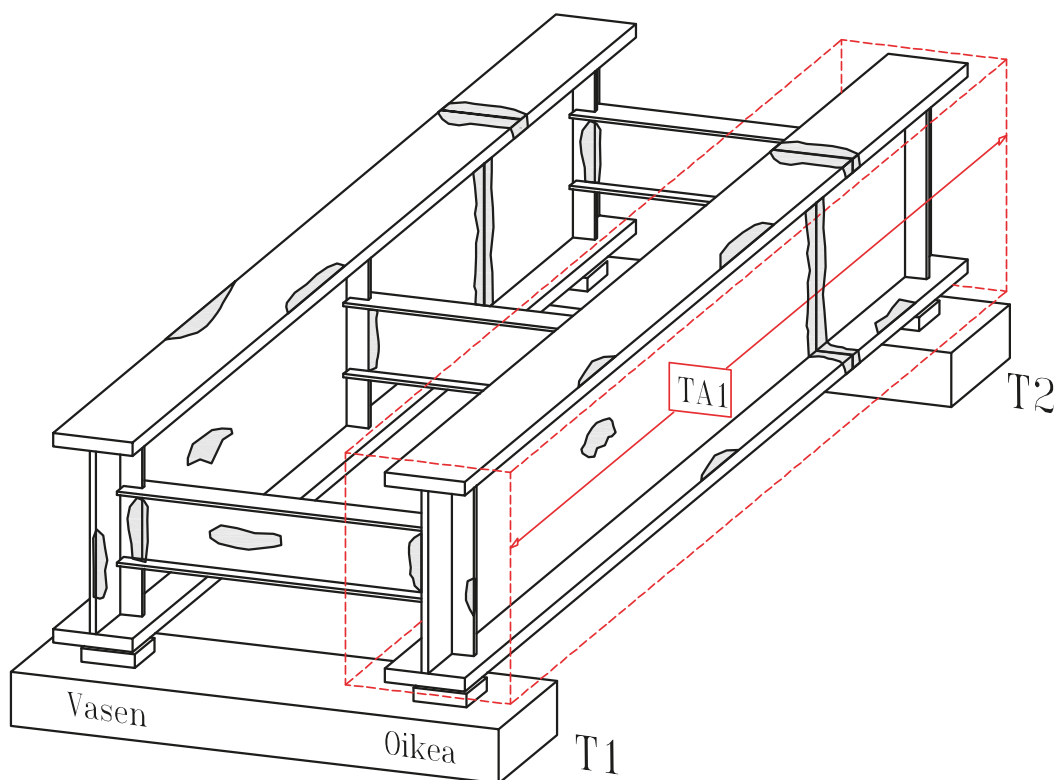
Piirrokseseen on merkitty katkoviivoin yksi työalue TY1, joka käsittää oikean puoleisen pääkannattajan kokonaisuudessaan tukivälillä T1–T2. Toinen työalue on vastaavasti vasen pääkannattaja. Näiden lisäksi erillinen työalue on poikkipalkit 3 kpl. Työalueita on yhteensä 3 kpl tukivälillä T1–T2.

Työnaikainen laadunvarmistus tehdään työalueittain ja työvaiheittain. Työn suunnitellun etenemisen mukaan työalueet voidaan valita toisinkin. Uusissa silloissa paikkausmaalaukkohteet ovat asennushitsaus- ja kolhukohtia.

- Tulokset merkitään työalueittain seurantakorttiin, *Työalueen pintakäsittelyn seurantakortti* (katso liite C).

Lisäksi tulee ottaa huomioon seuraavaa:

- Jako tehdään niin, että työalueisiin tulee likimain sama määrä paikkausmaalaukkohteita.
- Ylimaalauksen työaluejaossa sovelletaan samaa menettelyä kuin uusintamaalauksessa



Kuva 68. Tarkastusalueet paikkausmaalauksessa

### Tarkastusalueet

Piirrokseseen on merkitty katkoviivoin tarkastusalue TA1, joka käsittää oikean puoleisen pääkannattajan paikkausmaalaukshohdat. Toinen tarkastusalue TA2 on vastaavasti vasen pääkannattaja. Näiden lisäksi erillinen tarkastusalue TA3 on poikkipalkit 3 kpl. Tarkastusalueita on yhteensä 3 kpl tukivälillä T1 – T2. Jokaisella tarkastusalueella tehdään 100%:nen silmämääräinen tarkastus ja kalvonpaksuuden mittaaminen. Kalvonpaksuuden mittaaminen tehdään standardin ISO 19840 mukaisesti. Ylimaalauksen yhteydessä tarkastusalueiden määrittämisessä sovelletaan uusintamaalauksen mukaista menettelyä. Aikajärjestyksessä tehtävistä paikkausmaalaukshohdeista (esim. pääkannattajien asennusjatkohohdat) voidaan muodostaa useita tarkastusalueita.

- Silmämääräisen tarkastuksen tulokset merkitään tarkastusalueittain silmämääräisen tarkastuksen pöytäkirjaan, *Silmämääräisen tarkastuksen pöytäkirja* (katso liite C).
- Kalvonpaksuusmittausten tulokset ja yhteenveto esitetään erillisenä raporttina.

Tartuntakokeita tehdään valmiista pinnoitteesta 3 kpl jokaista alkavaa 1000 m<sup>2</sup> kohti ja vähintään 6 kpl/silta.

- Tulokset merkitään tartuntamittausten pöytäkirjaan, *Tartuntamittausten pöytäkirja* (katso liite C).

# Liite C: Pöytäkirjamallit

LIIKENNEVIRASTO

PINTAKÄSITTELYN LAATURAPORTTI  
Kelpoisuuden yhteenveto

|             |
|-------------|
| Työkohte    |
| Tilaaaja    |
| Urakoitsija |

|                                                   |                    |
|---------------------------------------------------|--------------------|
| <input type="checkbox"/> uudismaalaus             | Maalin toimittaja  |
| <input type="checkbox"/> kunnossapito-<br>maalaus | Maalausjärjestelmä |

KELPOISUUDEN YHTEENVETO

|                                               |                                                                                                |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Terästyön laatuaste                           | <input type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset<br><input type="checkbox"/> Poikkeamaraportit nro |
| Pinnan puhdistus                              | <input type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset<br><input type="checkbox"/> Poikkeamaraportit nro |
| Työolosuhteet                                 | <input type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset<br><input type="checkbox"/> Poikkeamaraportit nro |
| Maalattu pinta silmämääräisesti<br>arvioituna | <input type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset<br><input type="checkbox"/> Poikkeamaraportit nro |
| Kuivakalvon paksuus                           | <input type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset<br><input type="checkbox"/> Poikkeamaraportit nro |
| Maalikalvon tartunta                          | <input type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset<br><input type="checkbox"/> Poikkeamaraportit nro |

|                                                                                                                                                                          |                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Pintakäsittely tehty sopimuksen mukaisesti                                                                                                      | <input type="checkbox"/> Poikkeamaraporteissa kuvatut virheet korjattu |
| <input type="checkbox"/> Pintakäsittelytyöt tehty sopimuksen mukaisesti lukuun ottamatta poikkeamaraporteissa kuvattuja töitä, joista on peritty arvovähennystä markkaa. |                                                                        |
| <input type="checkbox"/> Pintakäsittelytyöt tehty sopimuksen mukaisesti lukuun ottamatta poikkeamaraporteissa kuvattuja töitä, joita seurataan takuuajana                |                                                                        |

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| Urakoitsijan allekirjoitus | Päiväys |
| Nimen selvennys            |         |

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| Tilaaajan allekirjoitus | Päiväys |
| Nimen selvennys         |         |

## LIIKENNEVIRASTO

## PINTAKÄSITTELYN LAATURAPORTTI

Yhteenveto liitteenä olevasta  
kelpoisuusaineistosta

|             |
|-------------|
| Työkohde    |
| Tilaaja     |
| Urakoitsija |

## LAATURAPORTIN LIITTEET:

Pintakäsittelysuunnitelma

pvm

Työ- ja työvaihekohtainen laatusuunnitelma

pvm

Tekninen työsuunnitelma

pvm

Täyttää vaatimukset | Ei täytä vaatimuksia

Työalueen pintakäsittelyn seurantakortteja

kpl

- poikkeamaraportit; korjatut kohteet
- poikkeamaraportit; johtavat arvонvähennyksiin
- poikkeamaraportit; kohdetta seurataan takuuaikana

Silmämääräisen tarkastuksen pöytäkirjoja

kpl

- poikkeamaraportit; korjatut kohteet
- poikkeamaraportit; johtavat arvонvähennyksiin
- poikkeamaraportit; kohdetta seurataan takuuaikana

Kalvonpaksuuden mittauksen pöytäkirjoja

kpl

- poikkeamaraportit; korjatut kohteet
- poikkeamaraportit; johtavat arvонvähennyksiin
- poikkeamaraportit; kohdetta seurataan takuuaikana

Tartuntamittauksen pöytäkirjoja

kpl

- poikkeamaraportit; korjatut kohteet
- poikkeamaraportit; johtavat arvонvähennyksiin
- poikkeamaraportit; kohdetta seurataan takuuaikana

Poikkeamaraportteja yhteensä

kpl

- poikkeamista, jotka on korjattu
- poikkeamista, jotka johtavat arvонvähennyksiin
- poikkeamista, joita seurataan takuuaikana

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| Urakoitsijan allekirjoitus | Päiväys |
| Nimen selvennys            |         |

LIIKENNEVIRASTO

TYÖALUEEN NRO \_\_\_\_\_ PINTAKÄSITTELYN SEURANTAKORTTI

| Työkohte        |                        | Urakoitsija        |                   |                                   |               |                                      |                                         |      |        |                 |              | Työn-<br>tekijän<br>kuittaus | Huomautukset<br>(esim. käytetty pesuaine,<br>raemateriaali yms.<br>vastaavat tiedot) |              |         |              |                       |                                                |               |           |
|-----------------|------------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------------|---------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|------|--------|-----------------|--------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------|--------------|-----------------------|------------------------------------------------|---------------|-----------|
| Toimen-<br>pide | Ajankohta<br>pvm / klo | Olosuhteet         |                   |                                   |               | Esikäsitely                          |                                         |      |        | Maalaustyö      |              |                              |                                                                                      |              |         |              |                       |                                                |               |           |
|                 |                        | Ilman lämpötila °C | Pintalämpötila °C | Ilman suhteellinen<br>kosteus RH% | Kastepiste °C | Suolapitoisuus<br>µg/cm <sup>2</sup> | Terästyön laatuas-<br>teen parantaminen | Pesu | Hionta | Suihkupuhdistus | Pohjamaalaus | Välimaa-<br>alaus            | Välimaa-<br>alaus                                                                    | Pintamaalaus | Kittaus | Pintamaalaus | Vahvennus-<br>maalaus | Vaikeasti maala-<br>tta-<br>vien koht. maalaus | Sively/telous | Ruiskutus |
|                 | Al.                    |                    |                   |                                   |               |                                      |                                         |      |        |                 |              |                              |                                                                                      |              |         |              |                       |                                                |               |           |
|                 | Lop.                   |                    |                   |                                   |               |                                      |                                         |      |        |                 |              |                              |                                                                                      |              |         |              |                       |                                                |               |           |
|                 | Al.                    |                    |                   |                                   |               |                                      |                                         |      |        |                 |              |                              |                                                                                      |              |         |              |                       |                                                |               |           |
|                 | Lop.                   |                    |                   |                                   |               |                                      |                                         |      |        |                 |              |                              |                                                                                      |              |         |              |                       |                                                |               |           |
|                 | Al.                    |                    |                   |                                   |               |                                      |                                         |      |        |                 |              |                              |                                                                                      |              |         |              |                       |                                                |               |           |
|                 | Lop.                   |                    |                   |                                   |               |                                      |                                         |      |        |                 |              |                              |                                                                                      |              |         |              |                       |                                                |               |           |
|                 | Al.                    |                    |                   |                                   |               |                                      |                                         |      |        |                 |              |                              |                                                                                      |              |         |              |                       |                                                |               |           |
|                 | Lop.                   |                    |                   |                                   |               |                                      |                                         |      |        |                 |              |                              |                                                                                      |              |         |              |                       |                                                |               |           |
|                 | Al.                    |                    |                   |                                   |               |                                      |                                         |      |        |                 |              |                              |                                                                                      |              |         |              |                       |                                                |               |           |
|                 | Lop.                   |                    |                   |                                   |               |                                      |                                         |      |        |                 |              |                              |                                                                                      |              |         |              |                       |                                                |               |           |
|                 | Al.                    |                    |                   |                                   |               |                                      |                                         |      |        |                 |              |                              |                                                                                      |              |         |              |                       |                                                |               |           |
|                 | Lop.                   |                    |                   |                                   |               |                                      |                                         |      |        |                 |              |                              |                                                                                      |              |         |              |                       |                                                |               |           |
|                 | Al.                    |                    |                   |                                   |               |                                      |                                         |      |        |                 |              |                              |                                                                                      |              |         |              |                       |                                                |               |           |
|                 | Lop.                   |                    |                   |                                   |               |                                      |                                         |      |        |                 |              |                              |                                                                                      |              |         |              |                       |                                                |               |           |
|                 | Al.                    |                    |                   |                                   |               |                                      |                                         |      |        |                 |              |                              |                                                                                      |              |         |              |                       |                                                |               |           |
|                 | Lop.                   |                    |                   |                                   |               |                                      |                                         |      |        |                 |              |                              |                                                                                      |              |         |              |                       |                                                |               |           |
|                 | Al.                    |                    |                   |                                   |               |                                      |                                         |      |        |                 |              |                              |                                                                                      |              |         |              |                       |                                                |               |           |
|                 | Lop.                   |                    |                   |                                   |               |                                      |                                         |      |        |                 |              |                              |                                                                                      |              |         |              |                       |                                                |               |           |

|                          |                |
|--------------------------|----------------|
| Urakoitsijan työnjohtaja | Päiväys        |
|                          | Nimen selvitys |

|           |                            |                  |                  |
|-----------|----------------------------|------------------|------------------|
| Tuotenimi | Muoviosa/valmistuserän nro | Kovete/valm. nro | Ohenne/valm. nro |
|           |                            |                  |                  |
|           |                            |                  |                  |
|           |                            |                  |                  |
|           |                            |                  |                  |
|           |                            |                  |                  |

LIIKENNEVIRASTO

SILMÄMÄÄRÄISEN TARKASTUKSEN  
PÖYTÄKIRJA

|          |             |
|----------|-------------|
| Työkohde | Urakoitsija |
|----------|-------------|

|                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| Tarkastusalue nro | = työalueet nro |
| Tarkastusalue nro | = työalueet nro |
| Tarkastusalue nro | = työalueet nro |
| Tarkastusalue nro | = työalueet nro |
| Tarkastusalue nro | = työalueet nro |
| Tarkastusalue nro | = työalueet nro |

Silmämääräisen tarkastuksen havainnot valmiin maalikalvon virheistä kirjataan tarkastusalueittain samanaikaisesti kalvonpaksuusmittausten yhteydessä.

| Silmämääräinen tarkastus |             | Tarkastusalueen nro |  |  |  |  |  |  | Huomautuksia |
|--------------------------|-------------|---------------------|--|--|--|--|--|--|--------------|
|                          |             |                     |  |  |  |  |  |  |              |
| Värisävy                 | Hyväksytty  |                     |  |  |  |  |  |  |              |
|                          | Korjattava  |                     |  |  |  |  |  |  |              |
| Kiiltoaste               | Hyväksytty  |                     |  |  |  |  |  |  |              |
|                          | Korjattava  |                     |  |  |  |  |  |  |              |
| Rypistyminen             | Ei havaittu |                     |  |  |  |  |  |  |              |
|                          | Korjattava  |                     |  |  |  |  |  |  |              |
| Valuminen                | Ei havaittu |                     |  |  |  |  |  |  |              |
|                          | Korjattava  |                     |  |  |  |  |  |  |              |
| Karhea pinta             | Ei havaittu |                     |  |  |  |  |  |  |              |
|                          | Korjattava  |                     |  |  |  |  |  |  |              |
| Huokoinen pinta          | Ei havaittu |                     |  |  |  |  |  |  |              |
|                          | Korjattava  |                     |  |  |  |  |  |  |              |
| Kuplinut pinta           | Ei havaittu |                     |  |  |  |  |  |  |              |
|                          | Korjattava  |                     |  |  |  |  |  |  |              |
| Halkeilu                 | Ei havaittu |                     |  |  |  |  |  |  |              |
|                          | Korjattava  |                     |  |  |  |  |  |  |              |
| Maalaamaton alue         | Ei havaittu |                     |  |  |  |  |  |  |              |
|                          | Korjattava  |                     |  |  |  |  |  |  |              |
| Muut                     | Hyväksytty  |                     |  |  |  |  |  |  |              |
|                          | Korjattava  |                     |  |  |  |  |  |  |              |

- ☐ Tulokset täyttävät asetetut vaatimukset
- ☐ Havaitut virheet korjattu
- ☐ Tulokset täyttävät asetetut vaatimukset lukuun ottamatta tarkastusalueita nro \_\_\_\_\_, joista on tehty poikkeamaraportit nro \_\_\_\_\_.

|                     |     |
|---------------------|-----|
| Tarkastuksen tekijä |     |
| Nimen selvennys     | Pvm |

LIIKENNEVIRASTO

TARTUNTAMITTAUKSEN PÖYTÄKIRJ

A

|          |                            |
|----------|----------------------------|
| Työkohde | Tarkastusalue/vertailualue |
|----------|----------------------------|

## TARTUNTAMITTAUKSEN TULOKSET

Mittausten määrä: 3 kpl jokaista alkavaa 1000m<sup>2</sup> kohden ja vähintään 6 kpl/silta.

|                                          |                   |                               |                  |                      |   |     |   |     |   |                                |   |     |   |     |   |                                                        |
|------------------------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|----------------------|---|-----|---|-----|---|--------------------------------|---|-----|---|-----|---|--------------------------------------------------------|
| Alusta/esikäsittely                      |                   | A                             |                  |                      |   |     |   |     |   |                                |   |     |   |     |   |                                                        |
| Maalit kerroksittain, tyyppi ja värisävy |                   | B                             |                  |                      |   |     |   |     |   |                                |   |     |   |     |   |                                                        |
|                                          |                   | C                             |                  |                      |   |     |   |     |   |                                |   |     |   |     |   |                                                        |
|                                          |                   | D                             |                  |                      |   |     |   |     |   |                                |   |     |   |     |   |                                                        |
|                                          |                   | E                             |                  |                      |   |     |   |     |   |                                |   |     |   |     |   |                                                        |
|                                          |                   | F                             |                  |                      |   |     |   |     |   |                                |   |     |   |     |   |                                                        |
| Liima, tyyppi ja tuotenimi               |                   | Y                             |                  |                      |   |     |   |     |   |                                |   |     |   |     |   |                                                        |
| Vetolaite, merkki ja tyyppinumero        |                   |                               |                  |                      |   |     |   |     |   |                                |   |     |   |     |   |                                                        |
| Vetonopeus, mm/min tai vetotapa          |                   |                               |                  | Napin halkaisija, mm |   |     |   |     |   | Liiman kuivumisaika, h         |   |     |   |     |   |                                                        |
| Ilman lämpötila °C                       |                   |                               |                  | Pinnan lämpötila °C  |   |     |   |     |   | Ilman suhteellinen kosteus RH% |   |     |   |     |   |                                                        |
| Napin nro                                | Mittalaite-lukema | Tartunta (N/mm <sup>2</sup> ) | Irtoamistyyppi/% |                      |   |     |   |     |   |                                |   |     |   |     |   | Keskim. kalvon-paksuus napin ympärillä ( μm) 5 lukemaa |
|                                          |                   |                               | A                | A/B                  | B | B/C | C | C/D | D | D/E                            | E | E/F | F | F/Y | Y |                                                        |
| 1                                        |                   |                               |                  |                      |   |     |   |     |   |                                |   |     |   |     |   |                                                        |
| 2                                        |                   |                               |                  |                      |   |     |   |     |   |                                |   |     |   |     |   |                                                        |
| 3                                        |                   |                               |                  |                      |   |     |   |     |   |                                |   |     |   |     |   |                                                        |
| 4                                        |                   |                               |                  |                      |   |     |   |     |   |                                |   |     |   |     |   |                                                        |
| 5                                        |                   |                               |                  |                      |   |     |   |     |   |                                |   |     |   |     |   |                                                        |
| 6                                        |                   |                               |                  |                      |   |     |   |     |   |                                |   |     |   |     |   |                                                        |

|                                           |                                                     |                       |  |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------|--|
| Tartunnan keskiarvo vertailualueella      |                                                     | N/mm <sup>2</sup>     |  |
| <input type="checkbox"/> Tulos hyväksytty | <input type="checkbox"/> Tulos ei vastaa vaatimusta | Poikkeamaraportti nro |  |

|                   |         |
|-------------------|---------|
| Mittauksen tekijä | Päiväys |
| Nimen selvennys   |         |



Väylävirasto  
Trafikledsverket

