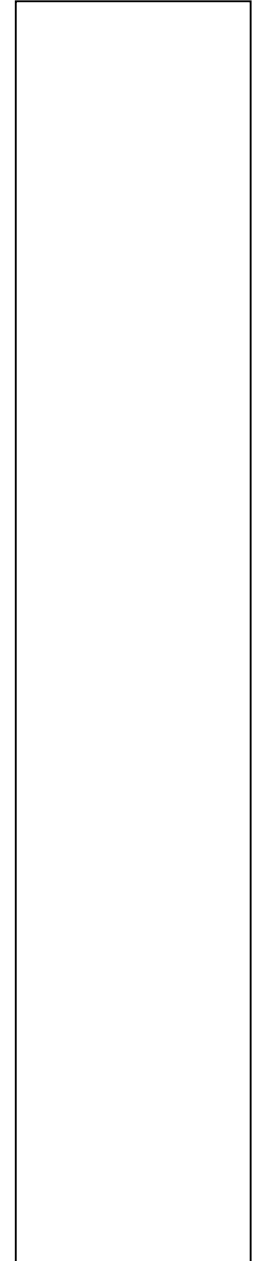
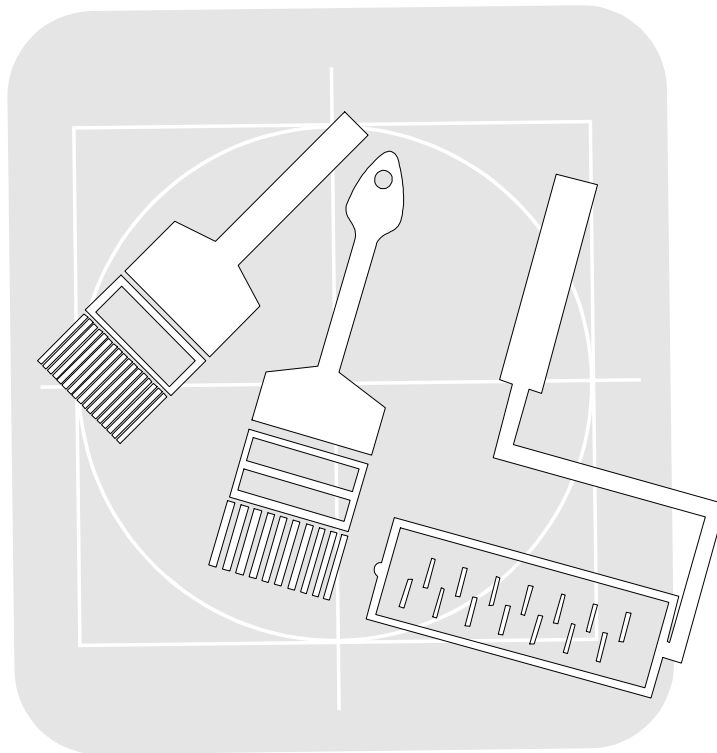


# Duplex-menetelmä

---

Kuumasinkityn pinnan  
maalaus



---

# Maalia sinkin päälle

## Kun värillä on väliä

Monet selvitykset ovat osoittaneet, että niin kutsuttu duplex-menetelmä, ts. kuumasinkitys ja maalaus, on vuosikustannuksiltaan edullisin tapa suojata terästä. Kuumasinkityksellä yksistään saadaan aikaan useimmiten aivan riittävä korroosiosuoja. Joskus lisäsuojaus voi olla tarpeen erittäin syövyttävissä olosuhteissa. Tämä voi tulla kysymykseen esim. kun kunnossapito myöhemmin on vaikeaa tai jos sinkkipinnoite on ohut, kuten ohutlevyissä.

Esteettiset syyt - saada harmaa sinkkipinta värikkäämmäksi - voi olla toinen syy. Kysymyksessä voi olla huomioväri tai sen vastakohta, naamioituminen. Suojaus galvaanista korroosiota vastaan, jos teräs yhdistetään toiseen metalliin, kuten kupariin, voi myös olla syytä.

## Duplexin elinkaari

### Kestoiän laskeminen

Duplex-menetelmällä, saadaan pinnoite, jonka kestoikä on yleensä paljon pitempi kuin kummallakaan pinnoitteella. Hollantilaiset tutkimukset osoittavat, että menetelmän kestoikä voidaan laskea kaavalla.

$L_T = K (L_{Zn} + L_F)$ , jossa

$L_T$  = duplex-käsittelyn kestoikä vuosina

$L_{Zn}$  = sinkkipinnoitteen arvioitu kestoikä vuosina kyseisissä olosuhteissa.

$L_F$  = maalauspinnoitteen arvioitu kestoikä vuosissa kyseisissä olosuhteissa, kun maalataan suoraan teräksen pinnalle.

$K$  = Ympäristöstä riippuva kerroin, joka voi olla:

1,5                    *kun pinnoite on rasisluokassa M4 tai jatkuvasti upotettuna meriveteen*

1,6 - 2,0            *rasitusluokassa M3 tai kun suhteellinen kosteus on n. 60 % tai vähemmän*

2,1 - 2,3            *rasitusluokka M2*

Kertoimen määräytyminen selittyy sillä että paljaalla teräksellä mikrohalkeamat teräksen pinnalla olevassa maalissa aiheuttavat maalin alle ruostetta ja maalin lohkeamista, kun taas kuumasinkityissä teräksissä maalipinnan mikrohalkeamat täyttyvät sinkin korroosiotuotteilla, joiden tilavuus on pienempi kuin teräksen ruosteen, joten se ei irroita maalikalvoa.

## **Esikäsittelyn merkitys**

Sinkkipinta on puhdistettava tarkoin ennen maalausta, jotta kiinnittyvyys olisi hyvä, ja tulee käyttää oikeaa maalityyppiä. Sinkki maalauslupana on vaativampi kuin monet muut materiaalit. Pienet määrät epäpuhtauksia pinnalla tai vääränlainen maalityyppi voivat nimittäin jo lyhyenkin ajan kuluttua aiheuttaa kuplien muodostumista ja/tai hilseilyä.

Aikaisemmin suositeltiin usein että sinkin pinnan tulisi olla alttiina ulkoilmassa 1-2 vuotta ennen maalausta. Suositus oli varmaankin oikea siihen aikaan 1950-luvulla. Silloin ilma - ainakin Pohjoismaissa - oli melko puhdasta ja korroosiotuotteet, joita muodostui sinkin pinnalle, olivat melkein yksinomaan emäksisiä sinkkikarbonaatteja. Koska pinnassa ei ollut vesiliukoisia aineita, niin maalaus onnistui yleensä hyvin jopa maaleilla, joita nykyisin pidettäisiin sopimattomina.

Nykyään tällainen on hyvin epävarmaa. Tämän päivän ilma sisältää paljon enemmän rikkiyhdisteitä ja sinkin korroosiotuotteet sisältävät usein vesiliukoisia sinkkisuoloja. Huolimatta siitä, millaisella maalityypillä maalataan tällaisen vesiliukoisen kerroksen päälle, voi tulos olla kuplainen ja hilseilevä. Jotta puhdistus voitaisiin tehdä kunnolla, täytyy sinkkipinnan tila selvittää.

## **Uudet sinkkipinnat**

Kirkkaan sinkkipinnan katsotaan usein olevan riittävän puhdas maalattavaksi. Usein tämä arvio on väärä ja tuloksena on maalauksen epäonnistuminen. Maalauksen kannalta katsoen on vastasinkitty pinta hyvä alusta vain, jos rakennetta

- *ei ole jäähdytetty vedessä*, sillä jäähdytysvesi on harvoin riittävän puhdasta. Erilaisia suoloja voi tällöin kerääntyä sinkkipinnalle ja se voi myöhemmin huonontaa tai kokonaan tuhota
- *ei ole varastoitu sisällä sinkityslaitoksessa* sinkityksen jälkeen. Ilma tällaisissa tiloissa sisältää suurehkoja määriä juoksuteinehöyryä (sinkki- ja ammoniumkloridia). Ne tarttuvat sinkkipintaan ja muodostavat helposti veteen liukenevan kerroksen. Tällaisella pinnalla maali ei pysy.
- *ei ole varastoitu tai kuljetettu ulkona kosteassa ilmassa*. On olemassa vaara, että kondensoitunut kosteus aiheuttaa valkoruostetta. Valkoruosteen määrä ei aina ole niin suuri, että se olisi paljain silmin havaittavissa.
- *ei ole varastoitu yli 6 tuntia sinkityksen ja maalauksen välillä*. Aika on luonnollisesti riippuvainen siitä, kuinka puhdas ja kuiva ilma on varastointitiloissa.

Tuore sinkkipinta ei siis useinkaan ole niin puhdas kuin voisi luulla. Ohuet öljy- ja rasvakerrokset, jotka tulevat käsineistä, kengistä, nostovälineistä jne. ovat haitaksi muutoin kirkkaalla ja puhtaalla pinnalla. Yllä mainittuja suoloja on myös pinnalla. Ne ovat läpinäkyviä ja vaikeasti havaittavia paljaalla silmällä.

Kuumasinkityt ohutlevyt ovat yleensä aina kromatoituja tai öljytyjä valkoruostetta vastaan. Kromaattikerros on enemmän tai vähemmän vesiliukoinen ja maalaus öljykerroksen päälle onnistuu harvoin. Tällaiset kerrokset tulee aina poistaa ennen maalausta.

## Vanhat, himmeät sinkkipinnat

Vanhoissa himmeissä sinkkipinnoissa on aina korrosiotuotteita. Näiden koostumusta on vaikea määrittellä. Nyrkkisääntönä voidaan kuitenkin olettaa, että ne sisältävät aina vesiliukoisia tai jopa hygroσκοoppisia suoloja, jotka ovat huonoja maalausaloja. Ne on puhdistettava aina ennen maalausta.

Maalit päästävät aina jossain määrin vettä lävitseen. Se merkitsee, että maalikalvon alle, tulee muodostumaan kuplia, jotka ovat täynnä suolaliuosta, ellei vesiliukoisia tuotteita oteta pois sinkkipinnalta. Suolaliuoksessa ei ole paljon suojakalvoa muodostavia aineita ja seuraksena on sinkkikerroksen syöpyminen. Korrosio etenee maalin ja sinkin väliin irrottaen maalikalvon.

## Puhdistus ja esikäsittely

### Suihkupuhdistus

Kokemus on osoittanut, että *suihkupuhdistuksella* (hiekkapesu) saadaan aikaan paras maalausaloista sinkkiin. Kevyt suihkupuhdistus poistaa korrosiotuotteet ja muut epäpuhtaudet pinnalta - myös vesiliukoiset. Valkoruoste ja erilaiset öljyt poistuvat tehokkaasti.

Monet sinkkipinnat ovat hyvin kirkkaita ja sileitä. Myös niille on suihkupuhdistus sopiva, koska se tekee pinnan karkeammaksi, jolloin maalikerroksen tartunta on parempi.

Ohjeita sinkittyjen pintojen suihkupuhdistuksesta on seuraavassa taulukossa. On tärkeää noudattaa annettuja ohjeita. Huonon puhdistuksen seurauksena on maalaustulos huono, kun taas liian voimakas mekaaninen käsittely voi aiheuttaa sinkkikerroksen vioittumista tai sisäisiä jännityksiä, jotka myöhemmin voivat aiheuttaa maalikerroksen irtoamisen.

Puhallusaine	Alumiinioksidi tai korundi, silikaatti, kuonat, oliivin
Raekoko	0,2 - 0,5 mm
Suutinpaine	0,2 - 0,3 MPa
Puhallusetäisyys	300 - 500 mm
Puhalluskulma	30 - 60 astetta
Puhallusolosuhteet	20 - 25 C astetta
Pinnankarheus	< 50% suht. kosteus ISO 8503/2 (G) mukaan
Pohjamaalaus	Viimeistään 30 min puhalluksen jälkeen

*Taulukko: Ohjearvoja sinkittyjen pintojen hiekkapesussa.*

Oikein suoritettuna hiekkapesulla lasketaan poistettavan n. 10 µm sinkkikerroksesta.

## **Teollinen pintakäsittely**

Jollei suihkupuhdistusta voida käyttää, suositellaan *teolliseen pintakäsittelyyn* seuraavia toimenpiteitä:

1. Alkaalinen rasvanpoisto tai tri-pesu
2. Huolellinen huuhtelu vedellä (ei tri-pesun jälkeen)
3. Fosfatoiointi (rauta- tai sinkkifosfaatti)
4. Huolellinen huuhtelu vedellä
5. Kuivaus
6. Maalaus

On huomattava, että tri-pesua ei voida käyttää kromatoiduille esineille vaan tällöin on käytettävä alkaalista rasvanpoistoa, sekä joskus myös harjausta tai hiontaa nailonvillalla, joka sisältää alumiinioksidipitoista hionta-ainetta. Fosfatoiointikerroksen pitää olla mahdollisimman ohut, mutta sellainen, että se peittää pinnan kokonaan. Ihanteellinen paksuus on 2 - 4 g/m<sup>2</sup> ts. alle 1 µm.

## **Maalaus käsin**

Käsin tapahtuvassa maalauksessa suositellaan rasvanpoistoa emulgoivilla rasvanpoistoaineilla, jota voidaan tehostaa harjauksella ja sen jälkeen huuhdotaan huolellisesti vedellä tai käytetään korkeapainepesua. Kaupallisten rasvanpoistoaineiden joukossa on myös sellaiseita, joihin on lisätty oksideja liuottavia aineita. Näistä on etua silloin, kun ei tunneta korroosiotuotteiden koostumusta. Pesun jälkeen pinta kuivataan huolellisesti.

## **Maalin valinta**

Maalityypeillä, joita seuraavassa suositellaan, voidaan **puhdistuksen jälkeen suoraan maalata** kuumasinkitty pinta. Jos muita maalityyppejä käytetään, on pinta ensin maalattava sopivalla pohjamaalilla, mieluummin epoksitartuntamaalilla.

Maalin valinnassa tulee muistaa, että maali voi sisältää 10 - 15 eri komponenttia. Jokaisella valmistajalla on oma koostumus tietyille maalityypeille. Raaka-ainevalmistajilla on puolestaan omat koostumuksensa sideaineille, mikä vuoksi eri maalityyppejä on hyvin runsaasti. Eri valmistajien samantyyppisillä maaleilla voi sen vuoksi olla erilaisia ominaisuuksia.

Alla olevia ohjeita tulee sen vuoksi pitää vain suuntaa antavina. Jos on epätietoisuutta, tulee maalinvalinnasta keskustella maalinvalmistajan kanssa.

## **Ruiskumaalaus**

Ruiskumaalauksessa suositellaan käytettäväksi *epoksi-, polyuretaani- tai kloorikautsumaaleja*. Epoksimaalin tulee olla 2-komponenttinen ja polyamidikovetteinen. Suositeltava pigmenttien kuiva-ainemäärä on 28 - 33%.

Epoksipremier on tavallinen pohjamaalityyppi, jos pintamaalina käytetään uretaani- ja epoksitervamaaleja. Aina on kuitenkin tarkistettava maalinvalmistajan kanssa, että pohja- ja pintamaalit sopivat yhteen. Koskaan ei saisi sekoittaa eri valmistajien pohja-

ja pintamaaleja keskenään. Epoksimaalien haittapuolena on niiden liituuntuminen ulkona.

Kloorikautsu ja kaksikomponenttinen polyuretaanimaali ovat sinkin maalivalmistusta ajatellen herkempiä kuin epoksimaali. Kloorikautsulle suositellaankin 26 - 30 prosentista pigmenttimäärää siten, että siinä on sinkkifosfaattia inhibiittipigmenttinä ja alumiinia ja/tai rautakiillettä esteherroksen muodostajana. Uretaanimaalien pigmenttisisältö tulee olla 30 - 50 -prosenttista ja mielellään pigmentoitu alumiini/rautakiilteellä.

### **Käsimaalaus**

Käsin tapahtuvalle maalaukselle ovat **kaksikomponenttiset akryylimodifoitu uretaani ja akryylimodifoitu alkydi** sopivia. Myös lateksimaalit, joiden pohjana on akrylaatti tai polyvinyliasetaatti voivat olla hyviä, mutta niiden täydellinen kovettuminen ja kiintyminen kestää 10 - 14 vuorokautta. Jotkut terva ja bitumimaalit ovat osoittautuneet hyviksi sekä ennen kaikkea helposti käsiteltäviksi. Alumiinipigmentoituja pikamaaleja voidaan käyttää vedessä oleville rakenteille, mutta niiden mekaaninen kestävyys on huono.

Yleensä maalausta yllä mainitulla maaleilla ja menetelmillä ei saa suorittaa 8 - 10 celsius-asteen alapuolella olevissa lämpötiloissa. Maalit ovat kaikki ilmassa kuivuvia ja keinotekoista kuivausta tulee käyttää varoen. Suositeltavien kalvon paksuuksien tulee olla 75 µm eivätkä ne saa paikallisesti alittaa 50 µm:ä.

Jos halutaan käyttää nestemäisiä polttomaaleja tai jauhemaaleja, on aina neuvoteltava toimittajan kanssa.

### **Lähteet ja kirjallisuusviitteet**

Thomas, Rune (1989). Kuumasinkitys. Julkaisija Suomen Kuumasinkitsijät r.y. / Nordisk Försäkningsförening. Auranen Oy, Forssa 1991.

Harju, Tapio (1996). Kuumasinkityn teräksen maalaaminen. Pintateknikka 1/96. s. 16-17.

Målning på varmförzinkat stål. Yrforum 3-1993. (Lähde: Nordisk Försäkningsförening)