

2.4 Pintakäsittelyn laatuvaatimukset

2.4.1 Yleiset laatuvaatimukset

Takuuaika on kunnossapitomaalauksessa vähintään kolme vuotta ja uudismaalauksessa vähintään viisi vuotta, joiden kuluttua pinnoitteessa ei saa olla merkkejä ruostumisesta eikä mitakaan 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 viimeistään tehtävä, ovat vähintään seuraavat:

— uudismaalaus	30 vuotta
— kunnossapitomaalaus	
— uusintamaalaus	25 ”
— paikkausmaalaus	15 ”
— kuumasinkitys	40 ”
— ruiskusinkitys	30 ”

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 pintakäsittely-suunnitelmassa vaadittu nimelliskalvon-paksuusvaatimus. Paikallisen kalvonpaksuuden eli mittausalueiden kalvonpaksuusmittaustulosten keskiarvon pitää jokaisella vertailualueella olla vähintään nimelliskalvonpaksuus, ja keskiarvo saa olla enintään kaksi kertaa nimelliskalvonpaksuus. Yksittäisen kalvonpaksuuden mittaustuloksen mittausalueella (kolmen yksittäisen mittauslukeman keskiarvon) pitää olla vähintään 80 % nimelliskalvonpaksuudesta, ja se saa olla enintään kolminkertainen nimelliskalvonpaksuuteen verrattuna. Poikkeavissa tapauksissa menetellään seuraavasti:
 - Jos vertailualueelta mitattu paikallinen kalvonpaksuus on alle nimelliskalvonpaksuuden, kyseinen tarkastusalue mitataan kokonaisuudessaan ja nimelliskalvonpaksuuden alittavat alueet kartoitetaan ja korjataan.
 - Jos vertailualueelta mitattu paikallinen kalvonpaksuus on yli kaksinkertainen nimelliskalvonpaksuuteen verrattuna, kyseinen tarkastusalue mitataan kokonaisuudessaan, ylittävät alueet kartoitetaan ja niiden kuntoa seurataan.

— Jos vertailualueilta mitatut yksittäiset kalvonpaksuusmittaustulokset ovat yli kolminkertaisia, kyseinen tarkastusalue mitataan kokonaisuudessaan, ja ylittävät alueet kartoitetaan ja korjataan. Tämä korjausvaatimus ei koske kohtia, joissa maalausteknisesti ei ole voitu välttää ylimääräisiä, päällekkäisiä maalikerroksia. Maalikerrosten lukumäärä voidaan varmistaa kiilauran leikkaavalla menetelmällä (SFS-EN ISO 2808, menetelmä 5B).

4. Murtumisen on tapahduttava vetokokeessa pääosin koheesiomurtumana maalikalvosta. Valmiista maalipinnasta standardin SFS-EN 24624 mukaan tehtyjen vetokoetulosten keskiarvon on oltava vähintään
 - 2 N/mm² (alkydi-, sinkkiepoksi/kloori-kautsu ja sinkkisilikaatti/kloorikautsu-järjestelmät)
 - 3 N/mm² (sinkkiepoksi/epoksi- ja sinkkiepoksi/hartsimodifioituepoksi-järjestelmät)
 - 4 N/mm² (sinkkiepoksi/epoksi/polyure-taani- ja sinkkisilikaatti/epoksi/polyure-taani-järjestelmät).

Työ on hylättävä, jos

- irtoaminen tapahtuu kokonaan alustasta ja veto-koetulosten keskiarvo on alle 5 N/mm²
- vetokoetulosten keskiarvo on pienempi kuin 50 % vaatimuksesta (katso taulukko 7)
- yksittäinen vetokoetulos on pienempi kuin 25 % keskiarvolle asetetusta vaatimuksesta (katso taulukko 7).

Irtoamisen syy ja vian laajuus on selvitettävä, ja heikon tartunnan alueet on korjattava uusintamaalauksena. Niiltä alueilta, jotka eivät täytä vaatimusta mutta joilla mittausarvot ovat edellä mainittuja hylkäysarvoja suuremmat, peritään arvonvähennys.

5. Valmiista sinkki- tai alumiiniruiskutetusta pinnasta standardin SFS-EN 24624 mukaan tehtyjen vetokokeiden keskiarvon on oltava vähintään 2 N/mm².

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

2.4.2 Pintakäsittelyaineiden laatuvaatimukset

Tiehallinto hyväksyy silloissa käytettävät maalausjärjestelmät tehtyjen testien tulosten ja käytökokemusten perusteella. Laboratoriotesteissä käytetään arvosteluperusteena taulukoissa 6 ja 7 esitettyjä vaatimuksia. Lupa voidaan myöhemmin peruuttaa kenttäkoeasemalla saatujen tulosten tai huonon käytökokemusten perusteella. Hyväksynnän tarkoitus on varmistaa, että siltojen korroosionestossa käytettävät maalausjärjestelmät täyttävät kohdassa 3.4.1 esitetyt laatuvaatimukset. Maaliyhdistelmien kestävyys arvioimiseksi valmistetaan koelevyt, jotka testataan laboratorio- ja kenttäkokeilla. Hyväksyntä perustuu tuotekohtaisten maalausjärjestelmien testaamiseen.

Hyväksytyt maalausjärjestelmät julkaistaan SILKO-tarviketiedoston ohjeessa /7/. Pienissä erikoiskohteissa käytettävien pintakäsittelyaineiden testauksesta ja hyväksymisestä sovitaan erikseen Tiehallinnon asiantuntijoiden kanssa.

Kylmissä olosuhteissa tehtävissä paikkaus-maalauksissa voidaan käyttää maalinvalmistajan esittämiä, Tiehallinnon siltayksikön hyväksymiä maaliyhdistelmiä. Työ tehdään tarvittaessa sääsuojassa.

Taulukko 6. Vaatimukset maalattujen teräspintojen ruostumis-, kuplimis-, halkeilu- ja hilseilyasteille ja vaurion etenemiselle naarmusta hyväksyntätesteissä.

Ominaisuus	Arvosteluperuste (standardi)	Laboratoriokoe (SILKO)	Kenttäkoeasema (4 vuotta)
Ruostumisaste	SFS-EN 13961-3	Ri0	Ri0
Kuplimisaste	SFS-EN 13961-2	0(S0)	0(S0)
Halkeilu	SFS-EN 13961-4	0(S0)	0(S0)
Hilseily	SFS-EN 13961-5	0(S0)	0(S0)
Vaurion eteneminen naarmusta	ISO 7253	2 mm	20 mm

Taulukko 7. Vaatimukset teräs- ja sinkittyjen pintojen maalipinnoitteiden tartuntavetolujuudelle hyväksyntätesteissä ja kelpoisuusmittauksissa.

Maalausjärjestelmä	Tartuntavetolujuus SFS-EN 24624 [N/mm ²]			
	Hyväksyntätetit	Kelpoisuusmittaukset siltapaikalla		
		Keskiarvo	Hylkäysraja, keskiarvo	Hylkäysraja, yksittäinen mitta
TIEL 3.1; 3.2; 3.3, 4.21, 4.22	≥ 2	≥ 2	< 1	< 0,5
TIEL 4.1; 4.2	≥ 3	≥ 3	< 1,5	< 0,75
TIEL 3.4; 4.6; 4.8; 4.12, 4.20	≥ 4	≥ 4	< 2	< 1
Muut yhdistelmät	≥ 2	≥ 2	< 1	< 0,5

Sinkityn pinnan maalauksessa käytetään taulukoissa 7 ja 8 esitettyjä laatuvaatimuksia. Maaliyhdistelmän on oltava Tiehallinnon hyväksymä.

Taulukko 8. Vaatimukset maalattujen kuumasinkittyjen pintojen kestävyydelle hyväksyntätesteissä.

Ominaisuus	Arvosteluperuste (standardi)	Laboratoriokoe (kondenssikoe ISO 6270; 720 h)	Kenttäkoeasema (4 vuotta)
Ruostumisaste	SFS-EN 13961-3	0	0
Kuplimisaste	SFS-EN 13961-2	0(S0)	0(S0)
Halkeilu	SFS-EN 13961-4	0(S0)	0(S0)
Hilseily	SFS-EN 13961-5	0(S0)	0(S0)
Tartunta heti testin jälkeen	SFS-EN ISO 2409	0 tai 1	0 tai 1
Tartunta 24 h testin jälkeen	SFS-EN ISO 2409	0 tai 1	0 tai 1
Vaurion eteneminen naarmusta	ISO 7253	2 mm	20 mm

Kuumasinkkipinnoitteen paksuuden on oltava taulukon 9 mukainen, ellei suunnitelmassa määrätä toisin. Kuumasinkittävän teräsmateriaalin piipitoisuuden on oltava vähintään 0,22 %. Muut laatuvaatimukset määritetään pintakäsittelysuunnitelmassa SYL 4:n /3/ kohdan 4.5.4.1 mukaan. Paksuus-, ulkonäkö- ja tartuntavaatimus on esitettävä aina.

Termisen ruiskupinnoitteen laatuvaatimukset määritetään pintakäsittelysuunnitelmassa SYL 4:n /3/ kohdan 4.5.5.1 mukaan. Paksuus-, tartunta- ja jälkikäsittelyvaatimus on esitettävä aina.

Taulukko 9. Tiehallinnon vaatimukset kuumasinkkipinnoitteiden paksuudelle siltarakenteissa.

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

1) Paikallisten kerrospaksuuksien keskiarvo.

2) Paikallisella kerrospaksuudella tarkoitetaan tässä mittausalueen yksittäisten mittauslukemien (5 kpl) keskiarvoa. Yksittäiset mittauslukemat voivat olla tätä alhaisempia.

2.4.3 Olosuhdevaatimukset

Vaatimuksia asetetaan ilman ja maalattavan pinnan lämpötiloille ja ilman suhteelliselle kosteudelle. Eri maalityyppien suositukset on esitetty taulukossa 10. Vaadittujen maalausolosuhteiden pitää säilyä vähintään maalinvalmistajan suositteleman ajan, yleensä vähintään kaksi kertaa se aika, jolloin maali on kosketuskuiva.

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

- Ilman ja rakenteen lämpötilan on oltava maalityypille sopiva, yleensä vähintään +5 °C. Yli +30 °C:n pintalämpötiloja on vältettävä.
- Maalausta on vältettävä, jos työ tehdään suojaamattomassa tilassa ruiskumaalauksena ja tuulen nopeus on yli 5 m/s.
- Ilman suhteellinen kosteus ei saa suihkupuhdistuksen aikana olla niin korkea, että pinnoille muodostuu ns. lentoruostetta. Lentoruoste on poistettava ennen maalausta pyyhkäisy-suihkupuhdistuksella, ja pinnan esikäsittelyasteen 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). Tarkemmat tiedot saa maalintoimittajan tuoteselosteesta.

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

Maalattavan alustan lämpötilan on oltava vähintään 3 °C korkeampi kuin ilman kastepistelämpötila. Kastepiste on se lämpötila, johon ilman on jäädyttävä, jotta sen suhteellinen kosteus nousee 100 %:iin. Kastepisteen arvo saadaan esimerkiksi kastepistekiekosta, 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, yleensä vähintään +15 °C.

2.4.4 Pintakäsittelytyön vaatimukset

Sillan pintakäsittelytyötä tekevällä urakoitsijalla on oltava toimiva laatujärjestelmä, jonka Tiehallinto on hyväksynyt /11/. 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 ammattitutkintolain (306/94) mukainen ammattitutkinto /12/.

On suositeltavaa, että pintakäsittelytyön alussa tehdään vertailupinta (SFS-EN ISO 12944-7), jonka tilaaja hyväksyy.

Olosuhteiden seuranta varten täytetään työvuorittain pöytäkirja, jonka malli on liitteessä 4 (Työalueen pintakäsittelyn seurantakortti).

3 PERIAATERATKAISU

Periaateratkaisulla (katso kuva 13) 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.

Ennen pintakäsittelyn periaateratkaisuja on selvitettävä, tarvitseeko teräsrakenteita kunnostaa. Kunnostamistarpeita voivat olla

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

Edellä esitettyä periaateratkaisua varten selvitetään

- rakenteen kunto (kohta 3.1)
- pintakäsittelyn kunto (kohta 3.2)
- paikalliset olosuhteet (kohta 3.3)
- ympäristönsuojelu, työturvallisuus ja liikenneturvallisuus (kohta 3.4).

3.1 Rakenteen kunnon arviointi

Pintakäsittelytöiden pitää olla oikeassa suhteessa sillan jäljellä olevaan käyttöikään. Lähtötiedot kuntoselvitystä varten saadaan Tiehallinnon siltojen hallintajärjestelmästä. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota sillan liikenteenvälityskyvyn ja kantavuuden riittävyyteen.

Sillan kunnossapitoa ja korjausta helpottavat varusteet ja laitteet tehdään tai kunnostetaan kor-

jaustyön 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 limiliitokset.

3.2 Pintakäsittelyn kunnon arviointi

Pintakäsittelyn vaurioluokitus tehdään sillan yleis- ja erikoistarkastuksissa kohdan 2.3 mukaan.

Teräsrakenteen pintakäsittelyn korjaustoimenpiteen määrittämisessä käytetään apuna tarkoitusta varten laadittua SILKO-ohjetta /13/. Putkisiltoja varten on laadittu oma SILKO-ohje /14/.

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

1. Tulostetaan siltarekisteristä saatavat tiedot.
2. Tietoja alkuperäisestä pinnoitteesta saattaa löytyä
 - tiepiiriin arkistoiduista urakka-asiakirjoista
 - tiemestarin aikanaan pitämästä maalauskoristosta
 - sillan rakentamisen yhteydessä laaditusta kelpoisuuskirjasta tai laaturaportista (kelpoisuuskirjoja on laadittu 1970-luvulta lähtien ja ne muutettiin laaturaportteiksi vuonna 1990).
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 maalityhtealle tai tutkimuslaitokseen tutkittavaksi.

Lisäksi on pyrittävä selvittämään alkuperäisen pinnoitteen valmistusaika 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.

3.3 Paikalliset olosuhteet

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

Siltapaikan ympäristön rasisluokka määritetään kohdan 2.2.1 mukaan.

Liikenne- ja tiestötiedot saadaan Tiehallinnon tiedostoista. 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. Jos silta ylittää radan, junaliikenteen asettamat vaatimukset on selvittä-

vä VR:ltä. Varsinkin sähköistetyt radat asettavat suuria rajoituksia. Asiaa on käsitelty Sillantarkastusohjeen /15/ kohdissa 1.3.5 ja 1.3.6.

Siltapaikalla on tarkistettava maalattavien rakenteiden luoksepäästävyys ja jätteiden talteenottomahdollisuudet. 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.

3.4 Ympäristönsuojelu, työturvallisuus ja liikenneturvallisuus

Periaateratkaisun tekemistä varten on selvittettävä

- siltapaikan ympäristöluokka /16/
- ympäristönsuojeluvaatimukset
- työturvallisuusvaatimukset
- liikenneturvallisuusvaatimukset.

Siltojen korjaustöiden ympäristönsuojeluohjeen /17/ mukaan vaadittava suojaus ilmaistaan puhalluspölyn ja -jätteen sekä maalisumun talteenottovaatimuksena. Lisäksi voidaan asettaa muun muassa pesua, melua, liikennettä, työaikaa ja jätteenkäsittelyä koskevia vaatimuksia.

Työturvallisuutta on käsitelty kohdassa 7. Työturvallisuusvaatimukset määräytyvät pääosin käytöturvallisuustiedotteiden perusteella. Tärkeätä on työntekijöiden opastus ja motivointi työsuojeluun.

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 /18/ mukaan.

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.

3.5 Pintakäsittelyn periaateratkaisun tekeminen

Pääsääntöisesti pintakäsittelyn periaateratkaisut jakaantuvat siten, että

- laajat pinnat käsitellään sopivalla maalausjärjestelmällä
- varusteet ja laitteet käsitellään irrottamis- mahdollisuudesta riippuen kuuma- tai ruis- kusinkityksellä.

Myös pintakäsittelymenetelmien yhdistelmiä on harkittava.

Kaikki ratkaisut on tehtävä siten, että niissä otetaan huomioon

- 1) sillan käyttöikätaavoite
- 2) vanhan rakenteen kunto
- 3) ympäristöolosuhteet
- 4) ympäristövaikutukset
- 5) kustannukset.

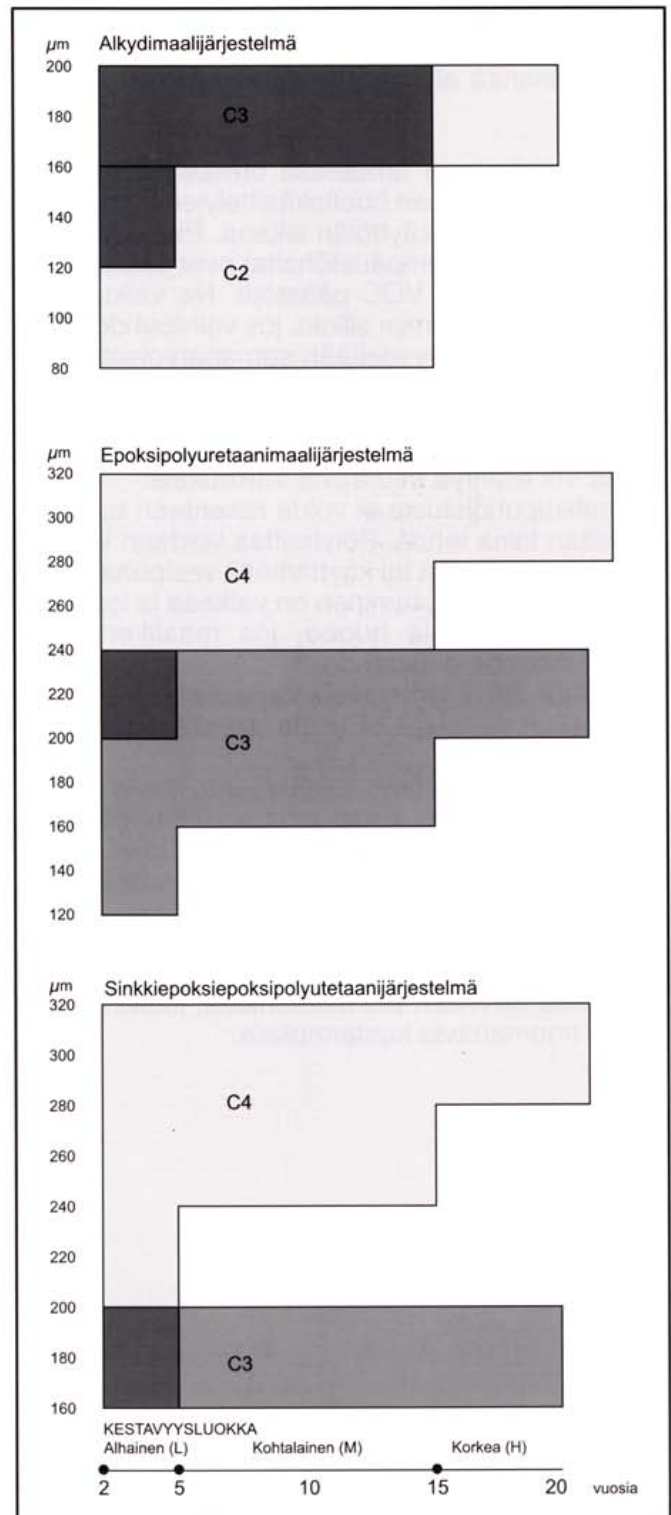
Maalausjärjestelmiä käsitellään kansainvälisessä standardisarjassa SFS-EN ISO 12944, jonka mukaan maalausjärjestelmän kestävyysvaikut- tavia tekijöitä ovat

- maalausjärjestelmätyyppi
- maalattava rakenne
- maalauslutan kunto ennen esikäsittelyä
- esikäsittelyn tehokkuus
- maalaustyön laatu
- maalausolosuhteet
- maalipintaan kohdistuvat rasitukset.

Maalausjärjestelmien kestoikä ilmaistaan edellä mainitussa standardissa kestävyysluokkina (kuva 20)

- | | |
|-------------------|----------------|
| – alhainen (L) | 2–5 vuotta |
| – kohtalainen (M) | 5–15 vuotta |
| – korkea (H) | yli 15 vuotta. |

Pintakäsittelyvertailua tehtäessä on varmistettava, että pintakäsittelyn kestoikä mahdollisine uusintakäsittelyineen on oikeassa suhteessa rakenteen käyttöikään. Eri pintakäsittelymenetelmien kestoajat voidaan arvioida karkeasti kuvien 20–22 avulla. Esimerkiksi kuvaa 20 on tulkittava uudis- maalauksessa alkydimaalin osalta siten, että rasi- tusluokassa C3 (katso taulukko 4) korkeaa kestä- vyysluokkaa (H) ei voida saavuttaa, kohtalainen (M) voidaan saavuttaa kalvonpaksuudella 160 μm ja alhainen (L) kalvonpaksuudella 120 μm . Rasi- tusluokassa C2 alhainen (L) ja kohtalainen (M) kestävyysluokkaa voidaan saavuttaa kalvonpak- suudella 80 μm ja korkea (H) kalvonpaksuudella 160 μm .



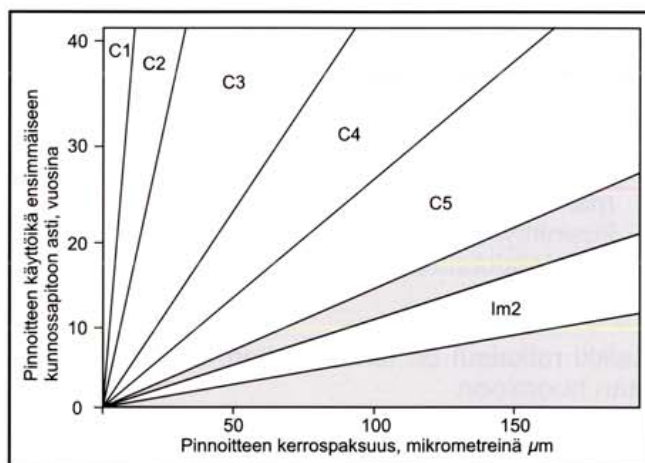
Kuva 20. Esimerkkejä maaliyhdistelmien kalvonpak- suuksien vaikutuksesta arvioituun pinnoit- teen kestoikään standardin SFS-EN ISO 12944-5 mukaan.

Suomessa pyritään siltojen uusintamaalauksissa yleensä 25 vuoden käyttöikään (katso kohta 2.4.1). Paikkausmaalauksessa käyttöikätaavoite määräytyy yleensä alkuperäisen maalauksen keston mukaan.

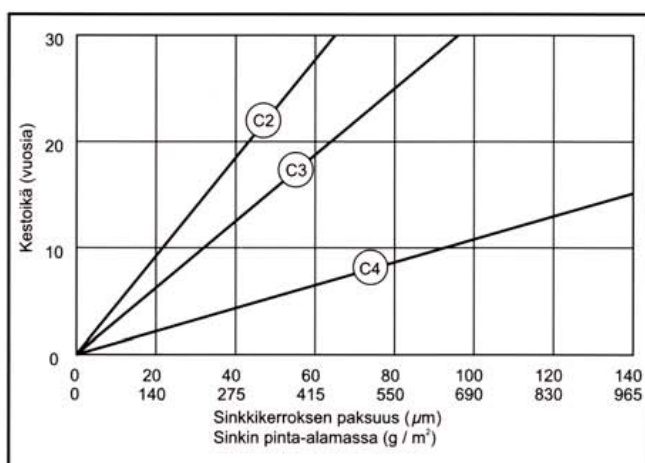
Periaateratkaisuja tehtäessä otetaan huomioon pintakäsittelyn ja sen huoltokäsittelyjen ympäristövaikutukset sillan käyttöajan aikana. Pintakäsittelytöistä aiheutuvat ympäristöhaitat ovat pääasiassa liuotepäästöjä eli VOC-päästöjä. Ne vaikuttavat ratkaisevasti varsinkin silloin, jos vaihtoehdot ovat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

Pintakäsittelymenetelmää valittaessa on lisäksi otettava huomioon, että kunnossapitomaalauksessa 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.
- Ruiskumaalauksella ei voida maaliumun 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.



Kuva 21. Kuumasinkkikerroksen kestoikä standardin SFS-EN ISO 1461 mukaan.



Kuva 22. Ruiskusinkkikerroksen kestoikä.

4 PINTAKÄSITTELYN SUUNNITTELU

4.1 Pintakäsittelysuunnitelma

4.1.1 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. Alkalinkestäviä ovat siltojen teräsrakenteissa yleisesti käytetyistä maaleista muun muassa kloorikautsu-, epoksi- ja polyuretaanimaalit. Siltojen puukansissa käytetty kreo-soottikyllästysaine vaurioittaa muun muassa alkydi- ja kloorikautsumaaleja, jotka eivät näin ollen sovellu tällaisiin kohteisiin. Myös suolakyllästykseen aiheuttaman rasituksen vuoksi on syytä käyttää epoksi- ja polyuretaanimaaleja. Teräksen ja betonin rajakohdan kunnostuksessa ja maalauksessa noudatetaan SILKO-ohjetta 2.332 /2/.

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

Paikkausmaalauksessa sekä paikkaus- ja ylimaalaauksessa 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 TIEL 3.1, 3.2 ja 4.9 /7/ 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 SYL 4:n /3/ liitteen 2 mukaisia hyväksytyjä maalausjärjestelmiä. Liitteessä on esitetty myös hyväksytyistä maalausjärjestelmistä valitut suositeltavat maalausjärjestelmät käyttökohteittain. 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 sinkkipölypigmentoituja pohjamaaleihin perustuvia maaliyhdistelmiä (TIEL 4.12, 4.2 tai 4.1).
- Jos rakenteellisista tai muista syistä pinnan puhdistusaste on huono (Sa2 tai St2), käytetään alkydi- tai epoksipolyuretaanimaaliyhdistelmiä (TIEL 3.1 tai 4.9).

Kunnostettaessa kaidepylvään juurta sillan kaiteiden pintakäsittelyn yhteydessä menetellään SILKO-ohjeen 2.331 /2/ mukaan. Laakerien huoltokäsittely tehdään SILKO-ohjeen 2.353 /2/ mukaan. Kaiteita uudestaan pinnoitettaessa on ruiskusinkityksestä saatu hyviä kokemuksia. Ruiskusinkittävän pinnan puhdistusasteen pitää olla Sa2½. Ruiskusinkitty pinta on huokoinen ja on tämän vuoksi tiivistettävä suolattavilla teillä kohteeseen soveltuvalla vinyylimaalilla tai -lakalla tai epoksipolyuretaaniyhdistelmällä SILKO-ohjeen 2.354 /2/ mukaan.

Tilaaja valitsee pintakäsittelyjärjestelmän kohdassa 3 selostetun periaateratkaisun pohjalta. Tielaitoksen hyväksymät maalausjärjestelmät on esitetty SILKO-ohjeessa /7/. Valinnassa on syytä käyttää apuna taulukkoa 4.

4.1.2 Pintakäsittelysuunnitelman sisältö

Pintakäsittelysuunnitelman 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 /17/.

Pintakäsittelysuunnitelmasta pitää selvittää

- hanketiedot
- laatuvaatimukset
- käyttöikätaavoite
- terästyön laatuaste
- pinnanpuhdistuksen vaatimustaso
- pinnoiteyhdistelmä ja vaaditut kalvonpaksuudet
- 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 Tielaitoksen maalausjärjestelmätunnuksella, esim. TIEL 4.12. Yli-maalauksena tehtävässä kunnossapitomaalauksessa voidaan 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).

Pintakäsittelysuunnitelma liitetään laaturaporttiin.

4.2 Tekninen työsuunnitelma

Valittu urakoitsija laatii ennen työn aloittamista teknisen työsuunnitelman. Siinä luetellaan käytettävät maalit, kitit ja muut pintakäsittelyaineet tuotenimien käyttäen liitteen 2 mukaista lomaketta.

Teknisessä työsuunnitelmassa esitetään lisäksi

- kuinka työ tehdään
- mitä resursseja käytetään
- mitkä ovat työkapasiteetit, työjärjestys ja työn aikataulu
- miten työ jaetaan työalueisiin.

Työalueen koko määritetään suihkupuhdistuksen 4–8 tunnin aikaisen työsaavutuksen perusteella (uudismaalaus tai kunnossapitomaalaus). Suositeltava työalueen koko on neljän tunnin työsaavutus. Pintakäsittelyn suunnitteluvaiheessa konepaja tai urakoitsija tai molemmat yhdessä tekevät työaluejaon ja numeroinnin sekä kaavion näistä asioista siltakohteessa (liite 3).

Myös työturvallisuutta ja ympäristönsuojelua koskevat toimenpiteet esitetään teknisessä työsuunnitelmassa, ellei niistä ole tehty erillisiä suunnitelmia. Teknistä työsuunnitelmaa on käsitelty tarkemmin SYL 4:n /3/ kohdassa 4.5.2.1.

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

Tekninen työsuunnitelma esitetään tilaajalle viimeistään kaksi viikkoa ennen työn aloittamista.

Pienissä paikkausmaalauskohteissa tarvittavat tiedot voidaan tilaajan suostumuksella esittää pelkästään liitteen 2 lomakkeella 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. Työ- ja laatusuunnitelmat voidaan yhdistää.

4.3 Laatusuunnitelma

Pintakäsittelytöiden laadunvarmistus tehdään SYL 1:n /19/ kohdan 1.3 ja SYL 4:n /3/ kohdan 4.5.1.4 mukaan.

Urakoitsija laatii työkohtaisen laatusuunnitelman, joka jakaantuu kolmeen osaan seuraavasti:

1. Yleiset tiedot

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

2. Työnaikaiset tarkastukset ja mittaukset

- terästyön laatuaste
- suolapitoisuuden mitta
- esikäsittelyt (pesut, ruosteenpoisto jne.)
- olosuhteet
- märkäkalvot
- maalausväliajat
- vaikeasti maalattavat kohteet
- vahvennusmaalaukset
- kaluston kunto ja varakalusto
- mittaus- ja tarkastusvälineiden käytön aikainen säätö
- silmämääräiset tarkastukset työvaiheittain
- laadunohjaus yllä mainittujen toimien perusteella.

3. Kelpoisuuden osoittaminen

- työ- ja tarkastusaluejakokaavio
- pintakäsittelyn kelpoisuuden yhteenvetopöytäkirja
- pintakäsittelyn seurantakortit työalueittain
 - olosuhteet
 - esikäsittely
 - maalaus
- silmämääräisen tarkastuksen ja kalvonpaksuuden mittauksen pöytäkirja
- tartuntamittauksen pöytäkirja
- poikkeamaraportit
- korjaustoimenpiteet
- uusintatarkastus.

Tarkastusalueen suositeltava koko on noin 100 m² (katso liite 3).

5 PINTAKÄSITTELYAINEET

5.1 Kemialliset esikäsitteilyaineet

Uusien ja irrotettavien siltarakenteiden pintakäsittelyä voidaan tehostaa kemiallisella esikäsitteilyllä, jolloin metallipinnalle muodostetaan fosfaattitai kromaattikerros. Kerros edistää maalin tarttuvuutta metallipintaan ja estää maalikalvon alla tapahtuvan ruostumisen.

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

Kemiallisia esikäsitteilymenetelmiä ovat

- tartuntamaalaus eli Washprimer-käsittely
- fosfatoi
- kromatoi.

Näitä esikäsitteilymenetelmiä käytetään yleensä ohutlevyjä pinnoitettaessa, ja niiden käyttö siltojen korjaustöissä on harvinaista. Kemiallisesti esikäsitellyn pinnan maalaamisesta on aina neuvoteltava maalinvalmistajan kanssa.

5.2 Maalit

5.2.1 Maalin koostumus

Maalit koostuvat pääsääntöisesti sideaineista, pigmenteistä, liuotteista ja lisäaineista.

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, suurimolekyylisiä polymeerejä eli muoveja tai reaktiokykyisiä hartseja, joista muodostuu polymeerejä maalin kuivuessa. Synteettiset polymeerit ja hartsit muodostavat tärkeimmän ryhmän. Sideaineen kuivumistavan perusteella maalit jaetaan fysikaalisesti kuivuviin, ilmakehään ja kemiallisesti kuivuviin maaleihin. Maaleja nimitetään yleensä sideaineen mukaan, esimerkiksi alkydi-, epoksi-, kloorikautsu-, polyuretaani-, akryyli- tai vinyylimaleiksi.

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

Apupigmentit eli täyteaineet vaikuttavat maalikalvossa moniin ominaisuuksiin, kuten kestävyteen, 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 luokkaan 3 (palavat nesteet) ja toisaalta edellisestä poiketen käsittelyä ja varastointia koskien syttymisherkyyden mukaan palaviin nesteisiin, joita on selostettu tarkemmin kohdassa 7.2.3.

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 lisäaineita pieninä määrinä. Lisäaineet ovat tarpeen maalien varastointikestävyyden ja tarpeellisten levitys- ja kuivumisominaisuuksien aikaansaamiseksi.

5.2.2 Maalityypit

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. Sideaineen mukaan nimetyt maalit on esitetty kuvassa 23 ryhmiteltyinä kuivumistavan ja käyttöolomuodon perusteella.

Taulukko 10. Silloissa käytettävien liuoteohenteisten maalien yleiset ominaisuudet. Tuotekohtaiset ominaisuudet on varmistettava maalin toimittajalta.

Maalityyppi SFS-EN ISO 12944-5	Alkydi [AK]	Sinkki- epoksi [EPZn(R)]	Sinkki- silikaatti ¹⁾ [ESIZn(R)]	Epoksi [EP]	Poly- uretaani ²⁾ [PUR]	Epoksiterva [CTE] Polyuretaani terva [CTPUR]	Kloorikautsu [CR] Vinyyli [PVC] Akryyli ³⁾ [AY]
Esikäsitteily- vaatimus	St2 - Sa2	Sa2½	Sa2½	Sa2 - Sa2½	Sa2½	Sa2	Sa2½
Maalaus- olosuhteet · suhteellinen kosteus (RH), % · alin suositeltava lämpötila, °C	< 80 + 10	< 80 + 10 ⁴⁾	50 -90 + 0	< 80 + 10 ⁴⁾	< 80 + 5	< 80 + 10 ⁵⁾	< 80 0 ⁵⁾
Kuivumisaika,h (päällemaalaus) · + 23 °C · + 10 °C	0,5...24 1...48	4...24 24...48	24 48	4...48 24...72	7...24 24...48	12 ...24 24...48	4...8 8...16
Päällemaalatta- vuus (vanha maalikalvo)	+	+	-	+/-	++	+	+++
Kiillon- kestävyys	++			-	+++	-	++
Sävykestävyys	++			-	+++	-	++
Nesteiden kestävyys							
· vesiuutus	-	-	+	+++	-	+++	++
· sade tai kondenssi	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
· liuotin- roiskeet	++	+++	+++	+++	++	-	-
· emäkset ⁶⁾	-	-	-	+++	++	++	+
· emäkset roiskeena	-	-	-	+++	+++	+++	++
Fysikaaliset ominaisuudet							
· kulutus- kestävyys	++	++	+++	+++	++	++	-
· iskun- kestävyys	-	++	++	++	+++	+++	++
· joustavuus	-	-	-	++	+++	++	++
Maalaus- menetelmä							
· sivellin	+++	+	-	++	++	++	++
· tela	+++	-	-	+	++	++	-
· ruiskutus	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

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

¹⁾ Sinkkietyyllisilikaatti

²⁾ Säänkestävä polyuretaani, jonka kovetteena alifaattinen isosyanaattiyhdiste

³⁾ Yksikomponenttinen

⁴⁾ Talvilaatuja voidaan maalata alemmissa lämpötiloissa

⁵⁾ Voidaan maalata myös alemmissa lämpötiloissa

⁶⁾ Kosketus betoniin

5.2.2.1 Fysikaalisesti kuivuvat maalit

Fysikaalisesti kuivuvien 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 mukaisia.

Fysikaalisesti kuivuvat liuotemaalit

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.

Fysikaalisesti kuivuvien 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. Vinyylimaaaleja käytetään pohja-, väli- ja pintamaalina säänkestävissä maalausjärjestelmissä.

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

Fysikaalisesti kuivuvat vesiohenteiset maalit

Fysikaalisesti kuivuvien vesiohenteisten maalien (lateksien) sideaineena on polymeeri, joka on dispergoituneena vedessä hyvin pieninä palloina ($\varnothing$ 0,05 - 0,25 μ m). Veden haihduttua kalvosta polymeeripallot sulautuvat yhteen, jolloin muodostuu yhtenäinen kalvo.

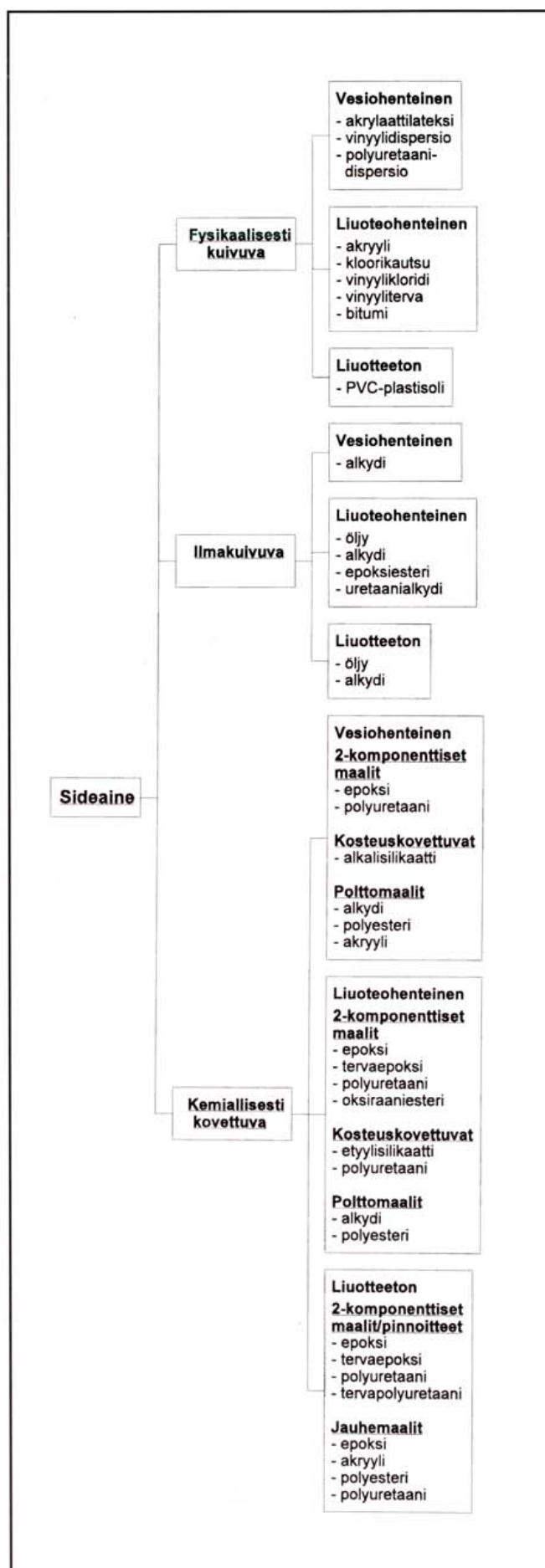
Metallipinnoille tarkoitetuissa maaleissa on korroosionestopigmenttejä ja -inhibiittejä. Polymeerinä käytetään tavallisesti akrylaattihartseja.

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

5.2.2.2 Ilmakuivuvat maalit

Ilmakuivuvissa eli hapettuen kuivuvissa 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.



Kuva 23. Sideaineen mukaan nimetyt maalityypit ryhmiteltyinä kuivumistavan mukaan.

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

Alkydimaaleja on sekä liute- että vesiohenteisia.

Alkydipohjamaaleissa käytetään korroosionestopigmenttejä. Pintamaalien pigmenttien tulee olla säänkestäviä.

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

5.2.2.3 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 epoksi-maalit (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.

Epoksalvo 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 liituu nopeasti.

Liuotteettomien ja niukkaliuotteisten epoksipinnoitteiden (EP) sideaineena on nestemäinen epoksihartsin ja kovete. Pinnoitteilla on lyhyt käyttöaika. Ne levitetään yleensä kaksikomponenttiruiskulla. Kertakäsittelyllä saavutetaan helposti 250–500 µm:n kuivakalvo.

Kivihiilitervapoksimaalit (CTE) ovat kaksikomponenttisiä maaleja, joiden sideaineena käytetään epoksihartsin ja kivihiilitervan seosta. Kivihiilitervapoksimaaleja käytetään upotusrasituksissa maan- ja vedenalaisissa kohteissa.

Polyuretaanimaalit (PUR) ovat kaksikomponenttisiä maaleja. Muoviosana käytetään hydroksyyli-ryhmiä sisältävää hartsia eli polyolia (akryyli-, polyesteri- tai epoksihartsin) ja kovetteena joko aromaattista tai alifaattista isosyanaattiyhdistettä. Maalikalvon muodostuminen tapahtuu yli 0 °C:n lämpötilassa. Alifaattisella kovetteella saadaan säänkestäviä pintamaaleja.

Kivihiilitervapolyuretaanimaalit (CTPUR) ovat vesiputusrasitukseen soveltuvia maaleja.

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

Sinkkisilikaattimaalit (ESI) ovat kaksikomponenttimaaleja, joiden sideaineena käytetään orgaanista silikaattia. Maalin pigmenttinä käytetään sinkkijauhetta. Sinkkisilikaattimaaleja käytetään säärasitusta kestävä pintamaalin pohjamaalina tai yksin ulkona ja liuotesäiliöpinnoitteena.

5.2.3 Vesiohenteiset korroosionestomaalit

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

Vesi kostuttaa rasvaisen pinnan huonosti ja tästä syystä rasvan ja öljyn poisto on tehtävä huolellisesti. Pinnan puhdistus on tehtävä maalinvalmistajien ohjeiden mukaan yleensä asteeseen Sa2½; pienissä korjaustöissä voidaan sallia Sa2. Pienissä, siveltimellä tehtävissä paikkausmaalauksissa voidaan eräille 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 lisäaineet estävän 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.

Alhaisin lämpötila, jossa vesiohenteisten maalien kalvonmuodostus tapahtuu, on +5 °C. Suositeltavaa kuitenkin on, että ilman ja maalattavan pinnan lämpötila on yli +10 °C. Eri maalityypit poikkeavat tässä suhteessa toisistaan.

5.2.4 Liuoteohenteiset korroosionestomaalit

Liuoteohenteiset korroosionestomaalit ovat fyysikaalisesti kuivuvia, kemiallisesti kovettuvia tai ilmakeivuvia (kuva 23). Tyypillisiä liuoteohenteisiä 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 liuoteseoksensa, 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. Liuoteohenteisten 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 tai vesiohenteisilla maalityypeillä, mikäli vaihtoehtojen käyttö on teknisesti mahdollista.

5.2.5 Liuotteettomat maalit ja joustopinnoitteet

Liuotteettomilla maaleilla saadaan kertamaalauksella paksumpia kalvoja kuin liuoteohenteisilla. 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 köysisissä 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 polyetylenillä. 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.

5.2.6 Maalien yhteensopivuus

Korjausmaalauksessa käytetään samaa maalausjärjestelmää kuin alkuperäisessä maalauksessa, ellei alkuperäisen maalauksen huono kestävyys, maalausolosuhteet tai muut syyt anna perusteltua aiheutta maalausjärjestelmän vaihtamiseen. Pinnan esikäsitteilymenetelmä määräytyy valitun maalausjärjestelmän pohjamaalin mukaan. Jos muutosta joudutaan harkitsemaan, käytetään taulukkoa 11 ja maalausalan asiantuntijoita. Taulukkoa käytettäessä on muistettava, että tuoteselosteista on erikseen tarkistettava tuotekohtaiset vaatimukset ja suositukset (ks. taulukko 10).

Taulukko 11. Eri maalityyppien päällemaalattavuusmahdollisuudet korjausmaalauksessa. Tuotekohtainen soveltuvuus on varmistettava maalin toimittajalta.

Uusi maali Vanha maali	Alkydi	Kloori- kautsu	Vinyyli	Epoksi	Epoksi- terva	Sinkki- sili- kaatti	Sinkki- epoksi	Poly- uretaani	Poly- uretaani- terva	Akryyli ²⁾
Alkydi	++			+ ¹⁾				++		+
Kloorikautsu		++								
Vinyyli			++							
Epoksi				++	++			++	++	++
Epoksiterva					++				++	
Sinkkisilikaatti		+	+	++	++			+		
Sinkkiepoksi		++	+	++	+		++			+
Polyuretaani								++		+
Polyuretaani- terva									++	
Akryyli ²⁾										++

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

²⁾ Vesiohenteinen

++ = suositeltava

+ = mahdollinen

tyhjä ruutu = ei suositella