

Korroosionestomaalauksen käsikirja





Korroosionestomaalauksen käsikirja



© 2013, Teknos Oy

Julkaisija: Teknos Oy

Taitto: Mainostoimisto Dynastia Oy

Paino: Offsetpaino L. Tuovinen Ky

Kiitämme laitevalokuvien toimittajia:

Pinteco Oy (Elcometer)

Tallberg Roboma Oy Ab (DeVilbiss, Ransburg, Binks)

S.O. Strömberg Oy (Byk)

Sisäkansien valokuvat:

Sandvik Mining and Construction

Avant Tecno

Ponsse

VR

Normek, Sonera Stadium

Ruukki, Swedbank Stadium

Neste Oil

WinWind

Korroosionestomaalaus

Maali on nestemäinen tai jauhemainen tuote, joka maalausmenetelmin levitetään maalattavalle alustalle ohueksi kerrokseksi. Kerros kuivuu kiinteäksi, alustaan tarttuvaksi maalikalvoksi.

Metallialustan maalausta sanotaan *korroosionestomaalaukseksi*. Korroosionestomaalauksen tarkoituksena on suojata metallialusta ympäristön syövyttävältä vaikutukselta eli korroosiolta ja antaa rakenteen pinnalle haluttu ulkonäkö.

Korroosionestomaalaus kuuluu prosesseihin, joissa laatua on vaikea arvioida pelkästään lopputarkastuksen eli valmiin maalikalvon perusteella. Tästä syystä on tärkeää, että maalaus suunnitellaan huolellisesti. Myös työn aikana on tärkeää ohjata ja valvoa kaikkia niitä tekijöitä, joilla on vaikutusta maalauksen lopputulokseen.

Tämän Teknoksen kokoaman teoksen tarkoituksena on antaa työn tilaajille, suunnittelijoille, suorittajille sekä opiskelijoille mahdollisimman kattavat tiedot korroosionestomaalauksesta.

Toivomme Teidän hyötyvän teoksen tiedoista.

Ystävällisin terveisin

TEKNOS OY

Korroosionestomaalaus

1. MAALAUS KORROOSIONESTOMENETELMÄNÄ	9
Johdanto	9
Metallin korroosiomekanismi	9
Maalien suojaustapa	10
Yhteenveto	10
2. KORROOSIONESTOMAALAUKSEEN LIITTYVÄT TÄRKEIMMÄT STANDARDIT	11
Standardisointi Suomessa	11
EN- ja ISO-standardit	11
3. KORROOSIONESTOMAALAUKSEN SUUNNITTELU	16
Hyvän korroosionestomaalauksen edellytykset	16
Maalauksen huomioonottaminen teräsrakenteen suunnittelussa	16
Korroosionestomaalauksen suorituspaikan valinta	17
4. MAALATTAVAN ALUSTAN ESIKÄSITTELY	18
Esikäsittelymenetelmän sekä terästyön ja esikäsittelyn laatuasteen valinta	18
Rasvan ja lian poisto	18
Ruosteenpoisto	18
Teräspinnan puhtauden ja pintaprofiilin tarkastelu ja arviointi	19
Ruostumisasteet	19
Esikäsittelyasteet	19
Suihkupuhdistetun teräspinnan pintaprofiilin arviointi	20
Konepajapohjakäsittely eli prefabrication primer -käsittely	21
Sinkittyjen pintojen esikäsittely	22
Kemialliset esikäsittelyt ja tartuntapohjamaalaus	22
5. KORROOSIONESTOMAALIT	25
Maalin koostumus	25
Maalityypit	26
Palautettavissa olevat (reversiibelit) pinnoitteet	26
Palautumattomat (irreversiibelit) pinnoitteet	26
Ilmakuivuvat maalit (hapettuen kuivuvat)	26
Vesiohenteiset dispersiomaalit (yksikomponenttiset)	27
Kemiallisesti kuivuvat maalit	27
Kaksikomponenttiset epoksimaalit EP	27
Kaksikomponenttiset polyuretaanimaalit PUR	27
Oksiraaniesterimaali (kansallinen lyhenne OX)	28
Kosteuskovettuvat maalit	28
Polttomaalit	28
Jauhemaalit	28
Coil coatings	28
6. MAALAUSJÄRJESTELMÄT	29
Maalausjärjestelmän merkintä	29
Maalausjärjestelmän valinta	30
Rasitusluokat	30
Esikäsittely- ja maalausolosuhteet	30
Taloudellisuus	30

7. MAALAUKSEN SUORITUS	31
Maalausmenetelmät	31
Sivellinmaalaus	31
Telamaalaus	31
Ruiskumaalaus	31
Kastomaalaus	37
Maalausolosuhteet	37
Ilman suhteellinen kosteus ja kastepiste	37
Lämpötilan vaikutus maalien kuivumiseen	40
Maalikalvon paksuus ja sen mittaus	40
Kalvonpaksuus	40
Märkäkalvon paksuuden mittaus	40
Kuivakalvon paksuuden mittaus	41
Kalvoa rikkomattomat menetelmät	41
Kalvoa rikkovat menetelmät	42
Maalimäärän laskeminen	43
Taulukoita maalin käytännön riittoisuuden arvioimiseksi	44
8. KORROOSIONESTOMAALAUKSEN LAADUNHALLINTA	45
Laatusuunnitelmat	46
Laadunvarmistuksen kohteet	46
Henkilöstö	46
Teräsrakenne	47
Esikäsitteily	47
Olosuhteet	47
Maalausmenetelmät ja välineet	48
Maalaustyössä käytettävät aineet	48
Maalaustyö	48
Valmis maalikalvo	48
Tarkastusvälineet	49
Vertailualueet	49
Maalaustöiden ja -olosuhteiden dokumentointi	49
Työn alkaessa olemassa olevat asiakirjat	49
Työn aikana laadittavat asiakirjat	49
Tarkastuspöytäkirjat	49
9. HUOLTOMAALAUUS	51
Maalauksen kunnon arvosteleminen	51
Huoltomaalauksen ajankohta	51
Huoltomaalien valinta	52
Huoltomaalauksen suoritus	53
10. MAALAUKSEN TYÖTURVALLISUUSOHJEITA	54
11. STANDARDIEN NUMEROLUETTELO	56
12. MAALAUSSVAIKEUKSIA – MISSÄ VIKÄ?	60
13. KORROOSIONESTOMAALAUKSEN TULEVAISUUS	63
LOMAKKEET	65

1. Maalaus korroosionestomenetelmänä

Johdanto

Teollisuudessa käytetään useita rakennusaineita, joita on suojattava ympäristön vaikutuksilta. Tällaisia materiaaleja ovat mm. betoni ja erilaiset metallit. Betoni on pinnoitettava mm. karbonatisoitumista ja kulumista vastaan. Metallit on suojattava korroosiota vastaan.

Korroosio eli *syöpyminen* on metallin fysikaalis-kemiallinen reaktio ympäristönsä kanssa, joka aiheuttaa muutoksia metallin ominaisuuksiin ja joka usein johtaa metallin, sen ympäristön tai teknisen järjestelmän vaurioihin.

Ruoste on raudan ja teräksen korroosion seurauksena muodostunut reaktiotuote.

Korroosiovaurio on jokin muutos korroosiojärjestelmässä, joka on aiheutunut korroosiosta ja jonka katsotaan olevan haitallinen metallille, sen ympäristölle tai sille tekniselle järjestelmälle, johon ne kumpikin kuuluvat.

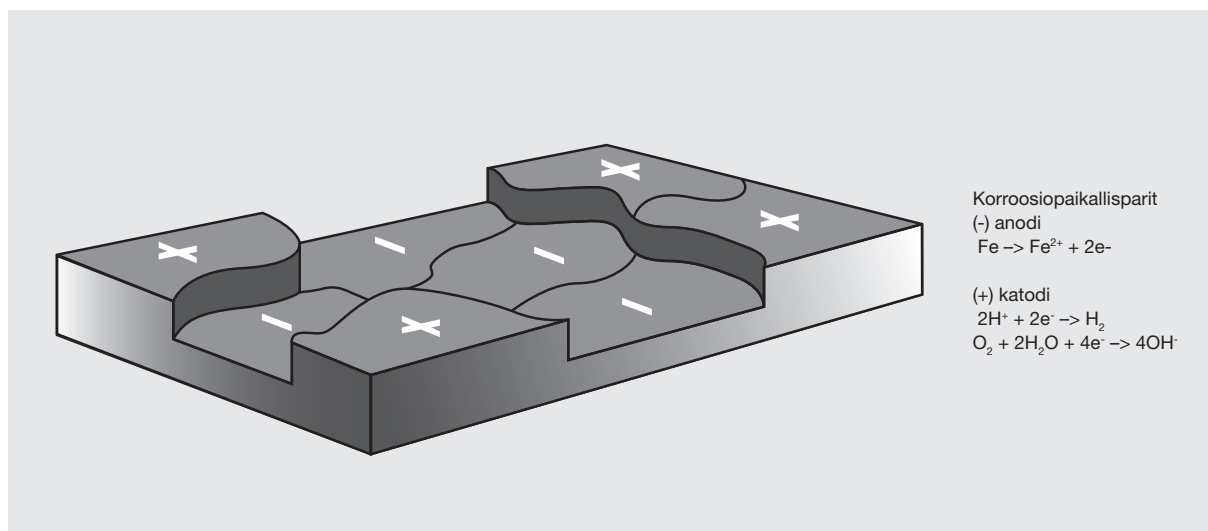
Korroosiojärjestelmä koostuu yhdestä tai useammasta metallista ja kaikista ympäristön osista, jotka vaikuttavat syöpymiseen. Ympäristön osana voi olla myös pinnoite, pintakerros, elektrodi jne.

Korroosionesto tai *korroosiosuojaus* on korroosiojärjestelmän muuttamista niin, että korroosiovaurioiden syntyminen hidastuu tai estyy.

Korroosionestomaalaus on metallipinnan korroosionestoa *korroosionestomaalilla*.

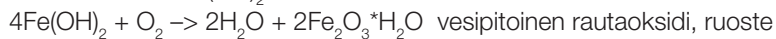
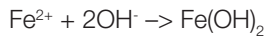
Metallin korroosiomekanismi

Metallien korroosio selitetään nykyisin siten, että metallin pinnalle muodostuu sähkökemiallisia paikallispareja. Näitä paikallispareja kutsutaan anodiksi ja katodiksi. Anodilla liukenee positiivisia metalli-ioneja liuokseen. Tällöin metallihilaan syntyy negatiivisia elektroneja, jotka vaeltavat metallissa katodille. Katodilla elektronit kuluvat useammassa katodireaktiossa. Happamissa liuoksissa syntyy vetykaasua, neutraaleissa liuoksissa syntyy hapen pelkistymisreaktion tuloksena hydroksidi-ioneja. Anodin ja katodin välillä oleva sähköä johtava elektrolyytti sulkee virtapiirin. Anodi- ja katodikohdat voivat olla toistensa vieressä, jolloin korroosio on tasaista tai ne ovat erillään toisistaan, jolloin taas syntyy paikallisia korroosiovaurioita. Anodikohta on metallipinnan epäjalompi kohta tai se on kohta, jossa on korkeampi pintaenergia. **Kuvassa 1.1** on esitetty paikallisparien muodostuminen metallin pinnalle sekä anodi- ja katodireaktiot.



Kuva 1.1 Paikallisparien muodostuminen metallin pinnalle sekä anodi- ja katodireaktiot.

Yhdistämällä anodi- ja katodireaktiot saadaan kokonaisreaktioiksi:



Metallin korroosionesto perustuu siihen, että

- estetään paikallisparien muodostuminen metallin pinnalle,
- estetään anodi- ja/tai katodireaktio, tai hidastetaan niiden tapahtumista.

Maalien suojaustapa

Ylivoimaisesti yleisin korroosionestomenetelmä on metallipinnan maalaaminen. Tiivis, ehjä ja riittävän paksu maalikalvo estää ionien pääsyn metallipinnalle ja vähentää näin paikallisparien muodostumista. Esimerkkinä tiiveyteen perustuvista maalityypeistä ovat epoksimaalit.

Ilmastorasitukseen käytettävissä korroosionestomaalauksessa käytetään korroosionestopigmenttejä, jotka hidastavat metalli-ionien liukenemista anodialueilta. Korroosionestopigmentteinä käytetään mm. erilaisia fosfaatteja ja boraatteja, jotka maalikalvoon tunkeutuvan veden kanssa muodostavat anodialueille suojakerroksia.

Maali suojaa teräsalustaa katodisesti, kun maalissa käytetään riittävästi sinkkipölyä. Sinkkihiukkaset ovat maalikalvossa sähköä johtavassa kosketuksessa teräsalustan kanssa ja epäjalompana metallina "uhrautuvat" estäen teräksen ruostumisen.

Vesiohenteisissa maaleissa käytetään lisäksi korroosioinhibiittejä estämään ruostumista maalaustyön ja maalin kuivumisen aikana (pikaruoste eli flash rust).

Yhteenveto

Korroosio voidaan estää tai sitä voidaan hidastaa levittämällä suojattavalle metallipinnalle

- korroosionestopigmenttejä sisältävä korroosionestomaali, joka pysäyttää anodi- ja/tai katodireaktion, tai
- maalikalvo, joka muodostaa riittävän suuren vastuksen ionivirran kululle.
- katodisesti suojaava maalikalvo

2. Korroosionestomaalaukseen liittyvät tärkeimmät standardit

Standardisointi Suomessa

Standardeilla pyritään edistämään kansantaloutta, lisäämään turvallisuutta ja hyvinvointia, suojelemaan kuluttajaa sekä helpottamaan kotimaista ja kansainvälistä kauppaa.

Standardisointityön tuloksena syntyvä standardi on määritelty standardin SFS-EN 45020 mukaan seuraavasti: *"Standardi on konsensukseen perustuva, tunnustetun elimen hyväksymä normatiivinen asiakirja, joka esittää yleistä ja toistuvaa käyttöä varten sääntöjä, ohjeita tai ominaispiirteitä toiminnoille tai niiden tuloksille optimaalisen järjestyksen saavuttamiseksi tietyissä tilanteissa."*

Standardi on yleensä suositus. Tietyissä tapauksissa viranomaiset voivat määräyksissään ja direktiiveissään viitata standardeihin. Nämä nk. viitestandardit eli sovellettavat standardit ovat sitovia asiakirjoja.

Suomessa standardeja laativat Suomen Standardisoimisliitto (SFS) ja sen toimialayhteisöt. Standardien laadintatyöhön osallistuvat viranomaiset, valmistajat ja käyttäjät. Standardien laadinnassa keskitytään nykyisin eurooppalaisiin (EN) ja maailmanlaajuisiin (ISO) standardeihin.

Suomessa maalausstandardien laadintatyö tehdään mm. seuraavien SFS:n toimialayhteisöjen toimesta:

- Kemianteollisuus ry
- MetSta, Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry

SFS vahvistaa, julkaisee ja myy suomalaisia ja kansainvälisiä standardeja. SFS välittää myös tietoja standardeista ja viranomaismääräyksistä.

Maalaustyön suunnitteluun ja työhön liittyvät standardit ovat syntyneet tuloksena pitkäaikaisesta järjestelmällisestä työstä. Standardien avulla maalien käyttäjät ympäri maailmaa tietävät täsmällisesti minkälaisesta ympäristöstä, rakenteesta, alustasta, maalista tai maalaustyöstä on kysymys.

EN- ja ISO-standardit

Euroopan unionin jäsenmaat muodostavat sisämarkkinat, joiden tavoitteena on tavaroiden ja palvelujen vapaa liikkuminen. Tavaroiden vapaan liikkuvuuden takaamiseksi on jäsenmaiden erilaiset tekniset standardit yhdenmu-kaistettava.

Kansainvälinen korroosionestomaalausstandardi SFS-EN ISO 12944, joka vahvistettiin 15.5.1998, on ollut yksi askel tähän suuntaan.

Standardi ISO 12944 koostuu seuraavista osista:

- Osa 1 Yleistä
- Osa 2 Ympäristöolosuhteiden luokittelu
- Osa 3 Rakenteen suunnitteluun liittyviä näkökohtia
- Osa 4 Pintatyypit ja pinnan esikäsittely
- Osa 5 Suojamaaliyhdistelmät
- Osa 6 Laboratoriomenetelmät suorituskyvyn testaamiseksi
- Osa 7 Maalaustyön toteutus ja valvonta
- Osa 8 Erittelyiden laatiminen uudisrakenteille ja huoltomaalaukseen

Maalauksen kestävyys

Standardissa ISO 12944-1 jaetaan maalauksen kestävyys kolmeen luokkaan:

- 2 – 5 vuotta L (low) - alhainen
- 5 – 15 vuotta M (medium) - kohtalainen
- yli 15 vuotta H (high) - korkea

Kestävyyssluokka ei ole sama kuin "takuu aika". Kestävyys on arvio, joka voi auttaa omistajaa laatimaan kunnossapito-ohjelman. Takuu aika on tärkeä tekijä, josta on omat lailliset kohtansa sopimuksen hallinnollisessa osassa. Takuu aika on yleensä lyhyempi kuin kestävyysluokkakajakso. Ei ole olemassa mitään sääntöjä, jotka yhdistäisivät nämä kaksi eri aikajaksoa.

Ympäristön olosuhteiden luokittelu

Rakenteen ympäristö- ja erikoisrasitukset vaikuttavat suuresti korroosiomaalauksen kestävyysasteeseen ja maalauksen suunnitteluun.

Standardi ISO 12944-2 luokittelee ilmastorasitukset kuuteen luokkaan:

C1	hyvin lievä
C2	lievä
C3	kohtalainen
C4	ankara
C5-I	erittäin ankara (teollisuus)
C5-M	erittäin ankara (meri)

Luokittelu perustuu teräksen ja sinkin syöpymisnopeuteen ensimmäisenä vuonna.

Standardi ISO 12944-2 määrittelee kolme rasitusluokkaa veteen upotetuille ja maanalaisille rakenteille:

Im1	makeavesiupotus, esim. jokirakenteet, vesivoimalat
Im2	meri- tai murtovesiupotus, esim. satamarakenteet
Im3	maanalaiset rakenteet, esim. maanalaiset säiliöt, teräspaalut ja vastaavat

Rakenne ja pinnan esikäsittely

Standardissa ISO12944-3 annetaan ohjeita maalattavien rakenteiden suunnittelemiseksi.

Standardissa ISO 12944-4 käsitellään erilaisia maalattavia alustamateriaaleja ja esikäsittelymenetelmiä.

Esikäsittelymenetelmien ja esikäsittelyasteiden määrittelyssä viitataan olemassa oleviin ISO-standardeihin: ISO 8504 Esikäsittelymenetelmät, ISO 8501 Ruostumisasteet ja esikäsittelyasteet ja ISO 8503 Pintaprofiilin arviointimenetelmät.

Maalausjärjestelmät

Korroosionestomaalausjärjestelmä koostuu maalausalustasta, pinnan esikäsittelystä sekä niiden maalien yhdistelmästä, joilla pinta on maalattu.

Standardissa ISO 12944-5 esitetään tavallisimmat korroosionestomaalityypit ja maalausjärjestelmät.

Maalityyppien merkinnät ovat:

Akryylimaalit	AY
Alkydimaalit	AK
Epoksimaalit	EP
Kloorikautsumaalit	CR
Polyuretaanimaalit	PUR
Polyuretaanitervat	PURC
Sinkkisilikaatti	ESI Zn (R)
Sinkkiepoksi	EP Zn (R)
Vinyylimaalit	PVC

Vuonna 2007 astui voimaan uusi päivitys ISO 12944-5 standardista. Päivitetyn ISO 12944-5:2007 standardin mukaan maalausjärjestelmät merkitään seuraavasti:

ISO 12944-5/A1.01, jossa

A1 = taulukko, johon järjestelmä sisältyy

01 = maalausjärjestelmän järjestysnumero taulukossa.

Standardissa on kahdeksan taulukkoa (A1 – A8), joissa esitetään maalausjärjestelmät eri rasitusluokkiin teräs- ja sinkkipinnoille sekä termisesti pinnoitetuille, sherardisoiduille ja sähkösinkityille teräspinnoille. Taulukossa

ilmoitetaan maalausjärjestelmän

- numero
- pohjamaalin sideainetyyppi, kerroslukumäärä ja nimelliskalvonpaksuus
- väli- ja pintamaalien sideainetyyppi
- maalausjärjestelmän kokonaiskerroslukumäärä ja nimelliskalvonpaksuus
- arvioitu kestoikä

Taulukkojen alaviitteessä selvitetään sideainetyypit ja annetaan maaleista lisätietoja.

Standardin ISO 12944 suomenkieliseen käännökseen on tehty lisäys 'Kansallinen liite', jossa selostetaan maalausjärjestelmän vaihtoehtoja, kansallista merkintätapaa. Esitys yhdistää uuden standardin ja väistyneen SFS 4962:n merkintätavat. Katso Teknoksen käsikirja 'Maalausjärjestelmät teollisuuden tuote- ja korroosionestomaaleille'.

Maalien testaus

Uusien maalausjärjestelmien kelpoisuuden arvioimiseksi on laadittu osa ISO 12944-6. Maalausjärjestelmien soveltuvuutta arvioidaan laboratoriossa käyttäen veden kondensaatiotestiä (ISO 6270), neutraalia suolasumutestiä (ISO 9227) sekä vesi- ja kemikaalinkestävyystestiä (ISO 2812-1 ja -2). Standardissa ilmoitetaan, että menetelmät eivät sovellu vesiohenteisten maalien testaamiseen. Maalien testausta käytännön olosuhteissa pidetään parhaana menetelmänä ja tunnettujen, perinteisten maalausjärjestelmien käyttö referenssinä kaikissa koestuksissa on suositeltavaa.

Maalaustyö ja valvonta

Maalausmenetelmät ja maalaustyö sekä laadunvalvonta esitetään standardissa ISO 12944-7.

Maalaus kuuluu prosesseihin, joissa laatua on vaikea arvioida pelkästään lopputarkastuksen perusteella. Tästä syystä on tärkeätä, että työn aikana ohjataan ja valvotaan kaikkia niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat maalauksen lopputulokseen. Henkilöstön ammattitaitoa korostetaan myös entistä enemmän (**ks. lomake 186**).

Vertailualueet

Erikseen sovittaessa urakoitsija tekee vertailualueita maalaustyöselostetta noudattaen tilaajan ja maalinvalmistajan edustajien läsnäollessa. Vertailualueen avulla arvioidaan henkilökunnan ammattitaitoa ja työn tasoa samalla kun seurataan, pitävätkö maalinvalmistajan ja urakoitsijan antamat tiedot paikkansa. Tämän lisäksi voidaan seurata maalauksen kestävyyttä. Vertailualue ei ole takuupinta, ellei siitä erikseen sovita.

Vertailualueet sijoitetaan kohtiin, joissa vallitsee rakenteelle tyypillinen rasitus. Alueiden lukumäärä ja koko valitaan rakenteen koon ja tärkeyden mukaan. Standardin ISO 12944-7 liitteessä A on opastavia tietoja vertailualueista.

Kaikki vertailualueet merkitään rakenteeseen ja pöytäkirjat säilytetään (**ks. lomake 187**).

Kalvonpaksuusmittaus

Kuivakalvonpaksuus karheilla pinnoilla tulee tarkistaa standardin ISO 19840 mukaisella menetelmällä ja menetellyllä, ja sileillä ja sinkityillä pinnoilla standardin ISO 2808 mukaisesti, elleivät osapuolet ole sopineet toisin.

Ennen mittausta sovitaan

- a) mitä menetelmää ja mittaria käytetään, miten mittari säädetään ja miten pintaprofiili otetaan huomioon
- b) mittaussuunnitelma - miten monta mittausta alustatyyppiä kohden tehdään
- c) miten tulokset ilmoitetaan ja mitä jatkotoimenpiteitä ne aiheuttavat.

Nimelliskalvonpaksuus NDFT tarkoittaa erittelyssä mainittua maalin kuivakalvonpaksuutta.

Mittausten keskiarvon tulee olla vähintään yhtä suuri kuin kuivakalvon nimellispaksuus (NDFT).

Kaikkien yksittäisten mittausten tulee olla vähintään 80 % kuivakalvon nimellispaksuudesta (NDFT) tai enemmän. Yksittäiset kuivakalvonpaksuudet, jotka ovat vähintään 80 % NDFT:stä, ovat hyväksyttävissä edellyttäen, että näiden mittausten määrä on alle 20 % tehtyjen yksittäismittausten kokonaismäärästä. Maksimikalvonpaksuus sovitaan tapauskohtaisesti tai maalinvalmistajan kanssa.

Korroosionestomaalauksen suunnittelu

Korroosionestomaalaus vaatii suunnittelua, jossa selvitetään maalattavan rakenteen kulku raaka-aineesta valmiiksi toimivaksi rakenteeksi (**ks. luku 3**).

Uudis- ja huoltomaalauserittelyjen suunnittelu esitetään standardissa ISO 12944-8.

Terveys ja turvallisuus

Maalaushankkeeseen osallistuvat osapuolet, kuten asiakkaat, työselosteiden laatijat, urakoitsijat, maalitehtaat ja tarkastajat, vastaavat omalta osaltaan työnsä aiheuttamien terveys- ja turvallisuusriskien ehkäisemisestä. Heidän on varmistuttava siitä, että työtä koskevia terveys-, turvallisuus- ja ympäristölakeja ja sääntöjä noudatetaan kyseisessä maassa.

Erityistä huomiota tulee kiinnittää

- haitallisten tuotteiden turhan ja hallitsemattoman käytön ehkäisemiseen
- savukaasujen, höyryjen, melun ja palovaaran ehkäisemiseen
- näkö-, kuulo- ja hengityselinten suojaamiseen
- tiloihin, joissa käytetään tai säilytetään räjähdysherkkiä aineita (ns. ATEX-määräys; katso tarkemmat ohjeet EU-direktiivistä 94/9/EY)

Mikäli mahdollista, tulisi terveyttä, turvallisuutta ja ympäristönsuojelua koskevat vaatimukset kuvata projektierittelyssä.

Projektierittely

Projektierittely kuvaa projektia ja siihen liittyviä vaatimuksia (ISO 12944-8). Projektierittelyn laatija voi olla esim. suojattavan rakenteen omistaja tai pääurakoitsija. Projektierittelyn pääotsikot ovat:

1. Yleistä
2. Projektityyppi
3. Rakenteen tyyppi ja määrävä rakenneos
4. Kuvaus jokaisesta määrävästä rakenneosasta
5. Kuvaus jokaisen määrävän rakenneosan ympäristöstä
6. Kestävyys
- 7.-10. Maalausjärjestelmävaatimukset
11. Laadunhallinta
12. Tarkastus ja arviointi
13. Vertailualueet
14. Terveys, turvallisuus ja ympäristönsuojelu
15. Erikoisvaatimukset
16. Kokoukset
17. Dokumentointi

Suojamaaliyhdistelmän erittely

Suojamaaliyhdistelmän erittely esittää rakenteen pinnan esikäsittelyn ja rakenteelle levitettävän suojamaaliyhdistelmän projektierittelyn mukaisesti (**ks. lomake 184 ja 185**). Erittelyn laatija voi olla esim. maalin valmistaja ja pääotsikot ovat:

1. Yleistä (projektin, omistajan ja erittelyn laatijan nimet)
2. Teräksen viimeistely
3. Pinnan esikäsittely
4. Suojamaaliyhdistelmät
5. Maalin valmistaja
6. Maalituotteiden laadunvalvonta ja laadunvarmistus

Maalaustyöseloste

Maalaustyöselosteessa esitetään miten tulee maalata projektierittelyn vaatimusten mukaan. Selosteen laatija voi olla esim. maalausurakoitsija. Selosteen otsikot ovat:

1. Projektitiedot ja erittelyn laatija
2. Maalausurakoitsijat. Vaatimukset
3. Maalaustyön suunnittelu
4. Maalaustyö
5. Laadunvalvonta ja -varmistus

Tarpeen vaatiessa laaditaan erillinen tarkastus- ja arviointierittely, jossa selostetaan kuinka tarkastus ja arvioinnit on suoritettava.

Maalaukseen liittyviä standardeja löytyy kohdasta 11. STANDARDIEN NUMEROLUETTELO, (s.56).

3. Korroosionestomaalauksen suunnittelu

Hyvän korroosionestomaalauksen edellytykset

Teknisesti hyvä ja taloudellisesti edullinen korroosionestomaalaus edellyttää hyvää suunnittelua. Korroosionestomaalauksen suunnittelussa selvitetään maalattavan rakenteen kulku raaka-aineesta valmiiksi, toimivaksi rakenteeksi. Tästä syystä korroosionestomaalaus on otettava huomioon jo ryhdyttäessä suunnittelemaan uutta rakennetta. Korroosionestomaalaus suunnitelmaan kerätään tiedot kaikista niistä tekijöistä, jotka vaikuttavat maalauksen kestoikään, kuten

- rakenteen toiminta ja kestoikä
- rakenteen ympäristö- ja erikoisrasitukset
- rakenteen suunnittelu ja muotoilu
- pinnan puhdistus ja esikäsittely
- maalit
- maalauspaikka, -aika ja olosuhteet
- maalaustyön valvonta
- huoltomaalausmahdollisuudet

Maalaus suunnitelman perusteella tilaaja voi laatia maalauserittelyn. Maalauserittelyn perusteella laaditaan työseloste, jossa selostetaan millä tavalla saavutetaan toivottu korroosionestomaalauksen kestoikä.

Maalauserittelyn ja työselosteen laatimiseen saa apua korroosionestomaalausstandardeista. Standardien avulla voidaan yksiselitteisesti määritellä ympäristön rasitukset, teräspinnan tila ennen maalausta, esikäsittelyn laatuaste, maalaustyö, maalaustyön valvonta jne. Standardi ISO 12944-8 opastaa maalaustyön suunnittelussa ja maalauserittelyn laatimisessa.

Maalauksen huomioonottaminen teräsrakenteen suunnittelussa

Standardissa ISO 12944 annetaan ohjeita teräsrakenteen suunnittelijalle korroosionestomaalauksen asettamien vaatimusten huomioonottamiseksi rakenteen suunnittelussa.

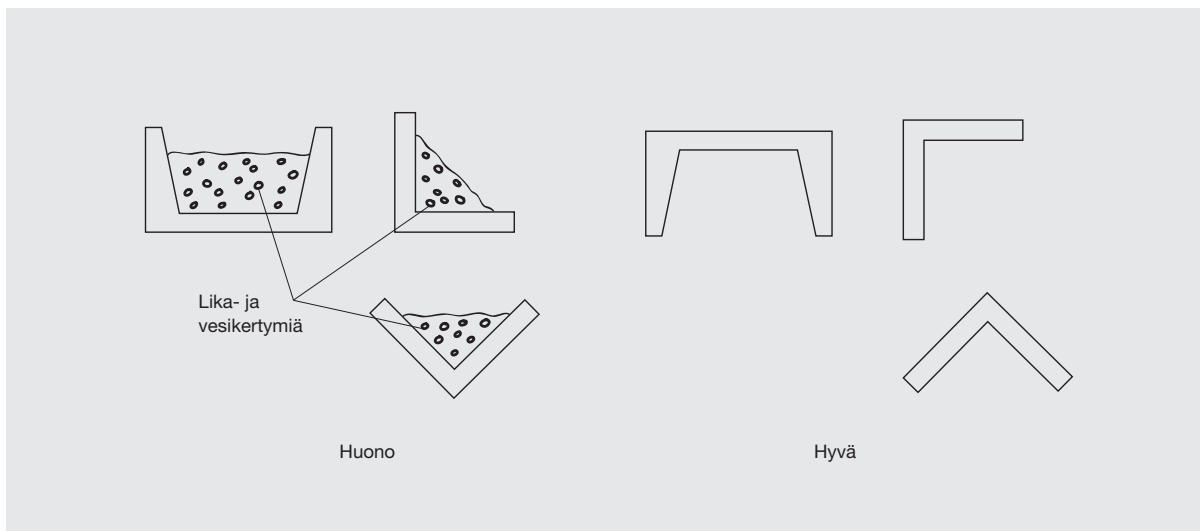
Korroosionesto alkaa siitä, että valitaan sopivat rakenneaineet ja määrätään ne toimenpiteet, joiden avulla aiotaan estää korroosiota. Rakenteen muoto ja sijainti vaikuttavat ratkaisevasti korroosionestomaalauksen suorittamiseen, tarkastukseen ja kunnossapitoon sekä maalauksen kestävyys ja kestoikään.

Rakenteen muotoilussa pyritään käyttämään korroosionkestävyyttä parantavia muotoja. Maalattavat pinnat tehdään mahdollisimman sileiksi välttäen maalausta vaikeuttavia teräviä kulmia. Rakenneosat sijoitetaan siten, että rakenne voidaan pitää puhtaana ja ja kuivana ja että pintaan satanut, roiskunut tai tiivistynyt vesi pääsee valumaan pois.

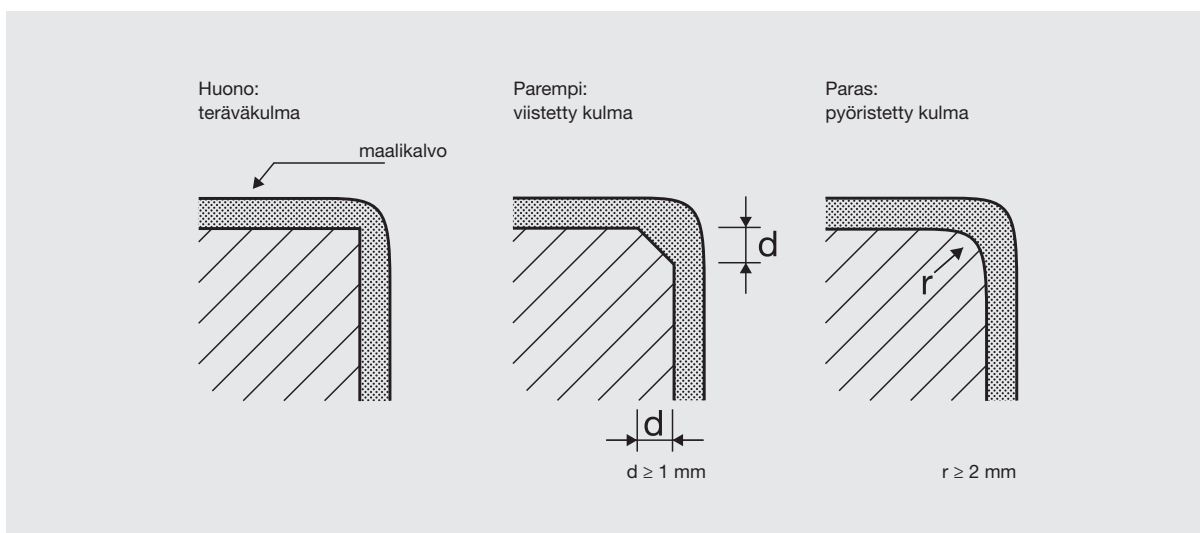
Hitsausliitokset suunnitellaan siten, ettei liitettävien kappaleiden väliin jää rakoja joita ei pysty maalaamaan. Katkohaite tulee välttää. Yhtenäinen hitsipalko rakenteessa ei jätä hankalasti maalattavia rakoja kuten katkohaite.

Niittiliitos sopii huonosti korroosionestomaalilla suojattavaan rakenteeseen.

Teräsrakenteen pinnan jokaisen kohdan tulee sijaita siten, että se voidaan esikäsitellä, maalata, tarkastaa ja huoltaa (ISO 12944-3, liite A). Maalattavan pinnan edessä tulee olla riittävä tila esikäsittely- ja maalauslaitteille. Pinnat, joita ei voida käsitellä kokoonpanon jälkeen ja jotka joutuvat korroosiorasitukseen, tulee maalata etukäteen tai valmistaa syöpymisen kestävästä aineesta.



Kuva 3.1 Vasemmalla esimerkkejä korroosionestomaalauksen kannalta huonoista rakenteista ja oikealla hyvistä ratkaisuista (ISO 12944-3).



Kuva 3.2 Maalauksen kannalta paras rakenne on pyöristetty kulma, sillä siinä maalikalvon paksuus on tasainen (standardi ISO 12944-3). Teräviä kulmia tulisi välttää.

Korroosionestomaalauksen suorituspaikan valinta

Maalauspaikan valintaan vaikuttavat maalattava kohde ja maalausjärjestelmä. Kun maalaus tapahtuu konepajalla tai sen yhteydessä olevassa maalaamossa tai maalaushallissa, puhutaan konepaja- tai maalausasemamaalauksesta. Kenttämaalauksessa rakenteet maalataan sijaintipaikalla. Vanhojen rakenteiden huoltomaalaus tapahtuu melkein aina kenttämaalauksena.

Mikäli mahdollista, korroosionestomaalaus tulisi tehdä valmiiksi maalaamo-olosuhteissa. Maalaamossa on mahdollista järjestää korroosionestomaalauksen kannalta edulliset olosuhteet ja siellä voidaan käyttää hyväksi kohteeseen parhaiten soveltuvia maalausjärjestelmiä ja suoritustapoja.

Asennus- ja sijaintipaikalla tapahtuva kenttämaalaus on vaikeaa ja rajoittaa maalausjärjestelmien valintaa. Tästä syystä tulisi kohteen asennus- ja kokoonpanotyötä suunnitella siten, ettei ainakaan kohteen koko tai muoto estä esikäsittelyn ja pohjamaalauksen suorittamista maalausasematyönä.

4. Maalattavan alustan esikäsittely

Esikäsittelymenetelmän sekä terästyön ja esikäsittelyn laatuasteen valinta

Esikäsittelymenetelmiä esitetään standardeissa ISO 8504 osissa 1-3 ja ISO 12944-4.

Valintaan vaikuttavat mm. seuraavat tekijät:

- käytännön suoritusmahdollisuudet
- pinnan tila ja kunto
- esikäsittelyn laatuastevaatimus
- esikäsitelläänkö koko pinta vai vain osa
- taloudelliset seikat
- erikoisvaatimukset

Esikäsittelyaste ja esikäsittelyn laatuaste valitaan maalausjärjestelmän mukaan. Maalausjärjestelmä valitaan kohteen suojausvaatimusten mukaisesti huomioon ottaen myös esikäsittely ja esikäsittelyolosuhteet.

Maaluserittelyssä valitaan terästyön ja esikäsittelyn laatuaste. Suihkupuhdistettujen ja konepajapohjamaalilla käsiteltyjen teräspintojen mekaaniset esikäsittelymenetelmät ja näiden *laatuasteet* kuvataan standardissa SFS 8145 (**ks. taulukot 4.4 ja 4.5**) ja standardissa ISO 8501-3.

Standardin SFS 8145 liitteenä on 23 esimerkkivalokuvaa laatuasteista pintojen visuaalista arvostelua varten.

Määriteltäessä pelkästään terästyön esikäsittelyn laatua, on mahdollista käyttää vain taulukon alkuosaa: TERÄS-TYÖ. Esim.: Terästyö tehdään SFS 8145/terästyö esikäsittelyn laatuasteen 04 mukaisesti (**ks. taulukko 4.4**).

Rasvan ja lian poisto

Ruosteenpoistoa ja maalausta vaikeuttavat epäpuhtaudet poistetaan lian- ja rasvanpoistomenetelmin (ISO 12944-4). Lian- ja rasvanpoistomenetelmä valitaan pinnan epäpuhtauksien perusteella ja käytännön suoritusmahdollisuuksien mukaan.

Kiinteät epäpuhtaudet kuten jää-, laasti- ja maalijätteet poistetaan hakkaamalla, kaapimalla tai harjaamalla.

Suolat ja muut vesiliukoiset epäpuhtaudet poistetaan vesipesulla harjaten, suurpaine-, höyry- tai alkalipesulla.

Rasvat ja öljyt poistetaan alkali-, emulsio- tai liuotepesulla. Alkali- ja emulsiopesun jälkeen pinnat huuhdellaan puhtaaksi vedellä.

Ruosteenpoisto

Ruosteenpoistossa poistetaan metallin pinnasta valssihilse ja ruoste. Ruosteenpoistomenetelmät jaetaan mekaanisiin, termisiin ja kemiallisiin menetelmiin.

Mekaaniset puhdistusmenetelmät ovat teräsharjaus ja suihkupuhdistus ja niitä käsitellään standardissa ISO 8504.

Teräsharjaus (St) tehdään käsityökaluilla tai koneellisesti harjaamalla tai hiomalla (ISO 8504-3).

Suihkupuhdistuksessa (Sa) raemateriaali suihkutetaan puhdistettavalle pinnalle paineilmaa, painevettä tai sinkopyörää käyttäen (ISO 8504-2).

Vesisuihkupuhdistuksessa (Wa) vettä suihkutetaan suurella yli 70 MPa paineella puhdistettavalle pinnalle. Vesisuihkupuhdistus perustuu veden iskuenergiaan pintaa vastaan. Vesisuihkupuhdistuksessa ei käytetä rakeita (ISO 8501-4 ja SSPC VIC-4).

Termisenä menetelmänä käytetään *liekkipuhdistusta*, jossa happi-asetyleeniliikkiä käyttäen irrotetaan teräspinnasta vanha maalikerros, valssihilse ja ruoste. Tämän jälkeen pinta teräsharjataan ISO 8501-1.

Kemiallisessa ruosteenpoistossa eli *happopeittauksessa* valssihilse ja ruoste liuotetaan sopivaan happoon tai happoseokseen.

Teräspinnan puhtauden ja pintaprofiilin tarkastelu ja arviointi

Teräspinnan tila ennen puhdistusta voidaan ilmaista *ruostumisasteena*. Puhdistetun pinnan tila ilmaistaan *esikäsittelyasteena* tai *esikäsittelyn laatuasteena*.

Ruostumisasteet

Kuumavalssatun teräksen pinnassa on *valssihilsekerros*, joka syntyy terästä valssattaessa. *Ruostetta* esiintyy teräspinnalla erilaisia määriä sen mukaan kuinka kauan ja missä olosuhteissa teräs on ollut suojaamattomana.

Maalaamattoman teräspinnan ruostumisaste vaikuttaa ruosteenpoistomenetelmän valintaan, puhdistuskustannuksiin ja maalauksen kestävyYTEEN. Standardi SFS-ISO 8501-1 määrittelee kuumavalssatulle teräkselle neljä *ruostumisastetta*. Ruostumisasteet, jotka merkitään A, B, C ja D määrittellään sanallisesti yhdessä asiaa selventävien esimerkkivalokuvien kanssa. Valokuvissa A on teräspinta, jota laajalti peittää hyvin kiinni oleva valssihilsekerros ja ruostetta on hyvin vähän tai ei lainkaan. B on teräspinta, jolla on alkavaa ruostumista ja jolta valssihilsekerros on alkanut irrota. C on teräspinta, jolta valssihilse on ruostunut pois tai jolta se voidaan kaapia, ja jossa paljain silmin tarkasteltaessa on havaittavissa vähäistä kuoppakorroosiota. D on teräspinta, jolta valssihilsekerros on ruostunut pois ja jossa paljain silmin tarkasteltaessa on havaittavissa yleistä kuoppakorroosiota.

Esikäsittelyasteet

Standardissa SFS-ISO 8501-1 määrittellään esikäsittelyasteet kuvaamalla sanallisesti pinnan ulkonäkö puhdistuksen jälkeen yhdessä asiaa selventävien esimerkkivalokuvien kanssa.

Käsityökaluilla tai koneellisesti tehty pinnan esikäsittely - kaavinta, teräsharjaus, koneellinen harjaus tai hionta - merkitään "St". Tunnuksen jälkeinen numero kuvaa puhdistusastetta valssihilseestä, ruosteesta tai aikaisemmas-ta maalista. Teräsharjauksen tavallisimmat esikäsittelyasteet ovat St 2 ja St 3. Esim:

St 2 = Huolellinen käsityökaluilla tai koneellisesti tehty puhdistus.

Paljain silmin tarkasteltaessa pinnassa ei saa olla pölyä, rasvaa ja likaa, ei myöskään heikosti kiinni olevaa valssihilsettä, ruostetta, maalia eikä vieraita aineita. Katso standardista valokuvat BSt 2, CSt 2 ja DSt 2.

Suihkupuhdistuksella suoritettu pinnan esikäsittely merkitään kirjaimilla "Sa". Suihkupuhdistuksen esikäsittelyasteet ovat Sa 1, Sa 2, Sa 2½ ja Sa 3. Esim:

Sa 2½ = Hyvin huolellinen suihkupuhdistus. Paljain silmin tarkasteltaessa pinnalla ei saa olla näkyvää öljyä, rasvaa tai likaa eikä valssihilsettä, ruostetta, maalia tai vieraita aineita. Pinnalle jäävien epäpuhtauksien tulee olla hyvin kiinni alustassa. Katso standardista SFS-ISO 8501-1 valokuvat ASa 2½, BSa 2½, CSa 2½ ja DSa 2½.

Termi "vieras aine" tarkoittaa esimerkiksi vesiliukoisia suoloja ja hitsausainejäämiä. Näitä epäpuhtauksia ei voida kokonaan poistaa kuivalla suihkupuhdistuksella. Standardissa SFS-ISO 8502 selostetaan testimenetelmiä, joilla voidaan todeta vesiliukoisia rautasuoloja ja klorideja, pölyä ja kondenssia.

Vesisuihkupuhdistus on pinnanpuhdistusmenetelmä, jossa käytetään vain korkeapaineista vettä. Vesisuihkupuhdistus perustuu veden iskuenergiaan pintaa vastaan.

Vesisuihkupuhdistuksen etuihin luetaan:

- ei kiinteää puhallusraetta eikä siitä syntyvää pölyä
- poistaa liukenevat suolat
- poistaa öljyn ja rasvan
- ei jätä rakeita eikä pölyä pintaan
- muita töitä voidaan tehdä samanaikaisesti lähiympäristössä

Menetelmän haittoja ovat:

- ei poista valssihilsettä
- ei jätä profiilia

Seuraavat vesisuihkupuhdistusmenetelmät ovat yleisesti käytössä:

- korkeapainevesisuihkupuhdistus (34 MPa – 70 MPa)
- erittäin korkeapaineinen vesisuihkupuhdistus (yli 70 MPa)

Määriteltäessä ruostumisastetta kirjataan huonoin esiintyvä ruostumisaste. Määriteltäessä esikäsittelyastetta kirjataan se aste, joka ulkonäöltään lähinnä muistuttaa arvosteltavaa teräspintaa.

Kun maalaus tehdään paikkausmaalauksena ja vain osa pintaa esikäsitellään, voidaan esikäsittelyasteen merkin nään eteen panna kirjain P merkiksi siitä, että esikäsittely on tehty paikallisesti, esim. PSa 2½, pinta on paikallisesti puhdistettu esikäsittelyasteeseen Sa 2½, ISO 8501-2.

Suihkupuhdistetun teräspinnan pintaprofiilin arviointi

Pintaprofiili on pinnan mikrokaraisuus, joka yleensä ilmoitetaan päähuippujen korkeuden suhteena päälaaksoihin (ISO 8503-1).

Käytetystä suihkupuhdistusmenetelmästä ja -rakeesta riippumatta suihkupuhdistetussa pinnassa on satunnaisia, vaikeasti määriteltäviä epäsäännöllisyyksiä huippujen ja laaksojen muodossa. Tämän vuoksi on tultu siihen johtopäätökseen, ettei ole olemassa menetelmää, joka antaisi tarkat pintaprofiilin arvot tällaiselle pinnalle. Pintaprofiilia suositetaan kuvattavan sanoilla ”pyöreä” (shot), kun on käytetty pyöreää suihkupuhdistusraetta tai ”terävä” (grit), kun on käytetty särmikästä raetta.

Pintaprofiili luokitellaan standardissa ISO 8503-1:

- hienoon profiili vastaa osa-aluetta 1:stä 2:een, ei kuitenkaan 2
- keskikarheaan profiili vastaa osa-aluetta 2:sta 3:een, ei kuitenkaan 3
- karheaan profiili vastaa osa-aluetta 3:sta 4:ään, ei kuitenkaan 4

Standardi ISO 8503-2 määrittelee vaatimukset *ISO-pintaprofiilivertailukappaleille*, jotka on tarkoitettu suihkupuhdistetun teräspinnan silmämääräiseen tai kosketukseen perustuvaan vertailuun (**kuva 4.1**) kun suihkupuhdistus on suoritettu joko pyöreillä (S = shot) tai särmikkäillä (G = grit) rakeilla.

Arvioitavalta pinnalta poistetaan kaikki pöly ja roskat. Valitaan sopiva pintaprofiilivertailukappale G tai S ja asetetaan se pintaa vasten. Vertaillaan pintaa vuorotellen vertailukappaleen jokaisen osa-alueen kanssa. Määritellään ne kaksi osa-aluetta, joiden väliin testattava pinta jää ja ilmoitetaan sopivin laatumäärein: ”hieno”, ”keskikarhea” tai ”karhea”.

Pintaprofiilin arvioinnista mikroskooppimenetelmällä ja mittauskärkimenetelmällä on kerrottu standardeissa SFS-ISO 8503-3 ja 8503-4.

Lisäksi käytössä on myös muita pintaprofiilin arviointimenetelmiä, kuten ’mittakellomenetelmä’ (Dial Gauge method) ja ’teippimenetelmä’ (Replica tape).

Vesisuihkupuhdistuksella ei aikaansaada pintaprofiilia.



Kuva 4.1 ISO-pintaprofiilivertailukappaleet ISO 8503-1 ja ISO 8503-2 standardin mukaiseen testaukseen.

Taulukko 4.1 Nimellisarvot ja poikkeamat ISO-pintaprofiilivertailukappaleen eri osa-alueiden pintaprofiileille.

a) Särmikkäällä rakeilla suihkupuhdistettu teräksinen vertailukappale "G".			b) Pyöreillä rakeilla suihkupuhdistettu teräksinen vertailukappale "S".		
Osa-alue	Karheuden nimellisarvo, $Ry5$	Suurin sallittu poikkeama	Osa-alue	Karheuden nimellisarvo, $Ry5$	Suurin sallittu poikkeama
1	25 μm	3 μm	1	25 μm	3 μm
2	60 μm	10 μm	2	40 μm	5 μm
3	100 μm	15 μm	3	70 μm	10 μm
4	150 μm	20 μm	4	100 μm	15 μm

Konepajapohjakäsittely eli prefabrication primer -käsittely

Maalauksen kestävyys kannalta pinnan esikäsittely ja maalaus olisi edullisinta suorittaa valmiissa rakenteessa. Tämä ei kuitenkaan aina ole mahdollista tai esikäsittely tulee kovin kalliiksi. Tästä syystä valssihilse ja ruoste poistetaan teräslevystä ja -palkista jo ennen konepajavaihetta. Tällöin ruosteenpoisto tapahtuu automaattisissa sinkopuhdistuslaitteissa ja puhdistuskustannukset ovat alhaiset.

Vastapuhdistettu teräspinta suojataan erikoismaalilla, jota nimitetään *konepajapohjamaaliksi* eli *prefabrication primeriksi*. Aikaisemmin konepajapohjamaalia kutsuttiin shopprimeriksi, mikä nykyisin tarkoittaa ensimmäistä, myöhemmin ylimaalattavaa pohjamaalia. Konepajapohjakäsittelyn tarkoituksena on suojata puhdistettua teräspintaa tilapäisesti kuljetuksen ja rakenteen eri valmistusvaiheiden aikana, kunnes lopullinen korroosionestomaalaus voidaan suorittaa.

Konepajapohjamaalilla tulee olla seuraavat ominaisuudet (ISO 12944-5, liite B):

- sen tulee soveltua levitettäväksi pintakäsittelyautomaatilla
- sen tulee levitä tasaiseksi hyvin peittäväksi kerrokseksi
- sen tulee soveltua hyvin jatkomaalaukseen
- sen tulee kuivua niin nopeasti, että kappaleita voidaan pian maalauksen jälkeen käsitellä
- sen tulee suojata teräspintaa rajoitetun ajan
- hitsaus ja polttoleikkaus eivät saa merkittävästi vaikeutua kalvon takia
- hitsattaessa tai leikattaessa syntyneitten kaasujen ja höyryjen pitoisuudet eivät saa ylittää työympäristön altistusrajoja.

Konepajapohjamaalin valinnassa otetaan huomioon päälle tuleva maaliyhdistelmä, suojausaikainen rasite sekä valmiiksi maalatun rakenteen rasitukset. Tavallisimmat konepajapohjamaalityypit ja niiden merkinnät ovat:

	SFS-EN10238
epoksi	EPF
polyvinyylibutyaali	PVBF
akryyli	AYF
sinkkisilikaatti	ESIZ
sinkkiepoksi	EPZ

Sinkkisilikaatti- ja sinkkiepoksikonepajapohjamaalit soveltuvat käytettäväksi erityisesti silloin, kun teräs joutuu olemaan ulkona kauan ennen jatkomaalausta, kun rakenne joutuu voimakkaaseen säärasitukseen ja kun jatkomaalaus tapahtuu sinkkipölymaalilla (**ks. taulukko 4.2**). Standardi SFS-EN 10238 antaa ohjeet konepajapohjamaalin kalvonpaksuuden mittauksesta.

Konepajapohjamaalauksessa tulee pyrkiä tasaiseen kalvonpaksuuteen. Paras tulos saadaan automaattiruiskulla.

Maalien tuoteselosteissa ja maalausjärjestelmäselosteissa ilmoitetaan minkä tyyppinen konepajapohjamaali soveltuu ko. tapauksiin. Eri konepajapohjamaalityyppien vertailua on **taulukoissa 4.2 ja 4.3**.

Sinkittyjen pintojen esikäsittely

Sinkki, jota käytetään yleisesti ns. sinkityksessä teräspinnan korroosionestopinnoitteena, eroaa monilta ominaisuuksiltaan teräksestä. Eroavaisuudet on otettava huomioon pinnan esikäsittelyssä ja maalausjärjestelmän rakenteessa sekä sen käyttökohteissa.

Ennen monissa tapauksissa suositeltavaa sinkityn pinnan karhentamista mekaanisin menetelmin, maalattavilta pinnoilta tulee poistaa esikäsittelyä ja maalausta vaikeuttavat epäpuhtaudet sekä vesiliukoiset suolat lian- ja rasvanpoistomenetelmin, ks. ISO 12944-4.

Erilaiset kuumasinkityt rakenteet tulee esikäsitellä em. puhdistuksen lisäksi seuraavasti:

- Ilmastorasitukseen tulevat kuumasinkityt teräsrakenteet pyyhkäisysuihkupuhdistetaan siten, että pinta muokautuu kauttaaltaan himmeäksi. Sopivia puhdistusmateriaaleja ovat esim. alumiinioksidi, luonnonhiekkia ja kvartsi. Uputusrasitukseen joutuviin sinkittyihin rakenteisiin ei maalausta suositella.
- Uudet sinkityt ohutlevyrakenteet käsitellään kevyellä suihkupuhdistuksella. Himmeiksi ilmastoituneiden pintojen esikäsittelyksi riittää emulgoiva alkaalinen pesu ja huuhtelu makealla vedellä.

Sinkkipölymaalipinnat esikäsitellään ennen ylimaalausta tuotteiden tuoteselosteiden mukaan.

Kemialliset esikäsittelyt ja tartuntapohjamaalaus

Tavallisimmat kemialliset esikäsittelyt puhtaalle metallipinnalle ovat fosfatoiointi, kromatoiointi, kromaattittomat esikäsittelyt, alumiinin anodisointi, peittäus sekä tartuntapohjamaalaus. Nämä käsittelyt edistävät maalin tarttuvuutta metallin pintaan ja hidastavat maalikalvon alla tapahtuvaa korroosiota.

Rauta- ja sinkkifosfatoiointi soveltuvat käytettäväksi teräs-, sinkki- ja alumiinipinnoille. Fosfatoiointia käytetään pääasiassa ohutlevytuotteille, varsinkin polttomaalauksen esikäsitteilynä. Fosfatoiinnissa muodostetaan maalattavalle metallipinnalle kiinteästi tarttuva, ohut, hienokiteinen fosfaattikerros. Puhdistetut metallikappaleet käsitellään fosfatoiintiliuoksella joko upottamalla, suihkuttamalla tai sivelemällä.

Kromatoiointia käytetään kevytmetallien sekä sinkittyjen pintojen esikäsittelymenetelmänä. Puhdistetut metallikappaleet käsitellään kromatoiintiliuoksella kemikaalien toimittajien ohjeiden mukaisesti.

Kromaattivapaat esikäsittelyt, kuten silaanikäsitteily, ovat yksinkertaisia ja ympäristöystävällisiä menetelmiä. Edellä mainituista syistä yhä useammat maalaamot valitsevat ko. esikäsittelymenetelmiä. Kromaattivapaat esikäsittelyt soveltuvat kylmälässatulle teräkselle sekä sinkki- ja alumiinipinnalle.

Anodisointi on alumiinin sähkökemiallinen esikäsittelymenetelmä. Kappale upotetaan anodisointiliuokseen, jossa sähkövirran avulla sen pinnalle muodostuu suojaava oksidikerros. Oksidikerros kestää hyvin kulutusta ja antaa erinomaisen korroosiosuojan. Alumiinin anodisointi on esimerkiksi jauhemaalauksessa yleisesti käytetty esikäsittelymenetelmä.

Peittäus soveltuu teräs-, sinkki-, alumiini-, lyijy- ja kuparipinnoille sekä ruostumattomalle teräkselle. Peittäus voidaan suorittaa sähkökemiallisesti, sivellinpeittauksena, uppopeittauksena tai ruiskupeittauksena.

Tartuntapohjamaalit ovat yleensä kaksikomponenttisia, fosforihappoa tai erikoiskovettajia ja -pigmenttejä sisältäviä polyvinyylibutyyraali- tai epoksimaaleja. Tartuntapohjamaalauksessa metallipinnalle muodostuu ohut maalin tartuntaa edistävä maalikalvo.

Taulukko 4.2 Konepajapohjamaalien yhteensopivuus maaliyhdistelmien kanssa (standardi ISO 12944-5).

Konepajapohjamaali		Yleisten konepajapohjamaalien yhteensopivuus maaliyhdistelmien pohjamaalien kanssa ¹⁾						
Sideainetyyppi	Korroosion-estopigmentti	Alkydi	Kloori-kautsu	Vinyyli/PVC	Akryyli	Epoksi ²⁾	Polyuretaani	Silikaatti/sinkkipöly
1. Alkydi	Sekalainen	+	–	–	+	–	–	–
2. Polyvinyyli-butyraali	Sekalainen	+	+	+	+	–	–	–
3. Epoksi	Sekalainen	+	+	+	+	+	+	–
4. Epoksi	Sinkkipöly	–	+	+	+	+	+	–
5. Silikaatti	Sinkkipöly	–	+	+	+	+	+	+ ³⁾
6. Akryyli (vesiohenteinen)	Sekalainen	–	+	–	+	–	+	–

+ = Yhteensopiva
 – = Ei yhteensopiva

¹⁾ Maalien koostumukset vaihtelevat. Yhteensopivuuden tarkistamista maalin valmistajalta suositellaan.

²⁾ Mukaan lukien epoksiyhdistelmät, esim. kivihiilitervaepoksi

³⁾ Pyyhkäisysoikeuspuhdistus

Taulukko 4.3 Konepajapohjamaalien soveltuvuus erilaisiin rasitusolosuhteisiin yhdessä vastaavan maaliyhdistelmän kanssa (standardi ISO 12944-5).

Konepajapohjamaali		Soveltuvuus rasitusolosuhteisiin ¹⁾					Upotus	
Sideainetyyppi	Korroosion-estopigmentti	C2	C3	C4	C5-I	C5-M	Ilman katodista suojausta	Katodisella suojauksella
1. Alkydi	Sekalainen	+	+	+	–	–	–	–
2. Polyvinyyli-butyraali	Sekalainen	+	+	+	–	–	–	–
3. Epoksi	Sekalainen	+	+	+	+	+	+	–
4. Epoksi	Sinkkipöly	+	+	+	+	+	+	–
5. Silikaatti	Sinkkipöly	+	+	+	+	+	+	+
6. Akryyli (vesiohenteinen)	Sekalainen	+	+	+	–	–	–	–

+ = Sopiva
 – = Ei soveltu

¹⁾ Maalien koostumukset vaihtelevat. Soveltuvuuden tarkistamista maalin valmistajalta suositellaan.

Taulukko 4.4 Terästyön edellyttämät toimenpiteet ja laatuasteet (SFS 8145).

Kohde	Nro	Toimenpide	Esikäsittelyn laatuaste					
TERÄSTYÖ			1	2	3	4	5	6
Hitsausliitokset	1	Hitsauskuona poistetaan						
	2	Hitsauslangan pätkät poistetaan						
	3	Kaapimella irtoavat hitsausroiskeet poistetaan						
	4	Hitsausroiskeet poistetaan						
	5	Avohuukokset korjataan						
	6	Reunahaavat korjataan						
	7	Terävät huiput pyöristetään						
Leikkauspinnat	8	Kaapimella irtoava purse ja jäyste poistetaan						
	9	Terävät reunat ja huiput poistetaan						
Viat teräspinnassa	10	Polttohaavat korjataan						
	11	Terävät pintaviat korjataan						

Taulukko 4.5 Puhdistuksen toimenpiteet ja laatuasteet (SFS 8145)

PUHDISTUS			1	2	3	4	5	6
Maalattavat alueet	1	Rasvan, öljyn, pölyn, suolojen ja roskien poisto						
Hitsausliitokset ja ilman konepajapohjaa olevat alueet	2	Kevyt teräsharjaus						
	3	Teräsharjaus						
	4	Teräsharjaus (vain työselosteessa mainituissa erityiskohteissa)						
	5	Kevyt suihkupuhdistus						
	6	Huolellinen suihkupuhdistus						
	7	Hyvin huolellinen suihkupuhdistus						
Konepajapohjapintojen suihkupuhdistus	8	Kevyesti						
	9	Huolellisesti						
	10	Hyvin huolellisesti						
Vain työselosteessa mainituissa erityiskohteissa	11	Suihkupuhdistus metallinpuhtaaksi						

5. Korroosionestomaalit

Maalin koostumus

Maalit koostuvat pääsääntöisesti sideaineista, pigmenteistä, täyteaineista, liuotteista ja apuaineista.

Sideaineet

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 lakkahartseja, joista muodostuu polymeerejä maalin kuivuessa. Synteettiset polymeerit ja hartsit muodostavat tärkeimmän ryhmän. Sideaineen kuivumistavan perusteella maalit jaetaan palautettaviin (Reversible coatings) eli fysikaalisesti kuivuviin maaleihin ja palautumattomiin maaleihin (Irreversible coatings). Palautumattomat maalit jaetaan edelleen ilmakehään kuivuviin, vesiohenteisiin dispersiomaaleihin ja kemiallisesti kuivuviin maaleihin. Maaleja nimetään sideaineen mukaan, esim. alkydi-, epoksi-, kloorikautsu-, polyuretaani-, akryyli- tai vinyylimaleiksi.

Pigmentit ja täyteaineet

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

Täyteaineet vaikuttavat maalikalvossa moniin ominaisuuksiin kuten kestävyYTEEN, kiiltoon ja siveltävyyteen. Ne myös tiivistävät kalvoa.

Liuotteet

Liuotteen tehtävänä maalissa on liuottaa kiinteät lakkahartsit ja polymeerit sekä alentaa sideaineen viskositeettia. Vesiohenteisissa maaleissa liuottimia käytetään myös kalvonmuodostajina.

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.

Liuotteen leimahduspisteen mukaan maalit jaetaan seuraaviin palavien nesteiden luokkiin:

Erittäin helposti syttyvä (symboli F+):

leimahduspiste < 0 °C ja kiehumispiste < 35 °C

Helposti syttyvä (symboli F):

leimahduspiste 0 – 21 °C

Syttyvä: (ei symbolia)

leimahduspiste 21 – 55 °C.

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.

EU:n antama CLP-asetus 1272/2008 määrittelee liuottimien luokituskriteerit uudella tavalla. Asetus astuu voimaan asteittain v. 2010 ja 2015.

Osa maaleissa käytettävistä liuotteista luokitellaan haihtuviksi orgaanisiksi yhdisteiksi, joista käytetään lyhennettä VOC (Volatile Organic Compound).

Ohenne

Ohenne on maaliin sen ohentamiseksi lisätty haihtuva neste, joka voi olla liuote (liuoteohenteiset maalit) tai vesi (vesiohenteiset maalit).

Maaleja ohennettaessa on aina noudatettava maalinvalmistajan antamia ohjeita.

Apuaineet

Maalit sisältävät yleensä useita apuaineita pieninä määrinä. Apuaineet ovat tarpeen maalien varastointikestävyyden ja tarpeellisten levitys- ja kuivumisominaisuuksien aikaansaamiseksi. Muun muassa vesiohenteisissa maaleissa apuaineiden käyttö on erityisen tärkeää.

Maalityypit

Maaleja voidaan ryhmitellä monella tavalla, esim.

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

Palautettavissa olevat (Reversiibelit) pinnoitteet

Palautettavissa olevien pinnoitteiden (ennen nimellä fysikaalisesti kuivuvat maalit) sideaine on valmis polymeeri. Kalvo muodostuu ilman kemiallisia reaktioita kun sideaineen molekyylit tarttuvat toisiinsa maalin haihtuvan komponentin haihduttua kalvosta, tai kun sulatettu kalvo jäähtyy. Kalvo voidaan liuottaa alkuperäiseen liuottimeensa milloin tahansa.

Tässä käsikirjassa esiintyvien maalityyppien lyhenteet ovat standardin ISO 12944-5 mukaisia.

Kloorikautsumaalit CR

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

Akryylimaalit AY

Akryylimaalien sideaineena käytetään akryylikopolymeerin ja sopivan pehmittimen seosta. Akryylimaaleja käytetään pohja-, väli- ja pintamaaleina säänkestävissä maalausjärjestelmissä.

Vinyylimaalit PVC

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

Palautumattomat maalit (Irreversible coatings)

Maalikalvo kuivuu aluksi fysikaalisesti liuottimien haihtuessa (mikäli maali sisältää liuottimia), jonka jälkeen seuraa joko kemiallinen reaktio tai sideainepartikkeleiden yhteensulautuminen (vesiohenteiset dispersiomaalit). Prosessi on palautumaton (irreversiibeli) eli kalvoa ei voi liuottaa alkuperäiseen liuottimeensa tai liuotteettoman maalin osalta kyseiselle maalityypille ominaiseen liuottimeen.

Ilmakuivuvat maalit (hapettuen kuivuvat)

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

Alkydimaalit AK

Alkydimaalien 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 ympäristöraitusluokissa C1-C4.

Vesiohenteiset dispersiomaalit (yksikomponenttiset)

Vesiohenteisten dispersiomaalien sideaineena on polymeeri, joka on dispergoituneena vedessä hyvin pieninä palloina ($\varnothing$ 0,05–0,25 μm). Veden haihduttua kalvosta polymeeripallot sulautuvat yhteen, jolloin muodostuu yhtenäinen kalvo. Kuivumisprosessi on palautumaton (Irreversibeli); maalikalvo ei ole uudelleendispergoituva eikä liukene veteen kuivumisen jälkeen.

Metallipinnoille tarkoitetuissa maaleissa on korroosionestopigmenttejä ja -inhibiittejä. Polymeerinä käytetään tavallisesti akryylihartseja (AY), vinyylipolymeerejä (PVC) tai polyuretaaneja (PUR).

Dispersiomaalikalvon säänkestävyys on hyvä. Kalvo on termoplastinen ja sillä on hyvä liuottimen ja vedenkesto.

Kemiallisesti kuivuvat maalit

Kemiallisesti kuivuvien maalien kalvonmuodostus tapahtuu reaktiossa, jossa nestemäinen tai muuten pieni-molekyylinen lakkaharts verkkoituu ja sen molekyyl koko kasvaa. Verkkoutunut maalikalvo ei enää liukene uudestaan maalin liuotteisiin eikä oleellisesti pehmene lämmössä.

Kaksikomponenttimaaleissa tapahtuu maalin komponenttien, muoviosan ja kovetteen välinen verkkoutumisreaktio.

Kaksikomponenttiset epoksimaalit EP

Kaksikomponenttiset epoksimaalit ovat maaleja, joissa epoksiharts verkkoitetaan amiinilla. Komponenttien sekoittamisen jälkeen maaliseoksella on rajoitettu käyttöaika (pot life). Maalikalvon muodostuminen edellyttää yleensä vähintään +10 °C:n lämpötilaa. Lämpötila voi olla myös alempi käytettäessä erikoiskovetetta.

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 liiuuntuu nopeasti UV-valon vaikutuksesta.

Epoksimaaleja on liuotinohteisia, vesiohenteisia ja liuotteettomia. Liuotteettomien ja niukkaliuotteisten epoksipinnoitteiden sideaineena on nestemäinen epoksiharts ja kovete. Pinnoitteilla on lyhyt käyttöaika. Ne levitetään yleensä kaksikomponenttiruiskulla. Kertakäsittelyllä saavutetaan 250–1000: μm :n kuivakalvo. Lasihiutalevahvistetuista epoksipinnoitteista käytetään lyhennettä EPGF.

Epoksikombinaatiot (EPC = epoxy combinations) voivat olla modifioituja esim. hiilivetyhartsilla, kivihiilitervalla, akryyliillä tai vinyylillä. Kivihiilitervaepoksimaaleja käytetään upotusrasituksessa maan- ja vedenalaisissa kohteissa.

Kaksikomponenttiset polyuretaanimaalit PUR

Polyuretaanimaalit ovat kaksikomponenttisiä maaleja. Sideaineena käytetään hydroksyyliyhmiä sisältävää hartsia eli polyolia kuten esim. akryyli- tai polyesterihartsia.

Kun kovetteena käytetään alifaattista isosyanaattiyhdistettä, saavutetaan erinomainen kiillon ja värisävyn kestävyys ulkona.

Aromaattista isosyanaattia käytettäessä saavutetaan nopea kuivuminen ja parempi kemikaalinkesto, mutta maalikalvo kellastuu ja liituaa UV-valon vaikutuksesta.

Maalikalvon muodostuminen tapahtuu yli 0 °C:n lämpötilassa.

Polyuretaanikombinaatiot (PURC = polyurethane combinations) voivat olla modifioituja esim. hiilivetyhartsilla tai kivihiilitervalla. Niitä käytetään upotusrasituksessa maan- ja vedenalaisissa kohteissa.

Oksiraaniesterimaalit (kansallinen lyhenne OX)

Oksiraaniesterimaalit ovat liuotehenteisiä, korkean kuiva-ainepitoisuuden omaavia maaleja. Kaksikomponenttisen oksiraaniesterimaalin sideaineena käytetään oksiraaniryhmiä sisältävää öljyä, jonka kovettamiseen käytetään karboksyylihapporyhmiä sisältävää hartsia. Kalvo kovettuu hitaasti huoneenlämmössä ja siksi kuivumista yleensä nopeutetaan kovettamalla kalvo +60 – +150 °C:n lämpötilassa.

Oksiraaniesterimaali tarttuu hyvin teräspinnalle ja se soveltuu pohjamaalin kanssa myös muille metallipinnoille. Oksiraaniesterimaalin kemikaalin- ja säänkestävyys on melko hyvä. Kalvo on joustava ja se kestää iskuja.

Suoraan metallipinnalle maalattava oksiraaniesterimaali on yleensä korroosionestopigmentoitu.

Kosteuskovettuvat maalit

Kalvo muodostuu liuottimien haihtuessa. Kemiallinen verkkoutuminen tapahtuu sideaineen ja ilmassa olevan kosteuden vaikutuksesta.

Kosteuskovettuvat polyuretaanimaalit

Verkkoutuminen tapahtuu vielä 0 °C:ssa tai jopa sitä alhaisemmissa lämpötiloissa edellyttäen, että ilmassa on kosteutta.

Sinkkisilikaattimaalit ESI (1- tai 2-komponenttinen etyylisilikaatti)

Sinkkisilikaattimaalin sideaineena käytetään orgaanista silikaattia ja pigmenttinä sinkkijauhetta.

Sinkkisilikaattimaalit kestävät hyvin korkeita lämpötiloja, mekaanista rasitusta ja neutraaleja liuotteita. Soveltuu pohjamaaliksi ympäristörasitusluokissa C4, C5-I ja C5-M.

Polttomaalit

Polttomaalien kalvonmuodostus tapahtuu korotetussa lämpötilassa (+120 – +180 °C), jolloin sideaineen komponentit reagoivat keskenään.

Alkydipolttomaalit

Sideaineena käytetään lyhytöljyistä alkydi- ja aminohartsia.

Polyesteripolttomaalit

Sideaineena käytetään polyesteriä ja aminohartsia.

Jauhemaalit

Jauhemaalit ovat jauheen muodossa olevia maaleja. Kemiallisesti kovettuvien jauhemaalien sideaineena käytetään epoksia, polyesteriä ja polyuretaania. Jauhe levitetään yleensä sähköstaattisella ruiskulla. Lopullinen kalvo muodostuu polttouunissa, jossa jauhe sulaa ja polymeroituu maalikalvoksi +140 – +200 °C:n lämpötilassa (5–20 min).

Coil coatings

Coil coating -tuotteet ovat jatkuvatoimisella maalipinnoituslinjalla maalattavia uunikovetteisia pinnoitteita. Maalattava materiaali on ohutlevyä; kylmävalssattua terästä (CRS), kuumasinkittyä terästä (HDG) tai alumiinia. Yleensä maalataan ns. kaksikerrossysteemillä, joka käsittää pohjamaalin ja pintamaalin. Tavallisimmin käytetyt sideaineet ovat polyesteri (PE), polyuretaani (PUR) ja PVDF eli PVF2. Levyn taustapuoli maalataan yleensä epoksitaustamaalilla. Pinnoitteille on ominaista hyvä säänkestävyys ja muokattavuus (esim. profiloidut peltikattolevyt).

6. Maalausjärjestelmät

Maalausjärjestelmä muodostuu maalattavasta alustasta, alustan esikäsittelystä ja alustan suojaukseen käytettyjen maalien muodostamasta maalikalvosta. Maalausjärjestelmään saattaa kuulua vain yksi maali, jota maalataan yhteen tai useampaan kertaan, kunnes saadaan riittävän paksu maalikalvo. Maalausjärjestelmään kuuluu tavalisesti kuitenkin useampia maaleja, joilla on toisiaan täydentäviä tehtäviä. Käyttöjärjestyksen mukaan maaleja nimitetään pohja-, väli- ja pintamaaliksi.

Korroosionestomaalausjärjestelmän korroosionestomekanismi perustuu vastusinhibointiin, anodiseen tai katodiseen inhibointiin tai katodiseen suojaukseen. Maalausjärjestelmän maalit toimivat usein kahdella näistä kolmesta mekanismista. Esimerkiksi pintamaali saattaa toimia vastusinhivoivasti ja pohjamaali katodisesti. Joskus inhiboivia korroosionestopigmentejä käytetään kaikissa kerroksissa.

Maalausjärjestelmän merkintä

Standardin ISO 12944 osassa 5 on esitetty maalausjärjestelmien merkintätapa. Maalausjärjestelmät, jotka on kuvattu standardin taulukoissa A.1 – A.8, voidaan merkitä seuraavasti (esimerkkinä järjestelmä A2.08 taulukosta A.2):

SFS-EN ISO 12944-5/A2.08.

Sellaisissa tapauksissa, joissa on useita tai vaihtoehtoisia sideaineita yhden ja saman järjestelmänumeron alla, tunnisteen tulee sisältää sideainetyypit ja se on annettava seuraavassa muodossa (esimerkkinä taulukon A.2 järjestelmä A2.06):

SFS-EN ISO 12944-5/A2.06-EP/PUR.

Standardin taulukoissa A.1 – A.8 ilmoitetaan numeroiduista maalausjärjestelmistä

- maalattava alusta (Fe/Zn) ja sen esikäsittelyaste
- maalikerrosten sideainetyyppi, kerroslukumäärä ja nimelliskalvonpaksuus
- maalausjärjestelmän kokonaiskerroslukumäärä ja kokonaisnimelliskalvonpaksuus
- arvioitu kestoikäluokka taulukon rasitusolosuhteissa.

Suomessa maalausjärjestelmät on merkitty muodossa, joka koostuu ISO 12944 osan 5 kohdassa 6.3 annetusta merkinnästä täydennettynä (sulkeissa) maalityyppitunnuksella, kokonaiskalvon nimellispaksuudella, maalikerrosten lukumäärällä, alustamateriaalilla ja alustan esikäsittelyn tunnuksella.

Maalien sideainetunnukset esitetään standardin ISO 12944 osan 5 mukaisina. Pinnan esikäsittelyasteet esitetään standardin ISO 8501-1 mukaisina asteina (ks. käsikirjan luku 4. 'Maalattavan alustan esikäsittely'). Kuivakalvon nimellispaksuus esitetään mikrometreinä.

Alustamateriaali ilmoitetaan metallirakenteen pääseosaineen kemiallisella merkillä, esim.

Fe = rauta

Zn = sinkki.

Merkintäsuositus Suomessa:

SFS-EN ISO 12944 – 5/A2.02 (AK 120/2 – Fe Sa 2½)

Standardissa ISO 12944 edellytetään, että jos maaliyhdistelmä ei ole mikään standardin taulukoissa A.1 – A.8 esitetyistä yhdistelmistä, on annettava kaikki tiedot koskien pinnan esikäsittelyä, maalin yleistyyppejä, kuivakalvojen nimellispaksuutta ja kerrosten lukumäärää. Maalausjärjestelmän merkintä voidaan tällöin toteuttaa tässä suosituksessa esitetyllä merkintätavalla (ilman viittausta taulukon tunnukseseen).

Maalausjärjestelmän valinta

Maalausjärjestelmän maalien tulee soveltua kohteen sijaintiin ja kestää kohteen rasitukset. Niiden tulee soveltua toistensa yhteyteen, käytettävissä olevaan pinnan esikäsittelymenetelmään ja vallitseviin maalausolosuhteisiin. Maalien tulee muodostaa riittävän paksu suojakerros ja antaa taloudellisesti edullinen korroosiosuoja.

Rasitusluokat

Maalityypit valitaan ensi sijassa kohteen suojausvaatimusten mukaisesti. Maalien tulee kestää myös valmistuksen ja asennuksen aiheuttamat rasitukset.

Kuvattaessa kohteessa vallitsevia olosuhteita käytetään standardin ISO 12944 osaa 2, jossa ympäristöolosuhteet on jaettu metallien korroosioon vaikuttavien tekijöiden perusteella rasitusluokkiin C1 – C5 ja Im1 – Im3, ks. luku 2.

Sisätiloissa yleisimmin vallitsevat ympäristöolosuhteet kuuluvat rasitusluokkiin C1 ja C2, edellyttäen ettei niissä kosteuden lisäksi ole merkittävässä määrin muita korroosioon vaikuttavia tekijöitä.

Ulkoilman ympäristöolosuhteet kuuluvat rasitusluokkiin C2 – C5. Ilman epäpuhtauksien laadun ja määrän mukaan paikkakunnan ilmasto voidaan luokitella maaseutuilmastoon tai kaupunki-, meri- tai teollisuusilmastoon.

Edellä mainittujen rasitusluokkien lisäksi on erikoisrasituksia, jollaisia esiintyy esimerkiksi kemian-, paperi- ja seluloosateollisuuden laitoksissa, silloissa sekä maan- ja vedenalaisissa rakenteissa. Tyypillisiä erikoisolosuhteissa esiintyviä korroosiorasituksen aiheuttajia ovat syövyttävät kaasut, kemikaalipöly, roiskeet, biologinen, mekaaninen ja lämpörasitus sekä upotusrasitukset. Erikoisrasitusten maalausjärjestelmät esitellään Teknoksen käsikirjassa 'Maalausjärjestelmät teollisuuden tuote- ja korroosionestomaaleille'.

Ympäristön rasitusluokkaa määritettäessä otetaan erityisesti huomioon kohteen välittömässä läheisyydessä korroosioon vaikuttavat tekijät. Tällä lähiympäristöllä (mikroilmastolla) on korroosioneston kannalta oleellisempi merkitys kuin paikkakunnan ilmastolla (makroilmastolla).

Suomen ilmasto on perustyyppiltään viileä ja kostea. Suomen ilmasto on useimpien teollisuusmaiden ilmastoon verrattuna puhdas.

Koska periaatteessa samantyyppisetkin maalit saattavat käyttö- ja kestävyysominaisuuksiltaan poiketa toisistaan on tärkeätä valita maalausjärjestelmä, josta on hyvät käyttökokemukset.

Teknoksen yleisimmät maalausjärjestelmät, joista on hyvät käyttökokemukset, esitetään käsikirjassa 'Maalausjärjestelmät teollisuuden tuote- ja korroosionestomaaleille'.

Esikäsittely- ja maalausolosuhteet

Maalausjärjestelmän valinnassa tulee ottaa huomioon myös esikäsittely- ja maalausolosuhteet. Jos kohteen sijainti tai taloudelliset syyt rajoittavat esikäsittelyä tai maalausta, valitaan maalausjärjestelmä siten, että maalit soveltuvat aikaansaatavaan esikäsittelyyn ja maalausolosuhteisiin sekä että ne täyttävät parhaalla mahdollisella tavalla kohteen suojausvaatimukset. Teknos Oy:llä on maalausjärjestelmiä sekä konepaja- että kenttämaalausolosuhteisiin.

Taloudellisuus

Korroosionestomaalaus on investointi jonka tavoitteena tulee olla mahdollisimman taloudellisesti suoritettu maalaus, joka kestää suunnitellun ajan. Vaikka maalien osuus kokonaiskustannuksista on yleensä vain 15–30 %, saattaa maalin valinta olla erittäin merkityksellinen myös talouden kannalta. Esimerkiksi maalausasema- tai konepajamaalauksessa nopeasti kuivuvat maalit lyhentävät kuivumisaikaa ja nostavat maalaamon maalaustyön kapasiteettia.

7. Maalauksen suoritus

Maalin levityksellä on suuri vaikutus maalauksen kestävytyteen. Työ on tehtävä ammattitaitoisesti, oikeissa maalausolosuhteissa maalin valmistajan tuoteselosteissa ilmoitettujen ohjeiden mukaisesti.

Maalausmenetelmät

Maalit levitetään maalattavalle pinnalle eri maalausmenetelmin. Ruiskumaalaus, sively, telaus, kastomaalaus, valelu- ja valukone- sekä valssimaalaus ovat tavallisimmat maalausmenetelmät. Maalausmenetelmän valinnassa otetaan huomioon mm.

- maalauspaikka
- maalattavien kohteiden muoto, koko, lukumäärä sekä tuotannon rytmi
- maalityyppi
- värisävyjen lukumäärä
- turvallisuus- ja ympäristötekijät
- maalausvälineiden yhteensopivuus käytettävien maalien kanssa

Sivellinmaalaus

Sivellinmaalaus on vanhin ja yhä käytössä oleva maalaustapa. Sivellinmaalauksen etuna on maalin hyvä tunkeutuminen maalattavan pinnan huokosiin. Sivellinmaalaus on kuitenkin hidasta ja usein suhteellisen kallista. Suuria pintoja maalattaessa sillä ei saada riittävän tasaista ja hyvää pintaa. Kalvonpaksuus jää ohuemmaksi kuin ilmatomalla ruiskulla maalattaessa.

Telamaalaus

Telamaalauksella käytetään usein sivelyn asemesta, koska se on edellistä nopeampi työtapa. Telalla maali valssataan käsiteltävälle pinnalle eikä hierota kuten sivellinmaalauksessa. Tela ei ole tarkoituksenmukainen maalausväline maalattaessa pieniä tai huonosti puhdistettuja ja epätasaisia pintoja, varsinkin jos pinnalla on ruostetta ja pölyä. Maalikalvo jää silloin epäpuhtauksien päälle eikä pääse tarttumaan kunnolla alustaan. Telalla on lisäksi vaikea päästä tasaiseen ja riittävään kalvonpaksuuteen. Tela onkin ennen kaikkea suurten ja sileitten levypintojen maalausväline pintamaaleja levitettäessä, eikä sitä suositella pohjamaalaukseen.

Ruiskumaalaus

Ruiskumaalaus on nykyään eniten käytössä oleva suurten pintojen maalausmenetelmä. Vaihteleviin käyttötarkoituksiin on kehitetty erilaisia ruiskutyyppejä.

Hajotusilmaruisku

Sivuilma- eli hajotusilmaruisku on ruiskutyypeistä vanhin. Sitä käytetään edelleen runsaasti esim. automaalauksessa ja pienehköjen kappaleiden pintamaalauksessa (**kuva 7.1**).

Hajotusilmaruiskutuksessa maali syötetään joko hydrostaattisella tai pienellä ylipaineella maalipistoolin suuttimen keskelle. Suuttimesta tuleva maalisuihku hajotetaan hienoksi sumuksi eri puolilta maaliin suunnatuilla ilmasuihkuilla. Suuttimeen tulevan maalin määrää voidaan säätää neulaventtiilillä ja suutinkoolla. Maalisuihkun muoto määräytyy ilmasuihkujen suunnan ja suuruuden mukaan.

Hajotusilmaruiskutus menetelmänä edellyttää paineilmaa ja maalin ohentamista. Maalatun pinnan laatu on tasainen ja sileä. Maalautulosta säädetään ohentamalla ja siksi menetelmä ei sovellu paksujen kalvojen maalaukseen. Menetelmää ei suositella käytettäväksi silloin, kun maalauskohte on rakenteeltaan monimutkainen. Hajotusilma estää maalin tunkeutumisen ahtaisiin kulmapaikkoihin ja pinnan huokosiin (**kuva 7.5**). Hajotusilmaruiskutusta kutsutaan myös matalapaineruiskutukseksi sen alhaisen käyttöpaineen mukaan.

Tärkeimpiä hajotusilmaruiskutuksen etuja ovat seuraavat:

- maalisuihkun muoto on säädettävissä
- ei liikkuvia osia
- hyvä maalausjälki
- edullinen hankintahinta
- nopea sävyn vaihto

Haittapuolista voidaan mainita:

- ei sovi kaikille maalityypeille
- kulmien ja sokkeloisten rakenteiden maalaus on vaikeaa
- maalin ohennustarve



Kuva 7.1 Hajotusilma- eli matalapaineruiskuja

Ilmaton- eli korkeapaineruisku

Ilmaton ruiskutus on eniten käytetty maalien levitysmenetelmä korroosionestomaalauksessa (**kuva 7.2**). Maalin hajoaminen ilmatomassa ruiskussa perustuu suureen paine-eroon, joka syntyy siten, että maali johdetaan suurella paineella pienen suuttimen läpi. Näin syntyvä maalisumu on melko hienojakoista ja sen nopeus on suuri vielä sumun tullessa maalattavan kappaleen pintaan. Koska vastassa ei ole ”ilmapatjaa” (vrt. hajotusilma-ruiskutus), pääsee maali vapaasti kulmapaikkoihin ja tunkeutuu tehokkaasti myös pinnassa olevien huokosten pohjalle.

Ilmatomassa ruiskussa tarvittava paine saadaan aikaan korkeapainepumpulla, joka nostaa paineen monikymmenkertaiseksi riippuen ilma- ja maalimäntien pinta-alojen suhteesta. On myös laitteita, joissa käytetään sähköllä tai polttomoottorilla toimivia kalvo- tai mäntäpumppuja. Näitä käytetään kohteissa, joissa paineilmaa ei ole saatavissa.

Ruiskutetun maalin määrä (l/min) riippuu suuttimen koosta ja paineesta. Maalisuihkun leveys riippuu suuttimen hajotuskulmasta. Suuttimen kuluessa muuttuu reiän läpimitta ja hajotuskulman suuruus. Maalien tuoteselosteissa on ilmoitettu kullekin tuotteelle parhaiten sopivat ilmatoman ruiskun suuttimen koot.

Maalien ruiskuttamiseen ohentamattomina tarvitaan yleensä 120–250 bar suutinpaine. Liian suuren ruiskutus-paineen käyttöä tulee välttää, koska se lisää ohiruiskutussumua ja heikentää maalipinnan laatua ulkonäöllisesti. Maalia tulisi ruiskuttaa pienimmällä mahdollisella paineella, jotta päästäisiin taloudelliseen lopputulokseen. Käyttämällä ruiskuun lisälaitteeksi sopivaa maalin lämmitintä voidaan painetta huomattavasti alentaa.

Tärkeimpiä ilmattoman ruiskun etuja ovat:

- soveltuu useimmille maaleille
- suuri kapasiteetti
- pieni maalinhennustarve
- suuri kuivakalvonpaksuus
- vähän maalisumua

Haittapuolista voidaan mainita:

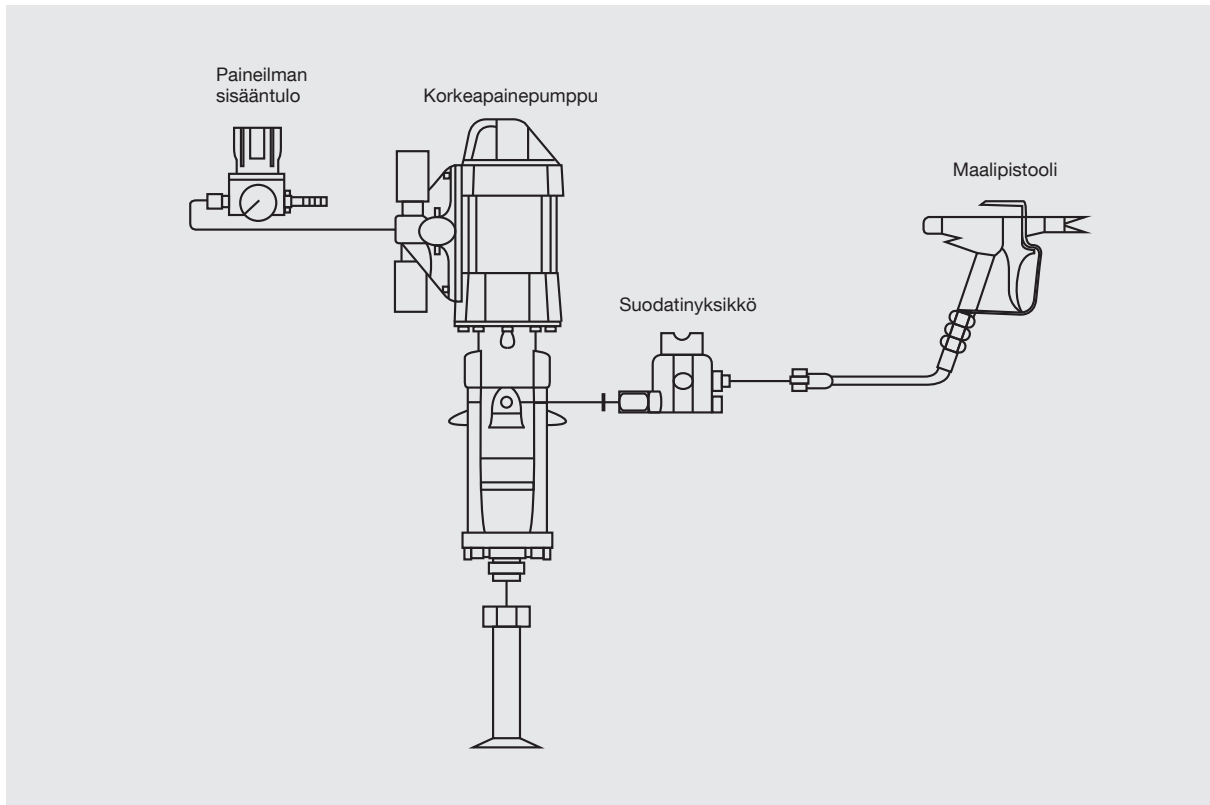
- suuri letkupaine
- maalipinnan ulkonäkö ei ole aina yhtä hyvä kuin hajotusilmaruiskua käytettäessä
- ei sovi pienten maalimäärien levitykseen



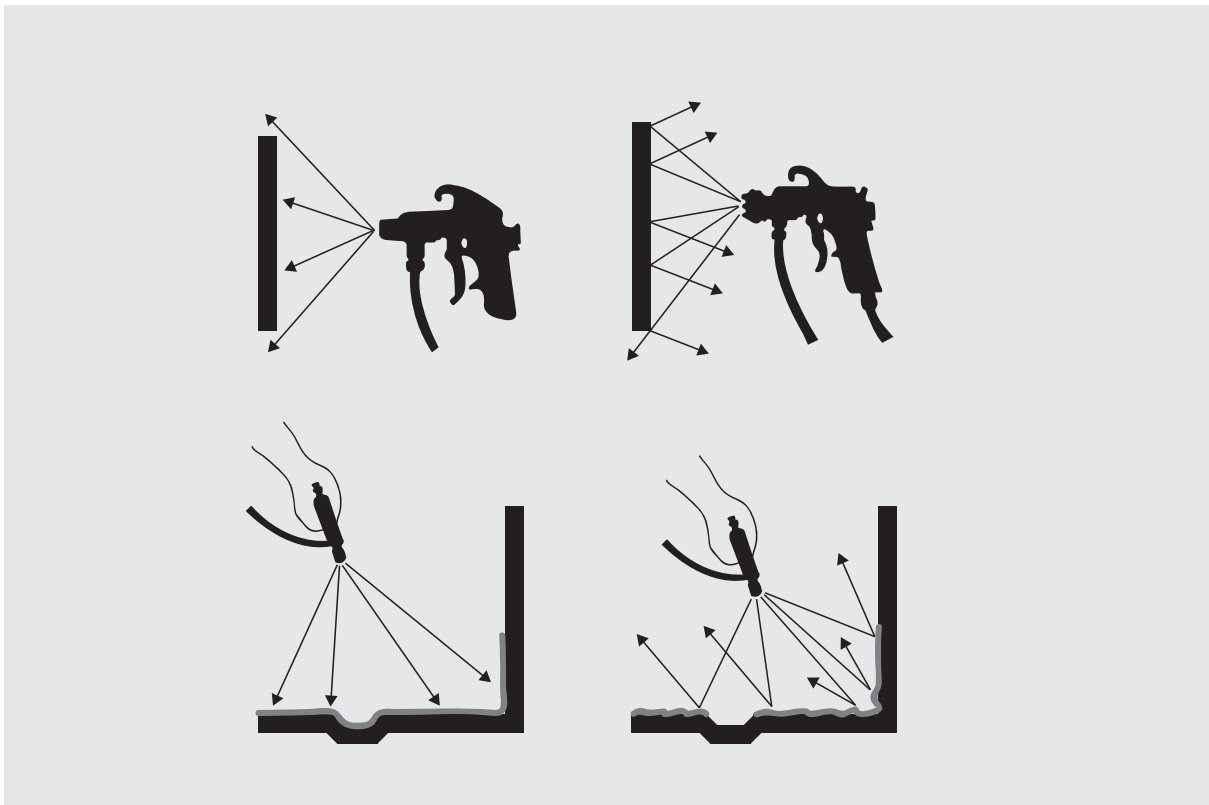
Kuva 7.2 Korkeapainepumppu ja -ruisku



Kuva 7.3 Sähköstatiikkaruisku



Kuva 7.4 Ilmattoman- eli korkeapaineruiskun toimintaperiaate.



Kuva 7.5 Korkeapaineruisku (kuvat vasemmalla) antaa varsinkin nurkissa paremman maalikalvon kuin hajotusilmaruisku (kuvat oikealla).

Ilmaton ruiskutus ilma-avusteisena

Ilmattomassa ruiskutuksessa voidaan maalauksen lopputulosta parantaa pistoolilla, johon tulee hajotusilma.

Eri ruiskunvalmistajat myyvät ilma-avusteisia ilmattomia pistooleja tuotenimillä Airmix, Aircoat, Airflow, Airasistant jne.

Yhteistä näille kaikille on, että erikseen säädettävällä hajotusilmalla voidaan maalauspistoosta tulevan maali-viuhkan ominaisuuksia säätää ja muuttaa. Lopputuloksena maalausjälki paranee ja vaikeasti hajoavia maaleja voidaan ruiskuttaa ilman piirtämisilmiötä.

Tällaista pistoolia voidaan käyttää myös normaalina ilmattomana pistoolina, jos tarvetta hajotusilmaan ei ole. Koska ilma-avusteisia pistooleja käytettäessä ruiskutuspainetta voidaan pienentää, soveltuvat ne myös hyvin sähköstatiikkamaalaukseen.

Sähköstaattinen ruisku

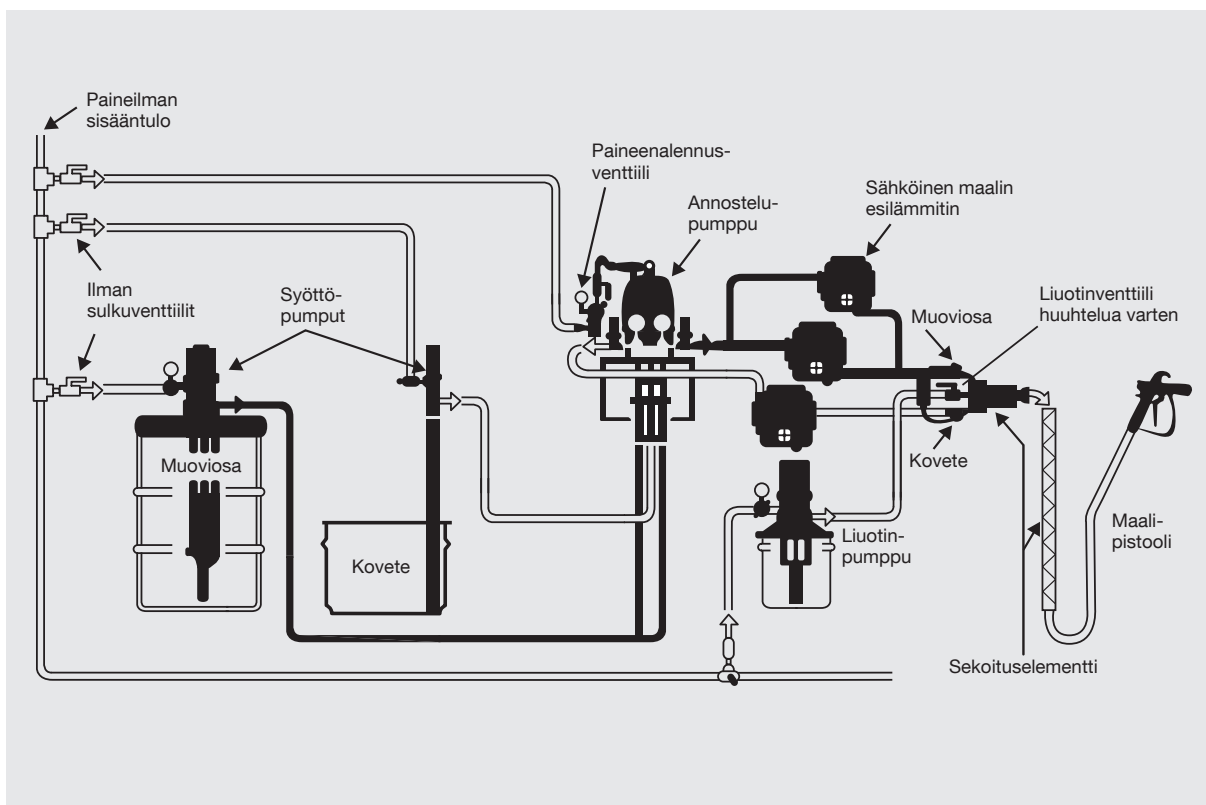
Sekä nestemäisten (**kuva 7.3**) että jauhemaalien (**kuva 7.7.**) levittämiseen on kehitetty myös sähköstaattisia ruiskuja. Muuntajalla luodaan maalattavan pinnan ja maaliruiskun välille korkea tasavirtajännite (60–100 kV). Märkämaali tai jauhemaali hajotetaan pistoolissa keskipakoisvoimalla, hajotusilmalla tai korkeapaineella. Sähkökentässä märkämaali tai jauhemaali saa varauksen ja hakeutuu maadoitetun kappaleen pinnalle.

Jauhemaalauksessa kappaleen ohi menevä jauhe voidaan ottaa talteen ja kierrättää uudelleenkäyttöä varten.

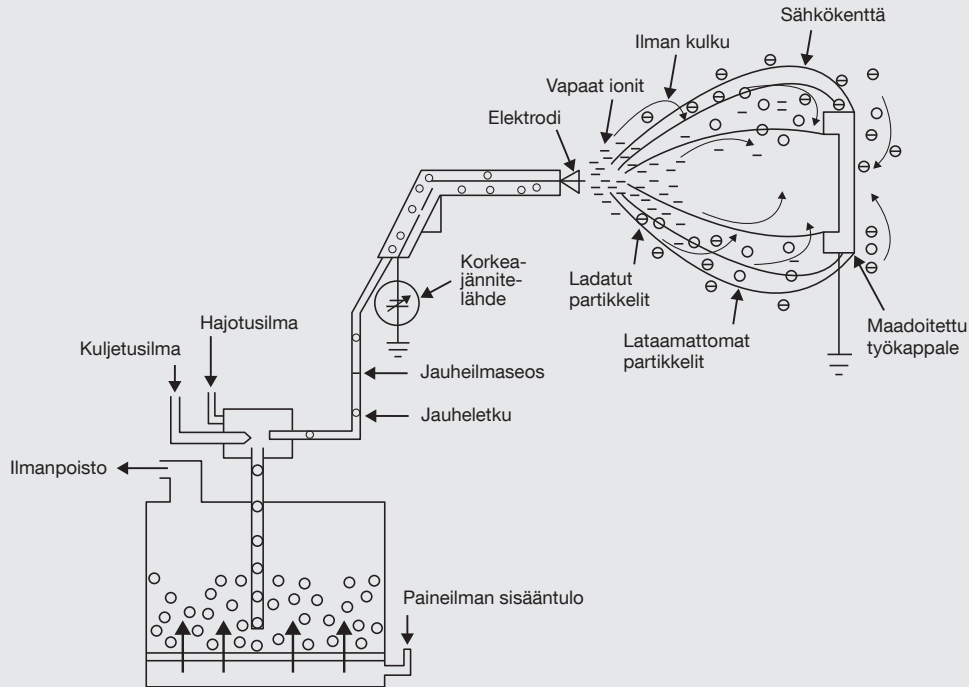
Jauhemaali varataan kahdella eri menetelmällä, joko korkeajännitetoimisella- (**kuva 7.7**) tai hankaussähköön perustuvalla menetelmällä (**kuva 7.8**).

Kaksikomponenttiruisku

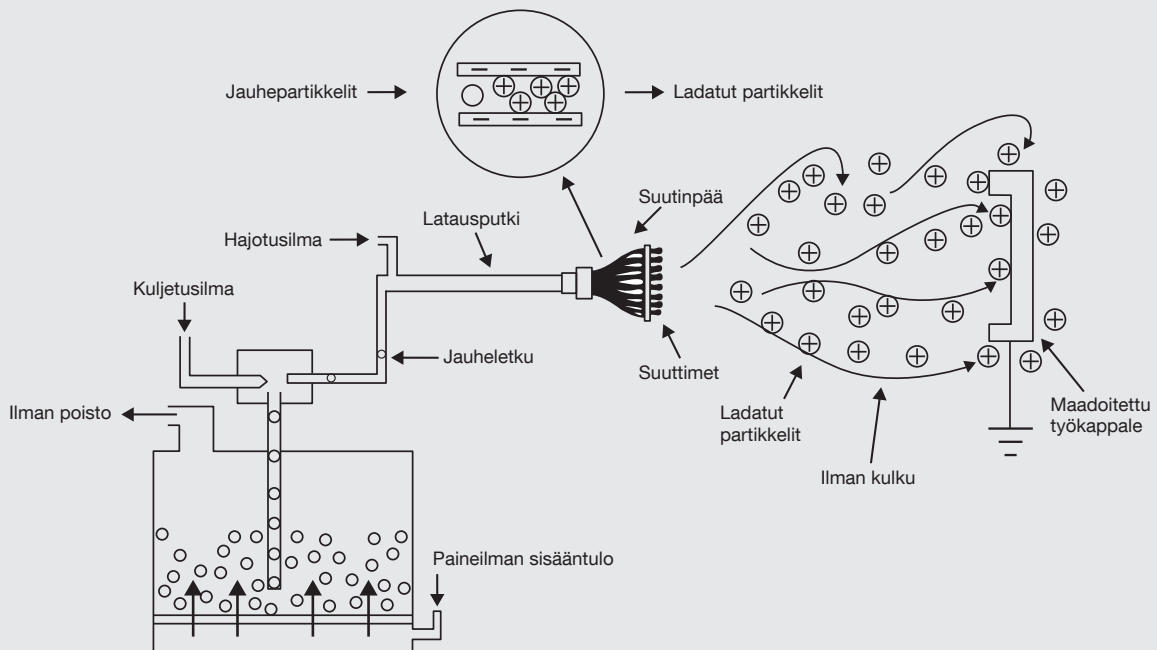
Joidenkin 2-komponenttimaalien kovettumisreaktio on niin nopea, että niiden käyttöä varten on suunniteltu erityisiä kaksikomponenttiruiskuja (**kuva 7.6**). Ne pumppaavat kovetteen ja muoviosan erillisistä säiliöistä ja sekoittavat komponentit oikeassa suhteessa ennen ruiskupistoolia.



Kuva 7.6 Kaksikomponenttiruiskun toimintaperiaate.



Kuva 7.7 Korkeajänniteperiaatteella toimiva jauhemaaliruisku.



Kuva 7.8 Hankaussähköperiaatteella toimiva jauhemaaliruisku.

Kastomaalaus

Kastomaalaus on sarjatuotantona valmistettavien tuotteiden nopeahko maalausmenetelmä, jonka etuna on vähäinen maalihukka. Maalattavat kappaleet upotetaan maalialtaaseen joko yksitellen, nipussa, kastelutelineessä tai pienimmät kappaleet verkkokorissa tai vastaavassa.

Allas mitoitetaan maalattavien kappaleiden koon mukaan. Isommat altaat varustetaan pumpulla, joka imee maalia läheltä pintaa ja painaa sen takaisin altaan pohjalle maalin erottumisen tai laskeutumisen estämiseksi.

Kastomaalaukseen käytettäväksi sopivat tarkoitukseen valmistetut fysikaalisesti tai hapettumalla kuivuvat maalit sekä polttomaalit. Kaksikomponenttisia reaktiomaaleja ei yleensä käytetä niiden lyhyen käyttöajan takia.

Tavallisimmin kastomaalauksella yhdellä kastokerralla saatu kalvonpaksuus vaihtelee 30 µm:n molemmin puolin. Jos kappale on kovin monimutkainen, ei kastomaalauksella yleensä saada siistiä maalaustulosta, sillä reiät, ulokkeet ym. vastaavat aiheuttavat helposti valumajälkiä.

Sähkökastomaalaus

Sähkökastomaalaus (elektro- ja kataforeesi) on maalausmenetelmä, jossa maalattava kappale kytketään tasavirtapiiriin joko anodiksi tai katodiksi altaan toimiessa toisena napana. Maalina käytetään vesiohenteisia tarkoitukseen valmistettuja maaleja. Maalihiukkaset varautuvat sähköllä, hakeutuvat maalattavalle kappaleelle, saostuvat ja muodostavat tasaisen n. 30 µm kalvon. Menetelmää käytetään automaalauksessa pohjamaalin levitysmenetelmänä sekä kotitalouskonetehtaissa.

Sähköstaattinen jauhekastomaalaus

Jauhemaalattava kappale upotetaan altaaseen jossa on fluidisoitua jauhetta. Altaassa on elektrodit, joita pitkin sähkövirta kulkee jauheen läpi maadoitettuun kappaleeseen tartuttaen jauheen siihen. Jauhemaalain kalvonpaksuus on säädettävissä sähkövirran voimakkuudella.

Maalausolosuhteet

Esikäsitteily- ja maalaustyö tulee tehdä maalintoimittajan maalausolosuhteista antamien ohjeiden mukaan. Esi-merkiksi maalaus kostealle, märälle tai jäätyneelle pinnalle voi aiheuttaa maalin irtoamisen. Maalauksen ja maalin kuivumisen aikana ilman lämpötilan tulee olla riittävän korkea maalin kuivumiselle.

Ilman suhteellinen kosteus ja kastepiste

Ilmassa on aina vesihöyryä, joka voi tiivistyä maalattaville pinnoille. Puhtailla metallipinnoilla tämä tapahtuu, kun saavutetaan 100 %:n suhteellinen kosteus esim. lämpötilan laskiessa kastepisteeseen. Epäpuhtailla pinnoilla voi tiivistymistä tapahtua jo huomattavasti aikaisemmin.

Käytännössä suihkupuhdistettu teräspinta alkaa ruostua, kun ilman suhteellinen kosteus on 60–70 %. Siksi suihkupuhdistus on suoritettava alhaisessa suhteellisessa kosteudessa. Maalaus suoritetaan välittömästi puhdistuksen jälkeen, jotta pinta ei alkaisi ruostua uudelleen ja maalaus päästään suorittamaan kuivalle pinnalle.

Ilman suhteellinen kosteus vaikuttaa eri tavalla eri maalityyppien kuivumis- ja kalvonmuodostusominaisuuksiin. Maalien tuoteselosteissa ilmoitetaan ilman suhteellisen kosteuden suositeltavat raja-arvot.

Metallipinnan lämpötilan ollessa ympäröivän ilman lämpötilaa alhaisempi, voi tietyissä tapauksissa muodostua kondenssia pinnalle, vaikka ilman suhteellinen kosteus on alhainen. Tästä syystä ei ole aina oikein vaatia tiettyä ilman suhteellista kosteusarvoa, vaan tärkeämpää on, että metallipinnan lämpötila on riittävästi (3 °C) yli ilman kastepisteen.

Kastepiste (kastepistelämpötila) on se lämpötila, jossa vesihöyryä sisältävän kaasun suhteellinen kosteus on 100 %. Ilman suhteellinen kosteus, ilman lämpötila ja pinnan lämpötila ovat lähtökohtana arvioitaessa kastepisteen (kondenssin) mahdollisuutta maalattavalla pinnalla. Käytännössä tähän vaikuttaa myös maalattavan pinnan lämmönjohtavuus, auringon lämpösäteily, ilmanvirtaus maalattavalla pinnalla ja mahdollisten pinnalla olevien hygroskoopipisten aineiden tyyppi ja määrä.

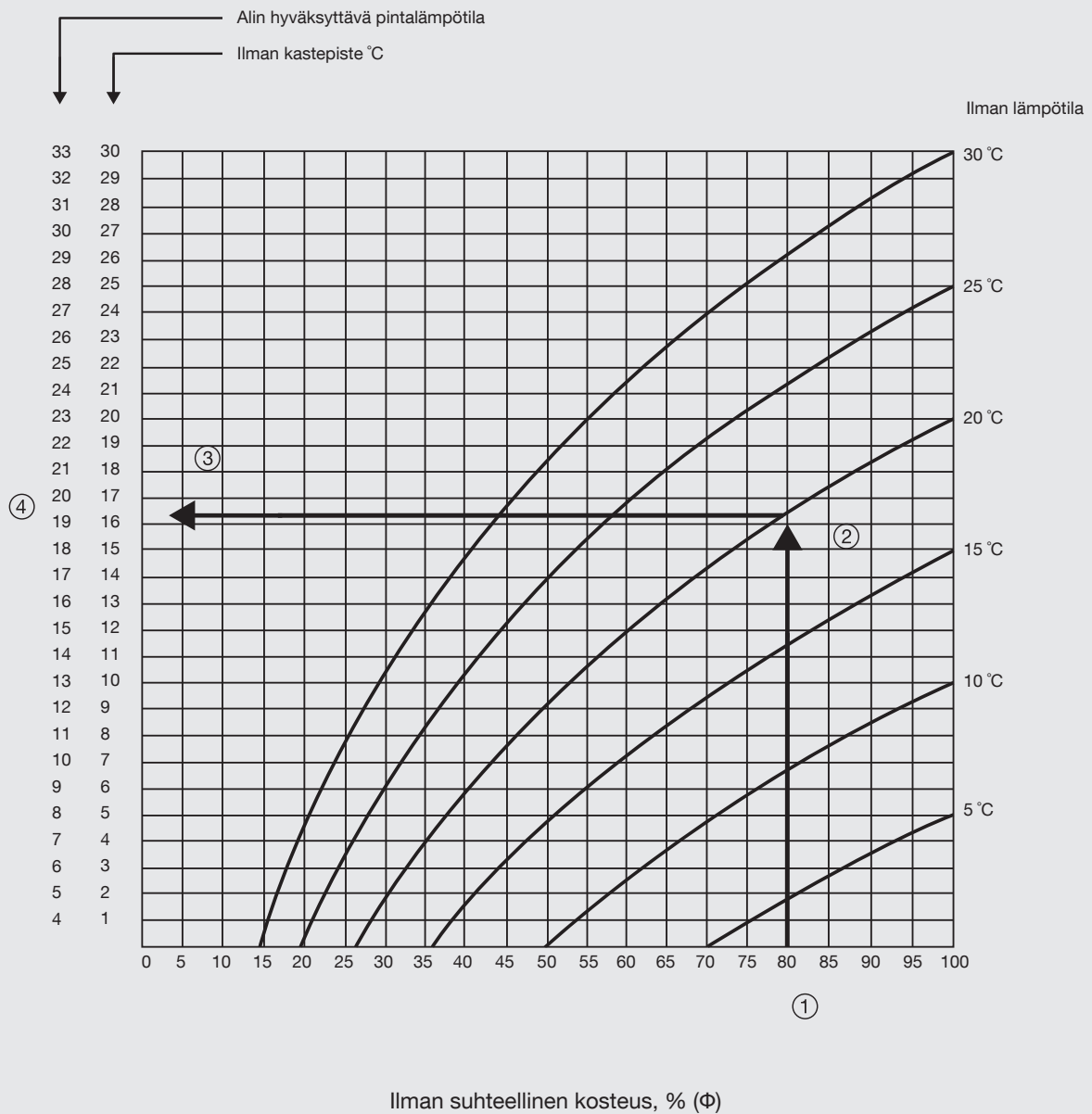
Ilman lämpötilan ollessa alle 0 °C on tarkistettava, ettei maalattavalla pinnalla ole jäätä. Pintalämmön mittaus tapahtuu parhaiten pintalämpömittareilla.

Yleisenä ohjeena voidaan pitää, että maalattavan pinnan lämpötilan tulee olla vähintään 3 °C yli ilman kastepisteen ennen maalausta sekä maalauksen ja maalin kuivumisen aikana, ellei maalin valmistaja toisin suosittele. Kun ilman lämpötila, ilman kosteus ja maalattavan pinnan lämpötila tiedetään, on kastepistekiekkon (**kuva 7.9**) avulla helppo nähdä voidaanko maalaustyö suorittaa.

Kuvasta 7.10 on luettavissa maalattavan rakenteen alhaisin hyväksyttävä pintalämpötila ympäröivän ilman lämpötilan ja ilman suhteellisen kosteuden funktiona. Kuvasta on myös luettavissa vastaava ilman kastepiste.



Kuva 7.9 Kastepistekiekkon



Esimerkki alimman hyväksyttävän pintalämpötilan laskemisesta yllä olevasta taulukosta:

- | | | |
|---|---|---------|
| ① | Mittaa ilman suhteellinen kosteus: | 80 % |
| ② | Mittaa ilman lämpötila: | 20 °C |
| ③ | Lue taulukosta ilman kastepiste: | 16,4 °C |
| ④ | Pinnan lämpötilan tulee olla 3 °C
yli ilman kastepisteen ennen maalausta,
maalauksen aikana ja maalin kuivumisen
aikana, eli esimerkkitapauksessa: | 19,4 °C |

Kuva 7.10 Ilman lämpötilan, ilman suhteellisen kosteuden, ilman kastepisteen ja hyväksyttävän pintalämpötilan välinen suhde.

Lämpötilan vaikutus maalien kuivumiseen

Lämpötila vaikuttaa maalin kuivumisaikaan ja kalvonmuodostukseen. Kemiallisesti kuivuvien ja ilmakuvuvien maalien kuivuminen nopeutuu huomattavasti lämpötilaa nostettaessa. Tuoteselosteissa on ilmoitettu maalaus-työn ja maalin kuivumisen aikana vaadittavat ilman, pinnan ja maalin minimilämpötilat.

Palautettaviin sideaineisiin (fysikaalisesti kuivuvat) perustuvia akryyli-, kloorikautsu-, vinyyli- ja bitumimaaleja voidaan käyttää myös pakkasen puolella.

Ilmakuvuvat maalit, kuten öljy- ja alkydimaalit, kuivuvat hyvin hitaasti alhaisissa lämpötiloissa. Maalaustyötä pitää välttää, kun ilman lämpötila on alle +5 °C.

Epoksimaalit sekä muut kemiallisesti kuivuvat maalit verkkoutuvat hyvin hitaasti kun lämpötila on alle +10 °C. Alle +10 °C asteen lämpötilassa tulee käyttää erikoisepoksimaaleja, jotka soveltuvat käytettäväksi alhaisissa lämpötiloissa. Alhaisissa lämpötiloissa käytettävät erikoisepoksimaalit kovettuvat jopa -5 °C asteen lämpötilassa. Vaikka monet epoksimaalit tuntuvat koviilta jo liuotteen haihduttua, saavuttavat ne lopullisen kestävyytensä vasta verkkouduttuaan.

Korkean lämpötilan aiheuttama liuotteiden nopea haihtuminen saattaa aiheuttaa rakkuloita ja huokosia maalikalvoon ja huonon tarttuvuuden alustaan.

Kuvan 7.10 lähteenä on käytetty standardia ISO 8502-4:1993. Kyseinen standardi auttaa arvioimaan onko mahdollista että maalattavalle pinnalle syntyy kondenssia ja ovatko maalausolosuhteet sopivat maalaukselle.

Maalikalvon paksuus ja sen mittaus

Kalvonpaksuus

Kalvonpaksuudella tarkoitetaan joko yksittäisen märkä-, kuivakalvon tai maaliyhdistelmän paksuutta. Kalvonpaksuus ilmoitetaan mikrometreinä (µm) tai millimetreinä (mm).

Ympäristön rasisluokka, maalityyppi ja suunniteltu maalauksen kestoikä määrittelevät maaliyhdistelmän kalvonpaksuuden. Kalvonpaksuudet esitetään maalausstandardeissa, yhdistelmäselosteissa ja tuoteselosteissa *kuivakalvon nimelliskalvonpaksuutena* (NDFT). Standardi SFS-EN ISO 12944-5 (kohta 5.4) määrittelee kuivakalvon nimelliskalvonpaksuuden. Märkäkalvonpaksuus mitataan märkäkalvomittarilla. Kuivakalvoa voidaan mitata kalvoa rikkovalla tai rikkomattomalla menetelmällä. Maalattavan pinnan profiilin huomioiminen kalvonpaksuusmittauksessa määritellään eri standardeissa eri tavalla, joten on tärkeää sopia mitä määritelmää käytetään. Kalvon mittausmenetelmät on selostettu standardissa ISO 2808.

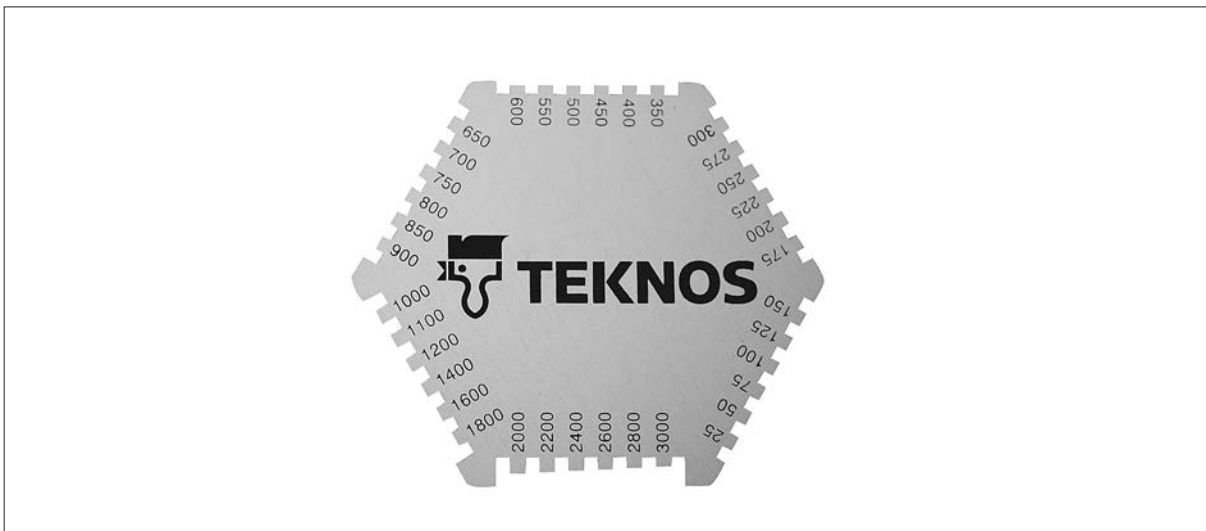
Märkäkalvon paksuuden mittaus

Maalikalvon paksuutta voidaan seurata työn aikana märkäkalvomittarilla. Märkäkalvon mittaus suoritetaan joko märkäkalvokammalla (**kuva 7.11**) tai märkäkalvorullalla välittömästi maalin levityksen jälkeen ennen liuotteiden haihtumista kalvosta. Mittausmenetelmä selostetaan standardissa ISO 2808. Kammasta/rullasta luetaan suoraan märkäkalvonpaksuus (K_m).

Kuivan kalvon paksuus (K_k) voidaan laskea kaavasta:

$$(1) K_k = K_m \frac{V}{100} \quad (\mu\text{m})$$

jossa V on maalin kuiva-ainepitoisuus tilavuusprosentteina. Maalin kuiva-ainepitoisuus (V) ilmoitetaan tuoteselosteissa ja märkäkalvon paksuus K_m saadaan mittaustuloksena.



Kuva 7.11 Kampatyypinen märkäkalvonmittari. Lukema otetaan viimeisestä hampaasta, johon maalia on tarttunut, kun mittari on painettu maalikalvon läpi siten, että reunimaiset hampaat koskettavat alustaa.

Kuivakalvon paksuuden mittaaminen

Kun kalvo on kuivunut, mitataan kuivakalvon paksuudet. Kuivakalvon mittaamenetelmiä on sekä kalvoa rikkomattomia että kalvoa rikkovia.

Kalvoa rikkomattomat menetelmät

Metallisella alustalla olevan kuivan maalikalvon paksuus määritetään magneettisten mittarien avulla. Metallialustan ollessa magneettinen, mittarit perustuvat magneettiseen induktioon tai kestonmagneetin irtivetoperiaatteeseen (**kuvat 7.12a ja 7.12b**).

Metallialustan ollessa ei-magneettinen käytetään pyörrevirtamittareita. Pyörrevirtojen voimakkuus on riippuvainen metallin ja mittapään välissä olevan maalikalvon paksuudesta.

Mittauslaitetta käytetään valmistajan antamien ohjeiden mukaan. Mittaustuloksiin vaikuttavat tekijät on selostettu standardissa ISO 2808. Maalikalvon on oltava riittävän kuiva ennen kuin kalvo mitataan.

Ennen käyttöä mittari säädetään valmistajan ohjeiden mukaan käyttämällä sopivia kalibrintistandardeja. Kalibrintistandardeina käytetään muovisia kalvoja tai pinnoitettuja kappaleita.

Mittarin säätö tehdään sopimuksen mukaan joko sileälle, esim. kylmävalssatulle tai karhennetulle teräspinnalle. Mittarin säätö on tarkistettava mittaustilalla aina ennen mittauksia ja säännöllisin väliajoin käytön aikana.

Mittauksen työtavan vaikutuksia lukemiin voidaan vähentää käyttämällä vakioaineella toimivaa anturia. Anturi asetetaan aina kohtisuorasti kappaleen pintaa vasten. Magneettiseen vetovoimaan perustuvaa mittaria käytettäessä vaakasuorassa tai ylösalaisessa asennossa mittari on erikseen säädettävä sellaista asentoa varten.

Kalvonpaksuusmittaukset suoritetaan kappaleen edustavalla pinnalla eli pinnan osalla, joka on oleellinen kappaleen ulkonäölle tai käytölle. Riippuen edustavan pinnan suuruudesta valitaan niin monta mittaustilaa, että saadaan oikea käsitys maalikalvon paksuusjakaumasta. Mittaustila on edustavan pinnan osa, josta tehdään sovittu määrä erillisiä mittauksia. Mittaustilueen kohtaa, josta yksityinen mittaus suoritetaan, sanotaan mittaustilaksi. Mittausmenetelmien epätarkan ja puutteellisen toistettavuuden takia on syytä ottaa useita lukemia mittaustilasta. Lukemien keskiarvo on mittaustilueen kalvonpaksuus. Alin kalvonpaksuus on kappaleen edustavalta pinnalta mitattu pienin paikallinen kalvonpaksuus.

Standardeissa, esim. ISO19840, määritetään mittaustilueitten mittausten lukumäärä ja miten paljon mittaustulokset saavat poiketa nimelliskalvonpaksuudesta. Esimerkiksi: Jokaista edustavan pinnan alkavaa 100 m² pinta-alaa kohti valitaan yksi 10 m² mittaustila, josta valitaan 20 mittaustilaa. Mittaustilueissa otetaan kolme lukemaa. Kalvonpaksuus saa alittaa nimelliskalvonpaksuuden yhdessä mittaustilueissa. Alitus saa olla enintään 20 %.



Kuva 7.12a Kuivakalvonpaksuusmittaria käytetään standardien ISO 1461, ISO 19840, ISO 2063, ISO 2360, ISO 2808-7C, ISO 2808-7D ja ISO 2808-12 mukaiseen testaukseen.



Kuva 7.12b Kestomagneettiin perustuvaa irtetoperaahteella toimivaa kalvonpaksuusmittaria käytetään räjähdysherkillä työmailla, kuten öljynpo-rauslautoilla, jalostamoissa, yms. Mittari tunnetaan myös nimellä banaani ja se soveltuu standardien ISO 2178 ja ISO 2808-7A mukaiseen testaukseen.

Mittauspöytäkirjasta tulee käydä ilmi, minkä ohjeen mukaan mittaus on tehty, sovitut tai muut poikkeamat standardista, koetulokset (keskiarvo, maksimiarvo, minimiarvo), mittausmenetelmä ja mittari.

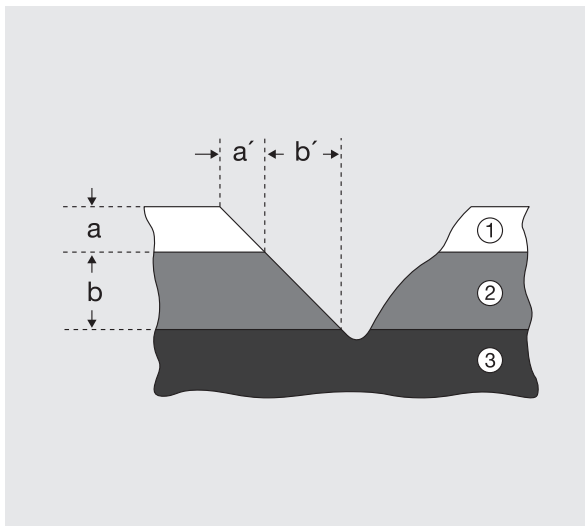
Kalvoa rikkovat menetelmät

Kuivakalvonpaksuus voidaan haluttaessa mitata kalvoa rikkovilla menetelmillä. Standardissa ISO 2808 on se-lostettu kuivakalvon mittaus mikrometrillä (menetelmä 3A), mittakellolla (menetelmä 3B) ja kiilauran leikkaavalla laitteella (menetelmä 5B). Kaikki nämä menetelmät rikkovat kalvon alustaan asti.

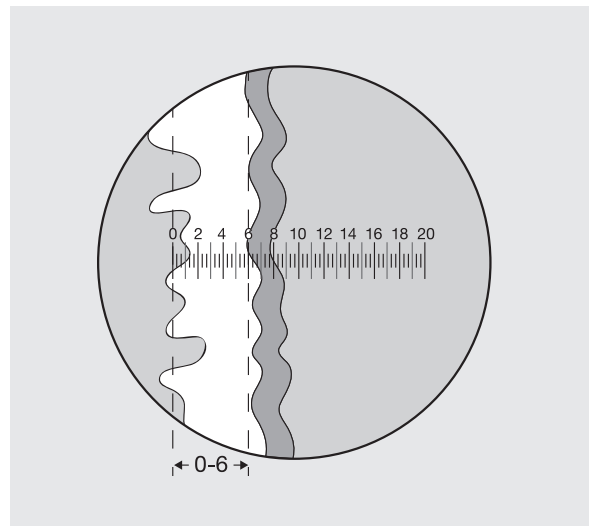
Kenttämittaukset tehdään kiilauran leikkaavalla laitteella, johon kuuluu valaistuslaitteella varustettu mikroskooppi ja leikkaava työkalu. Siinä on hiottu kovametalliterä, jolla vedetään maalikalvon läpi v:n muotoinen ura. Laitteeseen kuuluvalla mikroskoopilla mitataan maalikerrosten paksuus, kun tunnetaan terän kärkikulma. Myös kerrosten lukumäärä on nähtävissä (**kuvat 7.13a, 7.13b ja 7.13c**).



Kuva 7.13a Kiilauran leikkaavaa kalvonpaksuusmittaria käytetään ISO 2808-6B mukaiseen testaukseen.



Kuva 7.13b Kalvonpaksuus mitataan leikkaamalla v:n muotoinen kiila-ura pinnoitteen läpi alustaan asti ja mittaamalla levys a' (tai b'), joka on suhteessa kalvonpaksuuteen a (tai b).



Kuva 7.13c Mikroskooppi, jossa näkyy mitta-asteikko.

Maalimäärän laskeminen

Maalauksessa tarvittava teoreettinen maalimäärä M_t (l) lasketaan kaavasta:

$$(2) \quad M_t = \frac{K_k^* A}{10 * V} \quad (l)$$

jossa M_t = maalin teoreettinen menekki (l)
 K_k = kuivakalvonpaksuus (μm)
 A = maalattava pinta (m^2)
 V = maalin kuiva-ainepitoisuus (til-%)

Maalauksessa tarvittava maalimäärä on aina tuoteselosteissa ilmoitettua teoreettista menekkiä suurempi. Käytännössä maalia kuluu pinnan profiilin täyttämiseen, epätasaisesti maalattuun maalikalvoon ja ohiruiskutukseen. Tämän lisäksi maalia jää käyttöastioihin ja työvälineisiin.

Käytännössä tarvittava maalimäärä M_k voidaan laskea kaavasta:

$$(3) \quad M_k = \frac{10 * K_k^* A}{V (100 - H)} \quad (l)$$

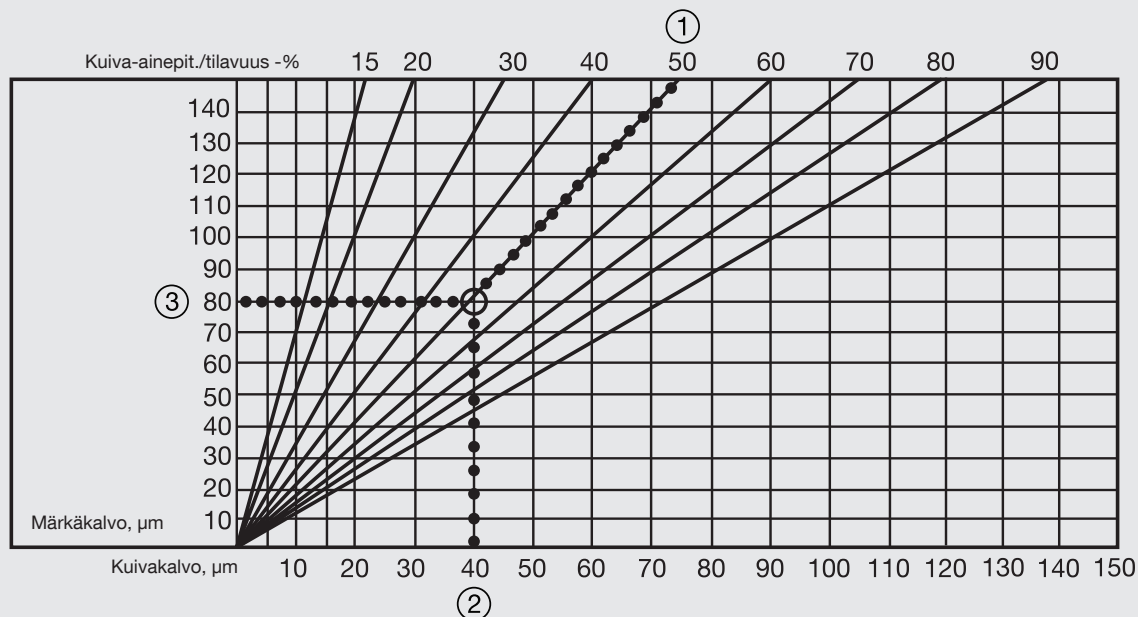
H = maalin hukkaprosentti (%)

Käytännön maalauksessa hukkaprosentti on noin 40–70 %. Käytännössä maalimäärä M_k on toisin sanoen 1,7–3 kertaa teoreettisen menekin suuruinen.

Taulukoita maalin käytännön riittoisuuden arvioimiseksi

Kaikki taulukon luvut ovat viitteellisiä ja voivat vaihdella olosuhteista riippuen.

Taulukko 7.1 Maalikalvon paksuuden arviointi maalin kuiva-ainepitoisuuden perusteella.

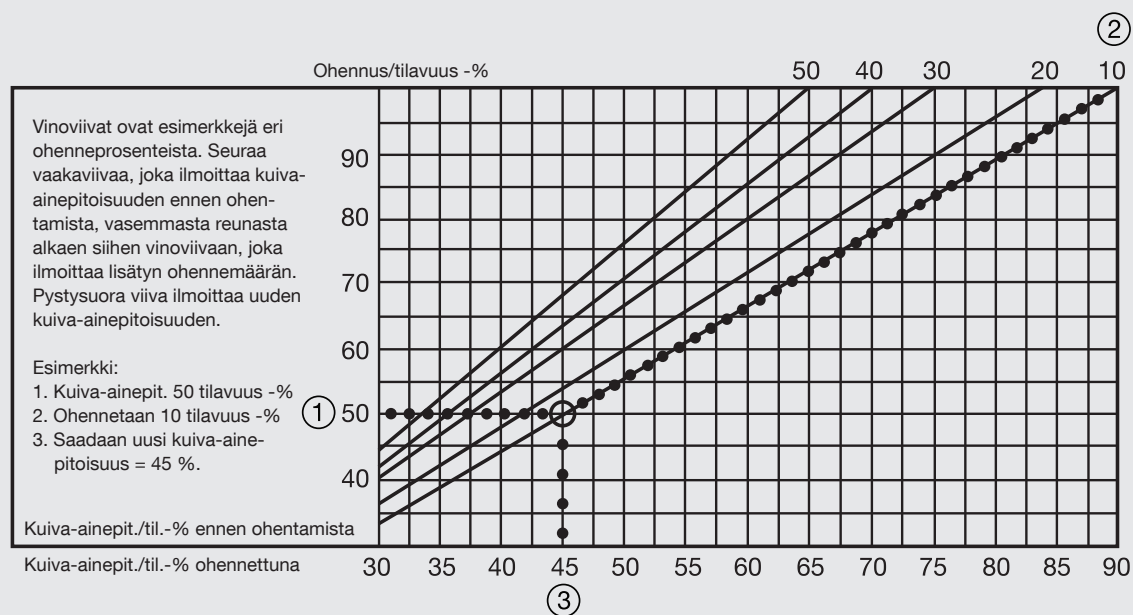


Vinoviivat ovat esimerkkejä eri kuiva-ainepitoisuuksista. Aloita ylhäältä todellisuudesta kuiva-ainepitoisuudesta. Seuraa vinoviivaa alaspäin kunnes se kohtaa toivottua kuivakalvoa esittävän pystyviivan (alinna). Pisteestä, jossa vinoviiva ja pystyviiva kohtaavat, seuraat vaakaviivaa vasemmalle ja luet sen märkäkalvon arvon, joka vastaa toivottua kuivakalvoa.

Esimerkki:

1. Kuiva-ainepit. 50 tilavuus -%
2. Kuivakalvo 40 µm
3. Saadaan 80 µm märkäkalvo.

Taulukko 7.2 Kuiva-ainepitoisuuden muuttuminen maalia ohennettaessa.



Vinoviivat ovat esimerkkejä eri ohenneprosenteista. Seuraa vaakaviivaa, joka ilmoittaa kuiva-ainepitoisuuden ennen ohentamista, vasemmasta reunasta alkaen siihen vinoviivaan, joka ilmoittaa lisätyn ohennemäärän. Pystysuora viiva ilmoittaa uuden kuiva-ainepitoisuuden.

Esimerkki:

1. Kuiva-ainepit. 50 tilavuus -%
2. Ohennetaan 10 tilavuus -%
3. Saadaan uusi kuiva-ainepitoisuus = 45 %.

8. Korroosionestomaalauksen laadunhallinta

Korroosionestomaalaus kuuluu prosesseihin, joissa laatua on vaikea arvioida pelkästään lopputarkastuksen eli valmiin maalikalvon perusteella. Tästä syystä on tärkeää, että korroosionestomaalaus suunnitellaan huolellisesti sekä työn aikana ohjataan ja valvotaan kaikkia niitä tekijöitä, joilla on vaikutusta maalauksen lopputulokseen. Maalauksen tilaajat vaativat yhä useammin kirjallista tai muuten pysyvää todistusaineistoa eli laatutiedostoa maalauksen laadusta ja laatuun vaikuttavista toiminnoista.

Korroosionestomaalauksessa valmiin maalikalvon laatuun vaikuttavat monet tekijät. Prosessi jakaantuu suunnitteluun, työn tekemiseen ja laadun varmistamiseen eli eri asteiseen valvontaan ja tarkastuksiin. Korroosionestomaalauksessa korostuu ammattitaidon ja motivoituneisuuden merkitys prosessin kaikissa vaiheissa.

Korroosionestomaalauksen haluttuun laatutasoon vaikuttavat tekijät on esitetty kaaviollisesti seuraavassa taulukossa. Taulukossa on havainnollistettu prosessin etenemisjärjestyksessä eri osavaiheiden merkitystä saavutettavan lopputuloksen laadun suhteen.

Edellä mainitut seikat huomioon ottaen laaditaan laatusuunnitelma. Suunnitelmaa laadittaessa ja kokonaistoteutusta harkittaessa on huomattava, että jos em. tekijöistä (taulukko) yhdessäkin kohdassa epäonnistutaan, voi se johtaa maalauksen epäonnistumiseen tai maalaustuloksen heikkenemiseen (vertaa standardi ISO 12944-8).

Maalauksen onnistuminen edellyttää, että

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

Maalauksen onnistumiseen vaikuttavat tekijät



Korroosionestomaalauksen *laadunhallinnan* tavoitteena on, että maalaus on sopimuksen mukainen (standardi SFS-EN ISO 8402).

Laadunohjaus käsittää korroosionestomaalaukseen liittyvät toiminnot, aineiden, välineiden, työmenetelmien ja olosuhteiden tarkastukset, kirjaukset, korjaavat toimenpiteet ja poikkeavuuksien poistamisen.

Korroosionestomaalauksen laadunhallinta helpottuu, jos toimittajalla tai urakoitsijalla on laatujärjestelmä (vrt. standardit ISO 9001 ja ISO 9002).

Korroosionestomaalauksen *laadunvarmistus* ja siinä huomioitavat keskeiset tekijät esitetään standardissa ISO 12944-7.

Laatusuunnitelmat

Toimittaja tai urakoitsija, jolla on toiminnassa laatujärjestelmä, laatii maalausprojektia varten kirjallisen laatusuunnitelman, joka on yhdenmukainen yrityksen laatujärjestelmän laadunohjaustoimenpiteiden kanssa. Toimittaja tai urakoitsija tekee myös selvityksen maalaushenkilöstönsä ammattitaidon vaadittavasta tasosta (vrt. ISO 12944-7).

Laatusuunnitelmassa määritellään:

- saavutettavissa olevat laatutavoitteet, kuten oikea värisävy, ulkonäöllisesti virheetön maalaus ja oikea kalvon paksuus
- vastuiden ja valtuuksien yksityiskohtainen kohdentaminen projektin eri vaiheiden aikana
- sovellettavat yksityiskohtaiset menettelyt, menetelmät ja työohjeet
- sopivat laaduntarkastusmenettelyt asianmukaisiin vaiheisiin sekä menettelyt kuinka korjaavat toimenpiteet tehdään ja poikkeavuudet poistetaan
- menettely suunnitelman muutosten ja vaihdosten tekemiseksi projektin etenemisen myötä.

Mikäli toimittajalla tai urakoitsijalla ei ole toiminnassa laatujärjestelmää, voidaan laatia tilaajan ja toimittajan tai urakoitsijan välinen kirjallinen laatusuunnitelma, joka muodoltaan ja asiasisällöltään noudattaa edellä mainittua laatusuunnitelmaa.

Voidaan myös sopia, että maalaustyön laaduntarkastukset annetaan kolmannelle osapuolelle, esim. sertifioidulle tarkastajalle. Tämä toimii toimeksiantajansa edustajana. Kolmatta osapuolta käytettäessä voi olla tarpeen laatia erillinen sopimus, jossa määritellään laaduntarkastuksen kohteet, laajuus, aika, paikka, mittausmenetelmät, käyntien lukumäärä ja ajankohta. Sopimuksissa mainitaan myös miten tarkastaja taltioi tekemänsä havainnot sekä kenelle, milloin ja miten hän ilmoittaa puutteet, korjaavat toimenpiteet ja poikkeavuuksien poistamisen.

Laadunvarmistuksen kohteet

Seuraavassa esitetään korroosionestomaalauksen laadunvarmistuksen kannalta tärkeimmät kohteet ja asiat.

Henkilöstö

Korroosionestomaalaustyön tekijällä on oltava työn edellyttämä ammattitaito. Erityistä huolellisuutta vaativa työ on annettava sellaiselle henkilöstölle, jolla on ammattikoulutus tai hyväksytyn järjestön sertifiointi, edellyttäen, ettei asianosaisten kesken ole tehty muita sopimuksia.

Tarvittaessa pidetään kokous ennen maalaustyön aloittamista. Kokoukseen osallistuvat tilaaja, toimittaja, maalinvalmistaja sekä maalaustyöntekijät. Kokouksessa käsitellään mm. seuraavia asioita:

- maalauserittelyä, maalaustyöselostetta ja niitä standardeja, joita maalaustyössä noudatetaan
- toimittajan on osoitettava, että hän pystyy työn jokaisessa vaiheessa saavuttamaan määritellyn laatutason
- maalaustyön aikana pidettävää päiväkirjaa ja kuka sitä pitää
- mahdollisia epäselvyyksiä maalausohjeissa ja standardivaatimuksissa, esim. miten käsitellä vaikeasti maalattavia kohtia, joita ei voida käsitellä paikan päällä maalauserittelyn mukaisesti.

Teräsrakenne

Jos on sovittu, että rakenne valmistetaan standardissa ISO 12944 osassa 3 mainittujen rakennevaatimusten mukaisesti, varmistetaan asia tarpeen vaatiessa.

Maalaamattoman teräspinnan ruostumisaste määrätään standardin SFS-ISO 8501-1 mukaan. Ellei toisin ole sovittu, hyväksytään vain ruostumisasteeseen A, B tai C ruostunut pinta.

Terästyön laatu tarkastetaan standardin SFS 8145 mukaan (**ks. taulukko 4.4**).

Maalattavan pinnan luoksepäästävyys tulee olla esteetön (ISO 12944-3) ja pinnan valaistuksen maalaustyön vaatimusten mukainen.

Tarkastuksen tulokset kirjataan.

Esikäsittelyt

Pinnan puhdistus on tehtävä maalauserittelyn mukaisesti vaadittuun esikäsittelyasteeseen.

Ruosteenpoistoa häiritsevät epäpuhtaudet kuten suolat, rasvat ja öljyt on pestävä pinnasta ennen teräsharjausta tai suihkupuhdistusta.

Tarpeen vaatiessa sovitaan suihkupuhdistusrakeiden tyypistä, koosta ja puhtaudesta (standardit ISO 11124 – ISO 11127).

Puhdistusvälineiden on oltava sopimuksen mukaisia ja hyväkuntoisia, kompressorin tehon on oltava riittävä ja paineilman on oltava puhdasta.

Ilman ja kappaleen lämpötilan sekä ilman suhteellisen kosteuden on pinnan puhdistustyön aikana oltava sopimuksen mukaiset. Arvot merkitään pöytäkirjaan.

Pinnan esikäsittelyaste arvioidaan käyttäen standardia SFS-ISO 8501-1 ja tulokset kirjataan.

Pintaprofiili arvioidaan tarpeen vaatiessa standardin SFS-ISO 8503 mukaisesti.

Ruostumisasteessa C ja D olevissa pinnoissa saattaa vielä suihkupuhdistuksen jälkeen olla näkymättömiä vesiliukoisia rautasuoloja ja klorideja sekä pölyä. Standardissa ISO 8502 esitetään menetelmiä näiden epäpuhtauksien määrittämiseksi. Suolapitoisuuden mittauslaitteet on esitelty **kuvassa 8.1**.

Maalattujen pintojen esikäsittelyasteet määritellään standardeissa SFS-ISO 8501-1 ja ISO 8501-2. Suihkupuhdistuksessa tulee varoa ehjän maalikerroksen rikkomista. Puhdistetun kohdan ja kiinteän maalikerroksen raja on viistettävä.

Esikäsittelytyön aikataulun tulee olla sellainen, että esikäsitelty pinta päästään mahdollisimman pian maalaamaan ennen sen uudelleen likaantumista. Myös työnaikaisen valaistuksen tulee olla riittävä.

Olosuhteet

Esikäsittely- ja maalaustyö tulee tehdä maalaustyöselosteen tai sovellettavien standardien mukaisissa olosuhteissa. Olosuhteet esikäsittelyn, maalaustyön ja maalien kuivumisen aikana eivät saa poiketa maalin toimittajan ilmoittamista arvoista. Tarvittaessa olosuhteet järjestetään vaatimusten mukaisiksi tai työt keskeytetään, kunnes olosuhteet ovat vaatimusten mukaiset.

Seuraavia ympäristötekijöitä on mitattava ja valvottava ja ne merkitään sovitussa laajuudessa pöytäkirjaan:

- ilman lämpötila
- alustan lämpötila
- ilman suhteellinen kosteus
- kastepiste
- tuuliolosuhteet
- maalin lämpötila
- valaistus
- läheisyydessä tapahtuva maalaustyötä häiritsevä toiminta

Maalausmenetelmät ja välineet

Maalaustyössä on käytettävä maalausselosteessa tai sovellettavissa standardeissa määrättyjä työmenetelmiä ja niiden edellyttämiä hyväkuntoisia työvälineitä.

Valitun maalausmenetelmän tulee soveltua rakenteeseen eikä se saa aiheuttaa ympäristölle haittoja. Maalausmenetelmät ja maalaustyö esitetään standardissa ISO 12944-7.

Maalaustyössä käytettävät aineet

Maalaustyössä tulee käyttää vain maalauserittelyssä määrättyjä maaleja ja ohenteita ja niitä tulee olla käytettävissä riittävästi.

Maalit ja ohenteet on varastoitava asianmukaisesti. Pakkausten tulee olla hyväkuntoisia ja hyvin suljettuja alkuperäispakkauksia, joiden etiketit ovat luettavissa. Maalien varastoinnissa on otettava huomioon etiketissä, käytöturvallisuustiedotteessa ja tuoteselosteessa annetut turvallisuus- ja olosuhdevaatimukset sekä varastointiaikarajoitukset. Parhaiten maalituotteet säilyvät tasalämpöisissä, viileissä sisäolosuhteissa. Kylmät maalit suositellaan otettaviksi käyttöolosuhteisiin riittävän aikaisin maalien lämpenemiseksi.

Käytettyjen maalien, kovetteiden ja ohenteiden tuotenimet ja valmistuseränumerot merkitään pöytäkirjaan.

Maalaustyö

Maalaustyö on tehtävä maalausselosteen ja sovellettavan standardin ISO 12944-7 mukaisesti. Maalaustyötä tekevien maalareiden on tutustuttava maalien tuoteselosteisiin ja käytöturvallisuustiedotteisiin.

Maalattava pinta tulee esikäsitellä vaadittuun esikäsitteilyasteeseen eikä pinta saa likaantua tai hapettua ennen maalausta.

Maalin pinnalla mahdollisesti oleva "nahka" on poistettava ja maali on sekoitettava tasalaatuiseksi. Kaksikomponenttimaalien komponentit on sekoitettava oikeissa suhteissa eikä seoksen sallittua käyttöaikaa saa ylittää.

Maalia ohennettaessa on ohenteen laadun ja lisätyn määrän vastattava maalausselitystä tai maalin tuoteselostetta.

Maalin levityksen aikana seurataan, että maalit levitetään vaadittuun kalvonpaksuuteen tasaisesti ja ilman valumia tai maalaamattomia kohtia. Kalvonpaksuus tarkistetaan märkäkalvonpaksuusmittarilla.

Terävät reunat, nurkat ja hitsisaumat on tarvittaessa vahvistettava ylimääräisellä maalikerroksella.

Ennen seuraavan maalikerroksen levittämistä tulee edellisen maalikerroksen olla päällemaalauskuiva. Mikäli maalauskerrosten väliaika ylittää maalin maksimipäällemaalausajan, on pinta hiottava maalin tarttuvuuden varmistamiseksi.

Pinnat, jotka rakennetta koottaessa jäävät piiloon, maalataan ennen kokoonpanoa. Vastakkain joutuvien pintojen tulee olla käsittelykuivat ennen asennusta.

Valmiiksi maalattua rakennetta ei saa käsitellä ennenkuin maali on käsittelykuiva.

Korjausmaalauksella tarkoitetaan sekä maalaustyön aikana tehtäviä korjaavia maalaustoimenpiteitä että jo valmiiksi maalattujen kappaleiden vauriokohtien korjaamista. Korjausmaalauksessa tulee ottaa huomioon eritelty maalausjärjestelmä ja maalien tuoteselostetiedot.

Valmis maalikalvo

Maalin kuivuttua katsotaan, ettei maalikalvossa ole maalaamattomia kohtia tai muita maalikalvon toimintaa heikentäviä virheitä kuten valumia, kraattereita, huokosia, halkeilua tai kuivaruiskutusta. Pinnan kiiltoasteen ja värisävyn tulee olla sopimuksen mukaiset.

Sopimuksessa on usein vaatimus, että valmiin maalikalvon paksuus mitataan. Kalvonpaksuusvaatimukset esitetään nimelliskalvonpaksuutena. Nimelliskalvonpaksuuden määritelmät poikkeavat eri standardeissa toisistaan. Kalvonpaksuusmittaukset esitetään luvussa 7. (sivut 40-42).

Huokoisuustarkastusta suositellaan eristävillä pinnoitteilla, jotka joutuvat upotusrasitukseen. Tarkastuksessa pyritään löytämään maalikalvossa ja pinnoitteessa olevat huokokset, reiät ja muut heikot kohdat. Huokoisuustarkastus voidaan tehdä pinnoitteelle, jonka paksuus on vähintään 300 µm **(kuva 8.2)**.

Maalikalvo voidaan myös testata kalvoa rikkovilla menetelmillä. Kalvonpaksuusmittaukset esitetään standardissa ISO 2808. Maalikalvon tarttuvuus mitataan standardin ISO 4624 mukaisella vetokokeella **(kuva 8.3)** tai tarkistetaan standardin ISO 2409 hilaristikkokokeella **(kuva 8.4)**.

Tarkastusvälineet

Tarkastajalla tulee olla käytettävissään voimassa oleva maalauserittely, tarvittavat piirustukset, maalien tuoteselosteet ja käyttöturvallisuustiedotteet, värikartat, sovellettavat standardit sekä tarvittavat mittausvälineet, kuten

- kalvonpaksuusmittari
- lämpömittarit ja ilman kosteuden mittari **(kuva 8.5)**.

Taskulamppu, taipuvavartinen tarkastuspeili, veitsi ja suurennuslasi ovat esimerkkejä valvojan muista apuvälineistä.

Vertailualueet

Tarpeen vaatiessa toimittaja tekee vertailualueen maalauserittelyä noudattaen ja tilaaja hyväksyy vertailualueen pinnan, käytetyt maalit ja pintakäsittelylaitteet, maalaushenkilöstön ja maalausmenetelmät.

Vertailualueet ovat rakenteessa olevia sopivia alueita, joita käytetään osoittamaan hyväksyttävissä olevan työn laadun minimitaso, varmistamaan valmistajan tai toimittajan (urakoitsijan) antamat tiedot oikeiksi ja mahdollistamaan pinnoitteen toimivuuden tarkistaminen koska tahansa valmistumisen jälkeen (ISO 12944-7).

Kaikki vertailualueet on kirjattava tarkasti ja ne voidaan myös merkitä pysyvästi rakenteeseen (ISO 12944-8).

Vertailualueiden koon ja lukumäärän on oltava sekä käytännöllisesti että taloudellisesti järkevässä suhteessa koko rakenteen pinta-alaan (ISO 12944-8).

Maalaustöiden ja -olosuhteiden dokumentointi

Korroosionestomaalauksessa on käytössä kahdenlaisia asiakirjoja. Toiset ovat olemassa jo työn alkaessa ja toiset laaditaan vasta työn kuluessa.

Työn alkaessa olemassa olevat asiakirjat

Maalaustyön laadunvarmistusta ja -ohjausta varten laaditaan ja hankitaan asiakirjoja kuten erittelyt, piirustukset, tarkastusohjeet, työohjeet, laadunvarmistusmenettelyt, tuoteselosteet ja käyttöturvallisuustiedotteet. Kaikkien näiden asiakirjojen tulisi olla selvästi luettavissa, päivättyjä, siistejä ja hyvässä järjestyksessä ylläpidettyjä. Asiakirjojen valvonnalla varmistetaan, että kaikissa kohteissa, joissa suoritetaan laadun kannalta olennaisia työvaiheita, on saatavilla kysymykseen tulevien asiakirjojen asianmukaiset painokset.

Työn aikana laadittavat asiakirjat

Maalaustyöstä vastaava henkilö pitää *päiväkirjaa*. Siihen merkitään päivittäiset tapahtumat, olosuhteet ja mittaus-tulokset, kuten

- päivän säätiedot sekä maalaus- ja esikäsittelypaikan olosuhteet
- välinetarkastukset
- pinnan ruostumisaste ja esikäsittelyasteet
- maalien, kovetteiden ja ohenteiden tuotenimet ja valmistusnumerot sekä kaksikomponenttimaalien käyttöajat
- kalvonpaksuusmittausten tulokset

Päiväkirjaan kirjataan havaittujen puutteiden ja huomautusten aiheuttamat toimenpiteet ja uusintatarkastuksen tulokset. Maalaustyöstä vastaavan henkilön nimi ja tarkastuksen ajankohta kirjataan.

Tarkastuspöytäkirjat

Kaikista tarkastuksista kuten lopputarkastuksesta, vastaanottotarkastuksesta yms. laaditaan *tarkastuspöytäkirja*.



Kuva 8.1 Suolapitoisuuden mittauslaitteet, standardien ISO 8502-6 ja ISO 8502-9 mukaiseen testaukseen.



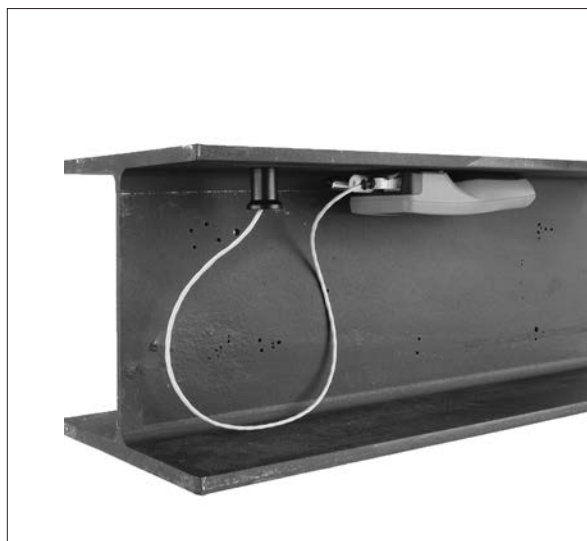
Kuva 8.2 Huokoisuustesteri, standardin ISO 2746 mukaiseen testaukseen.



Kuva 8.3 Adheesiotesteri, jolla mitataan maalikalvon tarttuvuutta ns. vetokokeella standardien ISO 4624 ja ISO 16276-1 mukaisesti.



Kuva 8.4 Hilaristikkolaite, jolla maalikalvon tarttuvuus voidaan testata ISO 2409 standardin mukaisesti.



Kuva 8.5 Kosteus-, lämpö- ja kastepistemittari ISO 8502-4 standardin mukaiseen testaukseen.

9. Huoltomaalaus

Huoltomaalauksella tarkoitetaan seuraavassa metallirakenteiden paikka- ja uusintamaalauksia.

Maalauksen kunnon arvosteleminen

Maalauksen kestävyys on rajallinen. Sää, kosteus, syövyttävät kaasut ym. ympäristötekijät huonontavat maalipinnan kuntoa. Ajan kuluessa maalatut metallirakenteet liutuuntuvat, halkeilevat, kuplivat, ruostuvat ja maali hilseilee.

Standardissa ISO 4628 esitetään yleiset periaatteet, joiden mukaan maalipinnoitteiden virheiden määrä ja koko voidaan luokitella. Luokkia on kuusi, 0–5, jossa 0 tarkoittaa virheetöntä kalvoa ja 5 sellaista tilaa, ettei lisäluokittelu ole tarpeen. Standardissa olevien valokuvien avulla voidaan myös määrittää pinnoitteen kuplimisaste ja ruostumisaste.

Maalatun pinnan ruostumisasteet Ri 0 – Ri 5 esitetään standardissa ISO 4628-3. Maalatun pinnan ruostumisasteet (Ri) ja vastaava ruostunut pinta-ala esitetään **taulukossa 9.1**. Maalauksen korjaus tehdään *paikkausmaalauksena* ruostumisasteen ollessa Ri 1 – Ri 3. Ruostumisasteen ollessa Ri 4 tai Ri 5 maalauksen suojauskyky on loppunut ja korjausmaalauksena tehdään uusintamaalauksena.

Taulukko 9.1 Maalatun pinnan ruostumisasteet ja vastaava ruostunut pinta-ala

Ruostumisaste	Ruostunut pinta-ala
Ri 0	0 %
Ri 1	0,05 %
Ri 2	0,5 %
Ri 3	1,0 %
Ri 4	8,0 %
Ri 5	40-50 %

Huoltomaalauksen ajankohta

Maalauksen kuntoa on tarkastettava sitä useammin mitä rasittavammissa ympäristöissä rakenne sijaitsee. Erikois- ja upotusrasituksissa pienet vauriot maalikalvossa aiheuttavat alustaan pistesyöpyimiä, jotka voivat nopeasti saattaa rakenteen käyttökelvottomaksi. Siksi tällaisten kohteiden huoltomaalaus suoritetaan heti vaurioiden ilmaannuttua, ts. ruostumisasteessa Ri 1 ja viimeistään Ri 3:ssa.

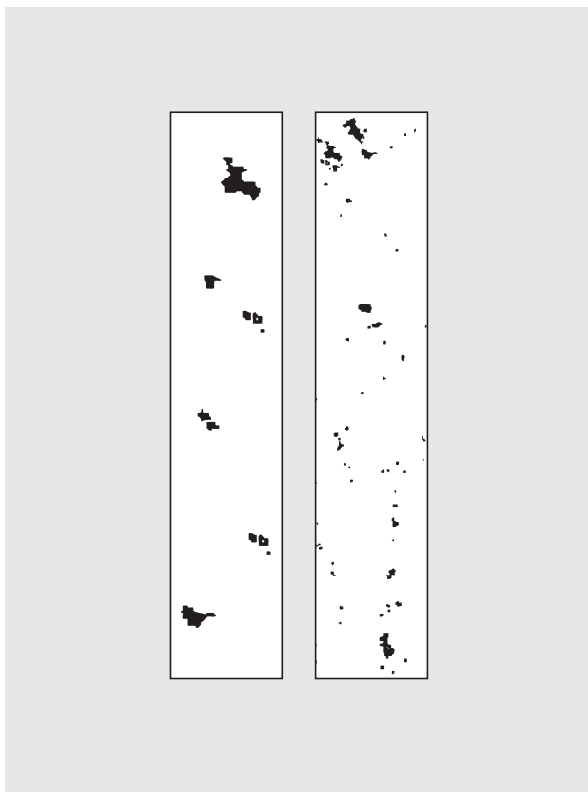
Rasitusluokissa C2 – C5 paikkausmaalauksia aloitetaan, kun pinnan ruostumisaste on saavuttanut Ri 2 – Ri 3:n.

Maalauksen tai pinnoitteen vaurioitumisasteesta ennen ensimmäistä suurempaa huoltomaalauksia tulee sopia osapuolten kesken ja arviointi tulee tehdä standardien ISO 4628-1 – ISO 4628-5 mukaisesti.

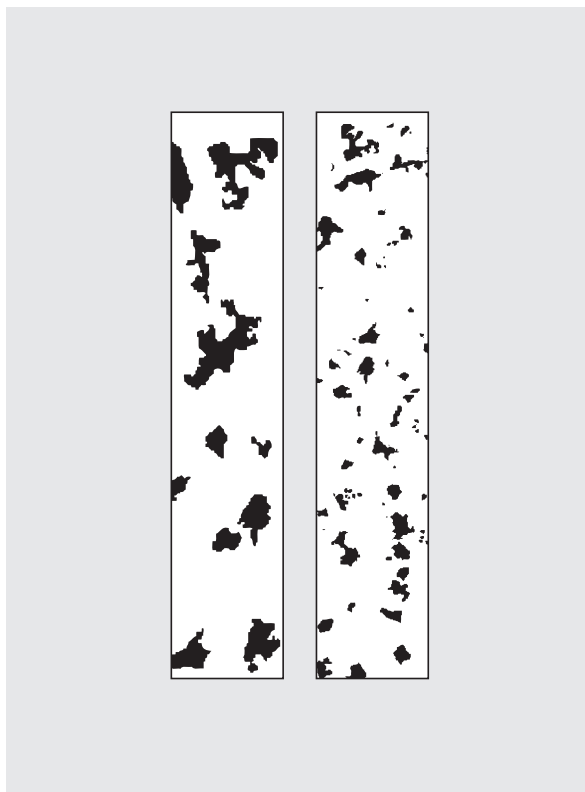
Maalauksen kestoikä määritellään ajaksi jossa vaurioitumisaste on laskenut niin alas, että maalaus on menettänyt suojauskykynsä ja se on uusittava.

Ruostumisasteen arvioinnin helpottamiseksi voidaan käyttää pistekarttoja (ISO 4628-3), joissa vaurioita kuvaavien pisteiden koot ja määrät vaihtelevat mutta vaurioarvio prosenteissa ja ruostumisaste Ri ovat vakiot (**kuvat 9.1 ja 9.2**).

Kestävyysluokka ei ole sama kuin "takuu aika". Kestävyys on arvio, joka voi auttaa omistajaa laatimaan kunnossapito-ohjelman. Takuu aika on tärkeä tekijä, josta on omat lailliset kohtansa sopimuksen hallinnollisessa osassa. Takuu aika on yleensä lyhyempi kuin kestävyysluokkakajakso. Ei ole olemassa sääntöjä, jotka yhdistäisivät nämä kaksi eri aikajaksoa.



Kuva 9.1 Ruostumisaste Ri 3.



Kuva 9.2 Ruostumisaste Ri 4.

Huoltomaalien valinta

Huoltomaalauksessa käytetään yleensä samoja maalityyppejä kuin alkuperäisessä maalauksessa, ellei alkuperäisen maalauksen heikko kestävyys, maalausolosuhteet tai muut syyt anna perusteltua aihetta maalityypin muuttamiseen.

Mikäli maalityypiä ei tunneta, voidaan se selvittää kenttäolosuhteissa karkeasti antamalla epoksiohenteen vaikuttaa maalipintaan n. 10 minuuttia:

- Epoksi- ja polyuretaanimaaleihin epoksiohenteella ei ole vaikutusta. Huoltomaalaus voidaan suorittaa esim. polyuretaanimaalilla.
- Alkydimaalit nousevat tai tulevat tahmeiksi epoksiohenteen vaikutuksesta. Huoltomaalaus suoritetaan alkydimaalilla.
- Kloorikautsu- ja vinyylimaalit liukenevat epoksiohenteeseen. Huoltomaalaus voidaan usein tehdä akryylimaalilla.
- Dispersiosideaineiset maalit tulevat tahmeiksi epoksiohenteen vaikutuksesta. Ylimaalaus voidaan usein tehdä dispersiomaalilla.

Epäselvissä tapauksissa ja suurissa kohteissa voidaan vanhaa maalausta tutkia myös analyttisesti. Tarvittaessa suoritetaan koemaalaus, jonka tulosta voidaan arvioida eri menetelmin.

Mikäli huoltomaalauksen maalausolosuhteita ei voida järjestää maalityypin vaatimusten mukaan, maalityypin vaihtomahdollisuuksista tulisi neuvotella maalin toimittajan kanssa.

Mikäli alkuperäinen maalaus ei ole kestänyt vallitsevissa rasitusolosuhteissa, maalausjärjestelmän sopivuus tarkistetaan ja tarvittaessa valitaan tarkoitukseen paremmin sopiva maalausjärjestelmä.

Huoltomaalauksen suoritus

Huoltomaalaus tehdään joko paikkausmaalauksena tai uusintamaalauksena.

Huoltomaalaus tehdään paikkausmaalauksena pinnan ruostumisasteen ollessa Ri 2 – Ri 3. Pinta puhdistetaan rasvasta, liasta ja suoloista. Maalattavat kohdat puhdistetaan irtoavasta maalista ja ruosteesta käytettävän maalausjärjestelmän vaatimaan esikäsittelyasteeseen joko kaapimalla, teräsharjaamalla tai suihkupuhdistamalla. Puhdistetun kohdan ja kiinteän maalikerroksen raja viistetään.

Standardissa ISO 8501-2 on esimerkkikuvia pinnan puhdistuksesta ennen huoltomaalausta.

Paikkaussuihkupuhdistuksessa tulee varoa ehjän maalikerroksen rikkomista. Puhdistus tulee tehdä oikeassa kulmassa, oikealta etäisyydeltä ja oikealla puhdistusmateriaalilla.

Paikkauskohdat maalataan valitun maalausjärjestelmän maaleilla eriteltyyn kalvonpaksuuteen.

Haluttaessa yhtenäinen ulkonäkö, koko pinta ylimaalataan järjestelmän pintamaalilla. Tällöin vanha ehjä maalipinta on käsiteltävä siten, että uusi maali tarttuu siihen. Maalipinnat pestään sopivalla pesuaineella ja karhennetaan.

Huoltomaalaus tehdään uusintamaalauksena, kun pinnan ruostumisaste on Ri 4. Tällöin koko pinta suihkupuhdistetaan puhtaaksi maalista ja ruosteesta ja maalaus uusitaan alusta alkaen alkuperäisellä maalausjärjestelmällä.

10. Maalauksen työturvallisuusohjeita

Useat maalit sisältävät terveydelle haitallisia aineita, minkä vuoksi maalien käsittelyssä tulee noudattaa huolellisuutta ja huolehtia tarpeellisista suojatoimenpiteistä. Tulenarkoja maaleja käsiteltäessä on lisäksi kiinnitettävä erityistä huomiota maadoitukseen, jotta estettäisiin staattisesta sähköstä aiheutuva palo- ja räjähdysvaara.

Oikeiden työskentelytapojen ja suojatoimenpiteiden suunnittelussa ja toteutuksessa tulee ottaa huomioon paikalliset olosuhteet, käytettävät työmenetelmät ja maalityypit sekä maalattavat kohteet. Alla olevia yleisiä turvallisuusohjeita soveltamalla voidaan laatia työpaikkakohtaisia maalaustöiden turvallisuusohjeita.

Tutustu tuotteiden käyttöturvallisuusohjeisiin ennen maalaustyön aloittamista. Niistä löydät tietoa mm. seuraavista asioista:

- oikeat suojavälineet
- työympäristölle asetettuja vaatimuksia
- tietoja tuotteen vaaraominaisuuksista
- toimintaohjeet eri onnettomuustilanteissa

Työpaikkajärjestelyt

Työpaikkajärjestelyillä voidaan parantaa yleistä työturvallisuutta:

- *Työpisteen rajaamisella* voidaan ohjata pois tarpeeton oleskelu tai liikkuminen.
- *Työpaikan puhdistettavuutta* voidaan helpottaa käyttämällä vaihdettavia suojapaperi- tms. suojapäälyksiä. Tiiviit ja muutoin tarkoituksenmukaiset jätteasiat helpottavat puhdistustyötä.
- *Tuotteiden varastointi*; työpisteen läheisyydessä tulisi säilyttää vain pieniä määriä tuotteita. Palavia nesteitä varastotaessa on huomioitava mahdolliset rajoitukset ja viranomais määräykset (ATEX-määräys; ks. tarkemmat ohjeet EU direktiivistä 94/9/EY). Avonaisia astioita ei saa säilyttää työtilassa.
- *Työpaikan ilmastointi* on maalausasemien ja muiden kiinteiden työpisteiden keskeisimpiä työturvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä. Yleisilmastoinnin lisäksi voidaan käyttää oikein suunniteltuja paikallis- ja kohdepoistoja, joka voivat olla joko kiinteitä tai liikuteltavia.
- *Peseytymiseen* varataan tavanmukaisten peseytymistarvikkeiden lisäksi puhdistusainetta, ihovoidetta ja silmän puhdistusvälineet.

Maalaustyö

Annostelu, ohennus ja sekoitus tehdään lähellä maalaus pistettä. Roiskeita tulee välttää. Tarvittaessa sekoituksessa voidaan käyttää roiskesuojaa. Maalauslinjoilla on mahdollista käyttää automaattisia tai suljettuja laitteistoja. Palavia nesteitä annosteltaessa staattisen sähköön muodostuminen estetään maadoituksella.

Maalaus telalla, siveltimellä ja lastalla altistaa vähemmän kuin ruiskumaalaus. Roiskeet ja tahrat iholle estetään käyttämällä sopivia suojavaatteita sekä suojakäsineitä. Tarvittaessa käytetään sopivia silmien tai kasvojen suojaimia. Ilmastoinnilla voidaan yleensä pitää telamaalaustyössä maaleista haihtuvat liuotinhöyrypitoisuudet riittävän alhaisella tasolla. Jos pitoisuudet nousevat liian korkeiksi, maalaustyössä käytetään kaasusuodatinnaamaria.

Ruiskumaalaustyössä altistuksen voimakkuus voi vaihdella suuresti. Hengityssuojaimen käyttö on tällöin tarpeellista. Hengityssuojaimia tulee käyttää myös vesiohenteisia maaleja ruiskutettaessa. Tällöin suojaimen tulee olla vähintään pölysuodatin, mieluiten pöly-kaasusuodatin. Liuotinohenteisia maaleja ruiskutettaessa on hengityssuojaimen oltava sekä pöly- että kaasusuodatin. Jos ruiskumaalaustyö tehdään tilassa, jossa koneellinen ilmanvaihto on heikko tai puuttuu kokonaan, voidaan käyttää paineilma- tai raitisilman naamaria tai -huppua, joka samalla suojaa myös kasvojen ja kaulan ihoalueita.

Ruiskumaalaustyössä iho altistuu yleensä helposti. Käyttämällä sopivaa suojavaatetusta sekä suojakäsineitä voidaan altistusta vähentää. Suojakäsineiden alla voidaan käyttää ohuita puuvillakäsineitä. Ihon puhdistamista voidaan helpottaa sopivin suojavoitein.

Ruiskumaalaustyössä esiintyy usein palo- ja räjähdysvaara. Tämä estetään huolehtimalla oikeasta maadoituksesta sekä maalaustyön aikana että ruiskun pesussa.

Hiontatyö

Kaikki hiontapöly voi ärsyttää hengityselimiä, ihoa ja silmiä. Oikein suunnitellulla kohdeimurilla tai hiomakoneeseen asennetulla imurilla voidaan merkittävästi vähentää hiontapölyä. Vesihionta vähentää myös oleellisesti pölyn määrää. Hiontapölyä vastaan voidaan tarvittaessa suojautua käyttämällä pölysuodattimella varustettua hengityssuojainta sekä sopivaa suojavaatetusta.

Suihkupuhdistustyö

Suihkupuhdistustyössä on käytettävä tarkoitukseen valmistettua ikkunallista, hengitysilma ja suojaviitalla varustettua suojakypärää.

Paljas iho on suojattava paksuilla suojavaatteilla, erikoiskäsineillä ja turvasaappailla.

Puhallusaineen pölyn tunkeutuminen vaatteiden alle olisi estettävä esim. lahkeiden ja hihansuiden kiristysnauhoilla tai teipillä.

Suojeluvälineet

Maalaustyössä suojauskohteet ovat yleensä silmät, hengityselimet ja iho:

- *Suojalasit:* Jos maalaustyössä ei käytetä suojanaamaria, joka suojaa myös silmät, on suojalasien käyttö suositeltavaa.
- *Suojakäsineet:* Maaleja, liuottimia ja hartseja käsiteltäessä on käytettävä kemikaalinkestäviä suojakäsineitä, materiaaliltaan esim. nitrilikumia tai butyylikumia. Näiden alla on hyvä käyttää ohuita puuvillakäsineitä, jotka estävät hikoamisesta aiheutuvan ihon ärsytyksen. Suihkupuhdistuksessa on käytettävä erikseen tätä tarkoitusta varten suunniteltuja käsineitä.
- *Suojavaatteet:* Yleensä voidaan käyttää tavallisia suojahaalareita, palo- tai räjähdysvaarallisissa tiloissa mieluiten puuvillasta valmistettuja. Tarvittaessa voidaan käyttää esim. läpäisemättömiä esiliinoja, kyynärpää-, polvi- tai rannesuojia lisävarusteina. Omien työhaalareiden päällä on tarvittaessa hyvä käyttää kertakäyttöhaalareita.
- *Suojavoiteet:* Käyttö on suositeltavaa, kun on olemassa ihon altistumisen vaara. Suojavoiteet helpottavat ihon puhdistusta ja ehkäisevät ihon kuivumista.
- *Hengityssuojaimet:* Käytetään, jos työpisteessä ei voida ilmastoinnilla riittävästi estää haitallisia pöly- tai kaasu pitoisuuksia.
 - pölysuodatinnaamari hiontatyössä, tyyppi P2 tai P3
 - kaasusuodatinnaamari pesussa, sivellin-, tela- ja lastatyössä, tyyppi A
 - ruiskumaalauksessa yhdistelmäsuodatinnaamari, esim tyyppi A2P3
 - ruiskutuksessa tarvittava paineilma- tai raitisilmanaamari tai -huppu, suihkupuhdistuksessa suihkupuhdistuskypärä

Tarkempia tietoja tuotteiden käsittelyn aikana tarvittavista suojavälineistä löytyy käyttöturvallisuustiedotteista.

Henkilökohtainen hygienia

Hyvä henkilökohtainen hygienia kuuluu olennaisena osana työturvallisuuteen. Siirryttäessä työpisteestä muihin tiloihin on hyvä vaihtaa vaateet ja puhdistautua. Suojavoiteiden käyttö helpottaa ihon puhdistamista. Työpäivän päätyttyä on käsienpesun jälkeen hyvä voidella kädet ihovalmisteella, jotta iho ei kuivuisi.

Lisätietoja

Yleisiä määräyksiä kemikaalien käsittelystä on annettu Valtioneuvoston asetuksessa kemiallisista tekijöistä työssä (715/2001). Suojaimista on määräyksiä päätöksissä 1406/93 ja 1407/93.

Lisätietoja kemikaalien turvallisesta käsittelystä antavat esim Turvatekniikan keskus (www.tukes.fi), Työsuojelupiirit (www.tyosuojelu.fi).

11. Standardien numeroluettelo

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 luokittelu

SFS-EN ISO 12944-3

Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä.
Osa 3: Rakenteen suunnitteluun liittyvä 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

PSK

Metallirakenteiden suojaus orgaanisilla pinnoitteilla. Käyttösuositus prosessiteollisuudelle

Pinnan esikäsittelyä käsittelevät standardit

SFS-ISO 8501-1

Teräspintojen käsittely ennen pinnoitusta maalilla ja vastavilla tuotteilla.
Pinnan puhtauden visuaalinen tarkastelu. 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 esikäsittely

SFS-EN ISO 8501-4 Teräspintojen esikäsittely ennen pinnoitusta maalilla tai vastaavilla tuotteilla.

Pinnan puhtauden arviointi silmämääräisesti. Osa 4: Pinnan kunnon lähtötaso, esikäsittelyasteet ja pikaruostumisasteet korkeavesipainesuihkutuksen yhteydessä.

SFS 8145

Korroosionestomaalaus. Suihkupuhdistettujen tai suihkupuhdistettujen ja konepajapohjamaalilla käsiteltyjen teräspintojen mekaanisten esikäsittelyjen laatuasteet

SFS-EN ISO 8504-1

Teräspintojen esikäsittely ennen maalien ja vastaavien tuotteiden levitystä. Esikäsittelymenetelmät. Osa 1: Yleiset periaatteet

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

Pinnan karheutta, pölyisyyttä, suolapitoisuutta ja muita pinnan ominaisuuksia kuvaavat standardit**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 (teippi-menetelmä)

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 suolojen määrittämiseksi konduktimetrisesti

SFS-EN ISO 8503-2

Teräspintojen käsittely ennen pinnoitusta maalilla ja vastaavilla tuotteilla. Teräspinnan määrittely. Osa 2: Pintaprofiilin arviointimenetelmä suihkupuhdistetulle teräkselle. Vertailukappalemenetelmä

Maalikalvojen paksuutta, tartuntaa ja muita ominaisuuksia käsittelevät standardit**SFS-ISO 19840**

Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Pinnoitteiden kuivakalvonpaksuuden mittausta ja hyväksymisperiaatteet karheilla pinnoilla.

SFS-EN ISO 2808

Maalit ja lakat. Kalvonpaksuuden määrittäminen

SFS-EN ISO 2409

Maalit ja lakat. Hilaristikkokoe

SFS-EN ISO 4624

Maalit ja lakat. Tarttuvuuden arviointi vetokokeella

SFS-EN ISO 2813

Maalit ja lakat. Peilihiillon määrittäminen ei-metallisille maalikalvoille kulmilla 20°, 60° ja 85°.

Pinnoitteen huononemista käsittelevät standardit**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-ISO 4628-6

Maalit ja lakat. Pinnoitteiden virheentymisen arviointi. Yleisten virhetyyppien intensiteetin, määrän ja koon merkintä (luokittelu).

Osa 6: Liitumisasteen arviointi teippimenetelmällä

SFS-EN ISO 4628-7

Maalit ja lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten virhetyyppien esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä.

Osa 7: Liituuntumisasteen arviointi samettimenetelmällä

SFS-EN ISO 4628-8

Maalit ja lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten virhetyyppien esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä.

Osa 8: Viiltoa ympäröivän irtoamisen ja korroosion arviointi.

SFS-ISO 4628-10:fi

Maalit ja lakat. Pinnoitteiden virheentymisen arviointi. Yleisten virhetyyppien intensiteetin, määrän ja koon merkintä (luokittelu).

Osa 6: Liitumisasteen arviointi teippimenetelmällä

Ruotsissa yleisimmin käytetyt standardit

BSK-07 Boverkets handbook om stålkonstruktioner

Ruotsissa käytetään prosessiteollisuudessa Skogsindustriella Standardiseringsgruppen SSG:n laatimia toimialastandardeja.

SSG 1000E-8

Design and procurement of protective paint systems. General regulations

SSG 1001E

Instructions for the design and procurement of protective paint systems

SSG 1005E

Systems for initial painting of metallic materials

SSG 1006

Färger för korrosionskydd av metalliska material.

SSG 1007E-6

Colours of finishing paint on metallic materials

SSG 1008E-2

Project planning and procurement of single item hot dip galvanizing

SSG 1009E-9

Systems for initial painting of hot dip zinc coated steel

SSG 1010E-8

Systems for maintenance painting (repainting) of metallic materials

SSG 1011E-6

Maintenance painting on metallic materials. Cleaning methods for surface treatment prior to painting

SSG 1012E-9

Choice of painting system

SSG 1017E-5

Recommendations for the inspection of painting

SSG 1021E-5

Paints for protection of metallic materials. Two-pack epoxy or polyurethane primer GA,GK,GS

SSG 1022E-5

Paints for protection of metallic materials. Zinc powder pigmented epoxy primer GB,GZ

SSG 1023E-5

Paints for protection of metallic materials. Acrylic or vinyl primer GE,GL

SSG 1024E-5

Paints for protection of metallic materials. Surface tolerant oil or long-oil alkyd primer GM,GP

SSG 1025E-4

Paints for protection of metallic materials. Two-pack oxirane ester primer GR

SSG 1026E-4

Paints for protection of metallic materials. Two-pack epoxy or polyurethane top paint TA,TB, TD

SSG 1027E-4

Paints for protection of metallic materials. Acrylic or vinyl top paint TE,TL

SSG 1028E-4

Paints for protection of metallic materials. Alkyd top paint TM,TP

SSG 1029E-4

Paints for protection of metallic materials. Two-pack oxirane ester top paint TR

SSG 1030E-4

Paints for protection of metallic materials. Solventfree epoxy, vinyl ester or polyester top paint TF, TG

12. Maalausvaikeuksia – Missä vika?

‘Mahdolliset syyt’ -otsikon alla on lueteltu vain muut kuin maalissa olevat viat.

ONGELMA	MAHDOLLISET SYYT	SEURAUS	ONGELMAN VÄLTÄMINEN
Nestemaalissa			
Laskeutuminen (settling) (bottensats)	Maalin liian pitkäaikainen varastointi tai varastointi liian lämpimissä tiloissa. Maalin kuljetuksen aiheuttama tärinä. Maalin ohennus.	Huolimattoman sekoituksen seurauksena: - pigmenttien epätasainen jakautuminen - epätasainen kiilto - juovikas maalipinta - huono kalvonmuodostus ja peitto.	Maali tulee säilyttää viileässä paikassa. Ennen käyttöä maali on sekoitettava huolellisesti pohjaa myöten ja maalaustyön aikana on seurattava maalin laskeutumisherkkyyttä.
Nahoittuminen (skinning) (skinnbildning)	Maali varastoitu epätiiviissä pakkauksessa liian kauan. Liian lämmin varasto.	Osa maalia menee hukkaan. Epäsiisti maalikalvo, mikäli nahkoja joutuu maalin sekaan. Ruiskusuodattimet tukkeutuvat.	Sivelyvalmiin maalin säilyttäminen suljetussa, täydessä astiassa. Avatun, vajaan astian maalipinnalle kaadetaan pieni määrä ohennetta ennen astian sulkemista. Maalit säilytetään viileässä varastossa. Maali siivilöidään ennen käyttöä.
Maalin levityksessä ja maalikalvossa			
“Appelsiinipinta” (orange peel) (apelsinskal)	Ruiskumaalauksessa käytetty sopimatonta ohennetta, menetelmää tai viskositeettia.	Maalikalvo ei ole tasainen.	Valitaan ruiskulevitykseen sopiva ohenne, jota käytetään niin paljon, että saadaan ruiskulle sopiva viskositeetti, jolloin maali hajoaa oikealla tavalla.
Huokoisuus, huokonen (porosity, pinhole) (porositet, por)	Sopimaton ohenne. Maalissa ilmaa. Ruiskutusilmassa kosteutta. Maalikalvo liian ohut.	Maalikalvossa olevat huokokset heikentävät suojauskykyä ja maalikalvo likaantuu helpommin.	Käytettävä oikeaa ohennetta oikeassa suhteessa ottaen huomioon maalausmenetelmä, maalausolosuhteet ja kalvonpaksuus. Alustan ollessa huokoinen käytetään ohutta pohjamaalia ja maalataan harsotustekniikalla.
Huokoisuuden muodostus (pinholing) (porbildning)	Liian nopea kuivuminen. Huokoinen/reikäinen alusta.		
Kiilto epätasainen (uneven gloss) (glansojämnheter)	Sopimaton ohenne. Epätasainen alusta (kitatut paikat). Epätasainen levitys. Huokoinen, imevä alusta.	Juovikas pinta.	Oikea ohenne, oikea määrä. Kitatut tai muuten huokoiset paikat paikkamaalattava ennen ylimaalausta. Tasainen levitys.

ONGELMA	MAHDOLLISET SYYT	SEURAUUS	ONGELMAN VÄLTÄMINEN
Liian nopea kuivuminen (drying troubles) (torkbesfär)	Liian nopeat ohentimet maalissa. Liian kuiva ilma (vesiohentei- set maalit).	Kalvon muodostus on häiriintynyt; laikukkuutta tai epätasainen kiilto	Maaliin lisätään kuivumista hidastavaa ohenninta. Ilman kosteutta lisätään (vesiohenteiset maalit).
Hidas kuivuminen (drying troubles) (torkbesvär)	Kovete puuttuu tai määrä virheellinen. Liian paksu maalaus. Maalattu tuoreen kalvon päälle. Sade, sumu, kosteus tai kylmyys. Likainen tai rasvainen alusta. Pehmitinpitoinen alusta.	Maalikalvo jää tahmeaksi. Maalikalvoon tarttuu likaa. Huono kestävyys.	Maali tulee säilyttää, sekoit- taa ja käyttää valmistajien ohjeita noudattaen. Pohjamaalauksen on annet- tava kuivua hyvin. Maalaus suoritettava kuivalle alustalle oikealla leviävyydel- lä ja vaadituissa maalausolo- suhteissa.
Pikaruostuminen maalatta- essa (flash rusting during painting) (snabbrostning vid målnin- gen)	Viileät tai kosteat maalaus- olosuhteet, paksu kalvo tai myös käytettävän maalin riittämätön inhibiointi.	Vesiohenteinen maalikalvo saattaa heti maalauksen jälkeen aiheuttaa teräksen lievää pisteittäistä ruostumis- ta, mikä näkyy kalvoon muo- dostuvina ruskeina täplinä.	Seurattava annettuja olosuh- de- ja kalvonpaksuusohjeita. Maalaus harsottamalla. Tuuletuksen lisääminen.
Nouseminen (lifting) (resning)	Pohjamaali ei kestä pin- tamaalin liuotteita, vaan turpoaa ja irtoaa alustasta.	Maalikalvo irtoaa alustasta tai poimuuntuu.	Käytettävä oikeaa pintamaa- lityyppiä. Ei saa käyttää liian voimak- kaita ohenteita.
Rosoinen pinta (rough surface) (kornig yta)	Likaisen maalin ja/tai likais- ten maalausvälineiden käyttö. Likainen, pölyinen alusta. Sopimattoman ohenteen käyttö, mikä saattaa saostaa maalien aineosia. Ruiskutussumu maalatulle pinnalle. Hiekkapuhallus- ym. pölyä ympäristössä.	Huono ulkonäkö.	Maalin suodattaminen. Välineiden pesu. Alustan puhdistus. Oikean ohenteen käyttö. Maalin hyvä sekoitus ennen käyttöä. Ruiskutus tehdään niin, ettei ruiskutussumua joudu maalattavalle pinnalle.
Rypppyntyminen (wrinkling) (rynkning)	Liian paksu maalikalvo.	Voimakas likaantuminen. Huono kalvonmuodostus.	Käytettävä oikeaa pohja- maalia. Oikea kalvonpaksuus ja kuivumisaika.
Valuminen (sagging) (gardinbildning)	Liian paksu maalikalvo. Kylmä maali. Liiallinen ohentaminen.	Huono ulkonäkö.	Maali levitettävä ohuemmin. Maalia pidettävä lämpimässä tilassa ennen maalausta. Ohennettava maalia vähem- män.
Väririkkko (läpilyönti) (bleeding) (blödning)	Liukeneva väriaine tai pigmentti vaeltaa pohjasta pintamaaliin. Bitumin läpilyönti.	Maalikalvo värjäytyy ja tulee kirjavaksi.	Valittava sopiva pintamaali tai käytettävä eristysmaalausta. Ei saa maalata bitumin päälle muilla maaleilla.

ONGELMA	MAHDOLLISET SYYT	SEURAUUS	ONGELMAN VÄLTÄMINEN
Kestävyys- ja suojauskykyongelmia			
Halkeilu (cracking) (sprickbildning)	Maali ollut liian kova (hauras) kyseiselle alustalle. Lämmönvaihtelu. Sopimaton maalausjärjestelmä.	Maalikalvo halkeilee joko alustaan saakka tai edellisiin maalikerroksiin.	Varmistettava maalitehtailta että valittu maalausjärjestelmä on tarkoitukseen sopiva.
Hilseily (flaking) (avflagning)	Maalaus suoritettu kostealle tai rasvaiselle pinnalle. Maalaus tehty valssihilseen tai ruosteen päälle. Maalaus tehty huonoissa olosuhteissa. Maali sekoitettu tai ohennettu väärin. Alustalle sopimaton maaliyhdistelmä.	Maalikalvo tai osia siitä irtoaa alustasta ja maalikalvo menettää suojauskykynsä.	Maalattava pinta puhdistettava hyvin. Maalattava kuivalle pinnalle riittävän korkeassa lämpötilassa. Noudatettava maalinvalmistajan antamia ohjeita, jotka koskevat maalien sekoitus-suhteita, maalausväliaikoja ja kalvonpaksuuksia. Valittava kohteeseen sopiva maaliyhdistelmä.
Irtoaminen (kalvojen välinen) (delamination) (delaminering)	Edellinen maalikerros on ehtinyt likaantua tai kovettua liikaa. Sopimaton maali. Sopimaton maalausväliaika.	Maalikerros irtoaa edellisestä kerroksesta. Ulkonäkö ja kestävyys kärsivät.	Ennen seuraavaa maalausta on maalipinta puhdistettava liasta, rasvasta ja suoloista. Kovat tai kiiltävät pinnat tulee hioa himmeiksi. Valittava pohjamaalille sopiva pintamaali. Käytettävä oikeita maalausväliaikoja.
Rakkuloituminen (blistering) (blåsbildning) -vanhassa maalikalvossa	Sopimaton ohenne. Kosteat olosuhteet. Liian paksu tai ohut maalaus. Kosteus päässyt maalikalvon alle. Aliruostuminen. Katodisuojaus aiheuttama kupliminen. Epäpuhdas alusta.	Maalikalvon irtoaminen alustasta pyöreinä kuplina.	Maalataan vain hyvissä olosuhteissa. Pinnan puhdistus tulee suorittaa hyvin. Käytettävä ko. rasituksia hyvin kestäviä maaleja. Katodisuojaus yhteydessä käytettävä kyseistä suojausta kestäviä maaleja.
Liituaminen (chalking) (kritning)	Maalille liian kova UV-rasitus.	Maalikalvon värin muutos sideaineen hajoamisen johdosta.	Valitaan ympäristön UV-rasitusta kestävä pintamaali.
Huono korroosiosuoja (weak corrosion protection) (dåligt korrosionsskydd)	Sopimaton maalausjärjestelmä. Liian ohuita maalikalvoja. Riittämätön esikäsittely. Huonot maalausolosuhteet.	Ennen aikaista ruostumista.	Valitaan kohteeseen oikea maalausjärjestelmä ja noudatetaan maalinvalmistajien ohjeita esikäsittelystä, olosuhteista ja maalauksesta.
Huono kosteudenkesto (weak early water resistance) (dålig tidig vattenbeständighet)	Sopimaton maalausjärjestelmä. Liian lyhyt kuivumisaika.	Maalikalvoon tulee esim sade- tai vesipisaroita vaalenemia ja läikkäjä.	Valitaan kohteeseen oikea maalausjärjestelmä ja noudatetaan maalinvalmistajien ohjeita esikäsittelystä, olosuhteista ja maalauksesta.
Maalikalvo värjää	Kalvo liidunnut. Pigmentin ominaisuus (esim. jotkin kirkkaan punaiset sävyt).	Kalvo värjää hierrettäessä kankaalla tms	Maalityypin/värisävy valinta kohteeseen sopivaksi.

13. Korroosionestomaalauksen tulevaisuus

Tulevaisuuden korroosionestomaalauksen haasteina tulevat olemaan maalien käyttäjien toiveet läpimenoaikojen nopeutumisesta sekä yhteiskunnan maaleille asettamat rajoitteet kuten VOC-lainsäädäntö.

Maalien kuivumisajan nopeutuminen ja siten nopeampi maalattujen kappaleiden siirtely ja pakattavuus on vaa-
tiva haaste maalien kehitystyössä. Joillakin maalityypeillä päästään jo nyt varsin hyvään lopputulokseen, mutta
esim vesiohenteisissa maaleissa on edelleen parannettavaa tässä suhteessa. Toisaalta läpimenoaikaa voidaan
lyhentää myös siten, että maalikalvojen lukumäärää ja/tai kalvonpaksuutta voidaan säätää heikentämättä maali-
yhdistelmän korroosionkestoa.

Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC) koskeva ja päästörajoituksia kokonaisvaltaisesti säätelevä EU-direktiivi
1999/13/EC (vuonna 1999) on edellyttänyt EU-jäsenvaltioita laatimaan kansalliset säädökset liuotinpäästöjen
vähentämiseksi. Vuonna 2001 Valtioneuvosto laati Suomessa direktiivin perusteella asetuksen 435/2001, jossa
määritellään millä ehdoilla liuottimia sisältäviä tuotteita saa laitoksissa (maalaamoissa) käyttää.

VOC-asetus edellyttää, että teollisuusmaalaamot laskevat vuotuiset liuotinpäästönsä. Mikäli päästöjen määrä
on 5000–15 000 kg vuodessa, maalaamo joutuu rekisteröitymään ympäristöhallinnon tietojärjestelmään. Mikäli
päästöt ovat yli 15 000 kg vuodessa, maalaamon tulee rekisteröitymisen lisäksi hankkia ympäristölupa.

VOC -päästöjä voidaan vähentää tehokkaasti valitsemalla käyttöön joko jauhemaaleja tai liuotteettomia-, vesi-
ohenteisia-, tai korkean kuiva-aineen märkämäaleja.

Vesiohenteiset ja korkean kuiva-aineen maalit

Eri maalien VOC-pitoisuutta voidaan verrata keskenään maalien tuoteselosteissa ilmoitetun VOC-määrän (g/litra) perusteella. Maalin kiintoaineen määrän (g/litra) perusteella voidaan laskea viranomaisten VOC-asetuksessa edellyttämät arvot.

Vesiohenteisia korroosionestomaaleja on ollut markkinoilla jo yli 20 vuotta. Esimerkiksi Teknoksen vesiohenteinen TEKNOPOX AQUA PRIMER 3 on korroosionestoon tarkoitettu epoksipohjamaali. Maalia on saatavilla myös MIOX pigmentoituna.

TEKNODUR AQUA 3390 sarjan vesiohenteiset polyuretaanipintamaalit soveltuvat käytettäväksi vesiohenteisten epoksipohjamaalien kanssa.

Teknos on kehittänyt erittäin aktiivisesti myös 1-komponenttisia vesiohenteisiä korroosionestomaaleja teollisuuden käyttöön. Näistä yhtenä esimerkkinä on TEKNOCRYL AQUA COMBI 2780 -sarja. Maali on helppo ruiskuttaa ja se antaa teräspinnoille erinomaisen suojan.

Korkean kuiva-aineen maaleista ja pinnoitteista on tullut entistäkin tärkeämpiä korroosionestomaalauksessa. Maalialan tuotekehityksen ehdotonta huippua edustaa korkean kuiva-aineen TEKNODUR COMBI 3560-sarjan polyuretaanimaalit. Ne kuivuvat nopeasti, ovat helppoja käyttää ja niiden VOC-päästöt ovat erittäin alhaiset.

Jauhemaalit

Täysin liuotteettomat ja ympäristöystävälliset Teknoksen valmistamat INFRALIT jauhemaalit ovat olleet markkinoilla jo yli 40 vuotta. INFRALIT jauhemaalit eivät sisällä haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC) ja ne täyttävät EU:n liuotinpäästöjä koskevan standardin 1999/13/EC.

INFRALIT-jauhemaalit täyttävät myös EU-direktiivin 2002/95/EC ja sen täydennyksen 2005/618/EC (RoHS) mukaiset rajoitukset koskien lyijyn, elohopean, kadmiumin, kuudenarvoisen kromin, bromattujen bifenyyliden (PBB) ja bromattujen difenylieetterien (PBDE) pitoisuuksia sähköteollisuuden tuotteissa.

Poikkeuksena tästä ovat kuitenkin ns. sinkkirikkaat jauhemaalit (INFRALIT EP 8026-05 ja INFRALIT PE 8316-05), jotka saattavat sisältää sinkin epäpuhtautena kadmiumia yli 0,01 paino-% ja/tai lyijyä yli 0,1 paino-%.

Tuotemaalauksen ohella INFRALIT jauhemaalien käyttö on tuotantotaloudellinen ja korkealaatuinen vaihtoehto myös korroosionestomaalauksessa. Teknos Oy on luonut jauhemaalaukseen perustuvia maalausjärjestelmiä, jotka on testattu ISO 12944 standardin mukaisesti. Nämä Teknoksen jauhemaalauksjärjestelmät ovat erinomainen vaihtoehto kansallisesti ja kansainvälisestikin käytössä oleville märkämaalauksjärjestelmille.

Uudismaalauserrittely

LOM184
Versio 1/0599
Sivu 1 (1)

Projekti			
Omistajan nimi			
Projektin sijainti			
Maalattava rakenne			
Ympäristö			
Piirustus nro / alue			
Maaliyhdistelmä			
Maaliyhdistelmän nro (ISO 12944-5)		Kestävyysluokka (ISO 12944-5)	

MAALAUUS KONEPAJASSA

Pinnan esikäsittelyaste:

Konepajapohjamaalin tyyppi (jos käytetään):

Maalin valmistaja:

Pinta-ala, m²:

MAALIYHDISTELMÄ	Kuivakalvon nimellispaksuus µm	Päällemaalausväliaika		Kuivumisaika lämpötilassa°C, h
		min., h	max., h	
1. kerros:				
2. kerros:				
3. kerros:				
4. kerros:				
Yhteensä				

HUOM! Vaurioiden paikkaus, ks. alla olevaa kohtaa "MAALAUUS KENTÄLLÄ".

MAALAUUS KENTÄLLÄ

Pinnan esikäsittelyaste:

Paikkamaalaus:

Ylimäalaus:

Maalin valmistaja:

Pinta-ala, m²:

MAALIYHDISTELMÄ	Kuivakalvon nimellispaksuus µm	Päällemaalausväliaika		Kuivumisaika lämpötilassa°C, h
		min., h	max., h	
1. kerros:				
2. kerros:				
3. kerros:				
4. kerros:				
5. kerros:				
6. kerros:				
Yhteensä				

Huoltomaalauserrittely

LOM185
Versio 1/0599
Sivu 1 (1)

Projekti		
Omistajan nimi		
Projektin sijainti		
Maalattava rakenne		
Ympäristö		
Piirustus nro / alue		
Alkuperäinen maaliyhdistelmä		
Pinnan kunto (ks. ISO 12944-8, liite K)		
Huoltomaalaukseen eritelty maaliyhdistelmä		Maaliyhdistelmän nro (ISO 12944-5)
		Kestävyyssluokka (ISO 12944-5)

HUOLTOMAALAUUS

Vaurioituneen pinnan esikäsittelyaste: Pinta-ala, m²:

Vaurioitumattoman pinnan esikäsittely: Pinta-ala, m²:

Paikkamaalaus: Pinta-ala, m²:

Ylimaalaus: Pinta-ala, m²:

Maalin valmistaja:

MAALIYHDISTELMÄ	Paikka- maalaus	Yli- maalaus	Kuivakalvon nimellis- paksuus µm	Päällemaalausväliaika		Kuivumisaika lämpötilassa°C, h
				min., h	max., h	
1. kerros:						
2. kerros:						
3. kerros:						
4. kerros:						
5. kerros:						
6. kerros:						
Yhteensä						

Maalaustyön seuranta

LOM186
Versio 1/0599
Sivu 1 (1)

[illegible]

Raportti korroosionestotyön vertailupinnoista

LOM187
Versio 1/0599
Sivu 1 (2)

Tilaaja			
Erittelyn laatija			
Projekti			
Määräävä rakenneos			
	Yhtiö	Vastuuhenkilö	
Pinnan esikäsittely:			
Maalaustyö:			
Maaliaineiden toimittaja:			
Vertailupinta ¹⁾ Sijainti ja merkintä:	Koko, m ²		
Pinnan alkuperäinen kunto: Pinnoittamaton pinta (standardin ISO 8501-1 mukaiset tiedot) Ruostumisaste ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D Täydentävät tiedot:			
Sinkitty teräspinta, jos esiintyy: ☐ Kuumasinkitty pinta ☐ Termisesti ruiskutettu pinta ☐ Sähkösinkitty pinta Sinkin korroosio (esim. valkoruoste) ☐ KYLLÄ ☐ EI Täydentävät tiedot:			
Maalattu pinta			
	Pinnoitetyyppi (-tyypit) (myös paksuus ja ikä, jos tiedossa):		
	Ruostumisaste standardin ISO 4628-3 mukaisesti:		
	Rakkulointiaste standardin ISO 4628-2 mukaisesti:		
	Halkeiluaste standardin ISO 4628-4 mukaisesti:		
	Hilseilyaste standardin ISO 4628-5 mukaisesti:		
	Täydentävät tiedot:		
Pinnan esikäsittely: Esikäsittelyaste (ISO 8501-1 / ISO 8501-2) ☐ Sa 1 ☐ Sa 2 ☐ Sa 2½ ☐ Sa 3 ☐ PSa 2 ☐ PSa 2½ ☐ PSa3 ☐ St 2 ☐ St 3 ☐ PSt 2 ☐ PSt 3 ☐ PMa ☐ FI			
Muut tiedot koskien esikäsittelymenetelmää ja saavutettua esikäsittelyastetta ²⁾			
Huomautukset:			

¹⁾ Jokaisesta vertailualueesta täytetään uusi lomake.

²⁾ Esimerkiksi esikäsittelyasteista St 2 ja St 3, käytettiin kö käsityökaluja vai koneellista esikäsittelyä.

LOM187 Versio 1/0599 Sivu 2 (2)						
	1	2	3	4	5	6
	Konepajapohjamaali	Pohjamaali	3) 3)	3) 3)	3)	Pintamaali
Maalaine - Valmistaja - Kauppanimi - Erä ja/tai tuotantonumero						
Värisävy ⁴⁾						
Levitysmenetelmä ⁵⁾						
Ilman lämpötila, °C						
Suhteellinen kosteus, %						
Pinnan lämpötila, °C						
Kastepiste, °C						
Säätöolosuhteet (lyhyt kuvaus)						
Maalaineiden ohenne (tyyppi ja määrä), jos käytetään						
Keskimmääinen kalvonpaksuus, µm ⁶⁾ - märkä käytetty laite - kuiva käytetty laite						
Muita mittauksia, jos määritetty ⁶⁾						
Päivämäärä Kellonaika						
Maalaustryön sijaintipaikka ⁷⁾						
Yhtiön nimi / Yhtiöiden nimet						
Vastuuhenkilön (-henkilöiden) allekirjoitus (-kirjoitukset)						
³⁾ Mahdolliset jatkotoimenpiteet, esim. lisäkerrosten levittäminen, reunasuojaus. ⁴⁾ Ks. standardi ISO 12944-8, alakohta 5, taulukko 1. ⁵⁾ Kirjaa yksittäiset mittaukset erilliselle paperille. ⁶⁾ Ks. standardi ISO 12944-7, alakohta 5.3. ⁷⁾ Esim. terästehdas, konepaja tai rakennuspaikka.						



Teknos on innovatiivinen maalien valmistaja ja korroosion-estomaalauksen edelläkävijä. Teknoksen korkealaatuiset tuotteet ovat arvostettuja niin metalli- ja puuteollisuudessa kuin kauppa- ja rakennusmaalimarkkinoillakin.

Kykymme tuottaa kustannustehokkaita, selkeää lisäarvoa tarjoavia ratkaisuja on ollut asiakastytyväisyyden tae jo yli 60 vuoden ajan. Teknos on perheyritys ja perheyritystaustamme näkyy pitkäaikaisissa liikesuhteissamme sekä asiakaslähtöisessä toiminnassamme.

Tekninen osaamisemme sekä jatkuvat investoinnit tutkimukseen ja tuotekehitykseen vahvistavat myös jatkossa asemaamme yhtenä Euroopan johtavista alamme toimijoista.