

Korroosiosuojaus sinkillä

Kappaletavaran kuumasinkitys

Kappaletavaran kuumasinkityksessä teräsrakenteet kastetaan sulaan sinkkikylpyyn, jolloin teräksen ja sinkin välillä tapahtuu kemiallinen reaktio. Syntyy seoskerros, joka takaa erittäin hyvän tartunnan. Rakenteen kaikille pinnoille, sekä ulko- että sisäpinnoille, muodostuu kattava pinnoite. Tämä pinnoite on erittäin kestävä ja pidentää rakenteen käyttöikää huomattavasti. Pinnoitteen paksuuteen vaikuttaa teräksen tyyppi ja upotusaika, ja se on yleensä 55–215 µm. Tällä menetelmällä muodostetuissa pinnoitteissa voidaan käyttää kuvassa 1 näkyvää laatumerkkiä, joka osoittaa, että pinnoite on muodostettu EN ISO 1461 standardin mukaisesti.

Ohutlevyjen jatkuvatoiminen sinkitys

Jatkuvatoimisessa prosessissa ohutlevy kulkee sinkkikylvyn läpi, josta myöhemmin valmistetaan tuotteita. Sinkkikylpy voi olla puhdasta sinkkiä, johon on lisätty hyvin vähän seosaineita, tai siihen voidaan seostaa suurempia määriä muita seosaineita, kuten alumiinia.

ZM teräs

Jatkuvatoimisessa pinnoituksessa on viime vuosina käytetty lisääntyvissä määrin seoksia, jotka sisältävät sinkin lisäksi noin 3,5 % alumiinia ja 3 % magnesiumia. Näitä kutsutaan yleisesti ZM-teräksiksi ja niitä myydään eri tuotenimillä.

Koska jatkuvassa prosessissa tuote pinnoitetaan ennen tuotteiden valmistusta, pinnoitteen on kestävä tietty määrä muodonmuutoksia, mikä voi olla ongelmallista, jos se on seostettu aineilla, jotka muodostavat hauraita metallien välisiä faaseja. Lisäksi kaikki tällaisen tuotteen leikkausreunat ovat pinnoittamattomia, ilman suoja-kerrosta.

Ohutlevyjen jatkuvatoiminen sinkitys

Jatkuvatoimisessa prosessissa ohutlevy kulkee sinkkikylvyn läpi, josta myöhemmin valmistetaan tuotteita. Sinkkikylpy voi olla puhdasta sinkkiä, johon on lisätty hyvin vähän seosaineita, tai siihen voidaan seostaa suurempia määriä muita seosaineita, kuten alumiinia.

Itsestään korjautuvan vaikutuksen tarjoama suoja jatkuvatoimisesti pinnoitetun tuotteen kaikille leikatuille reunoille ja rei'ille on kuitenkin kyseenalainen. Jotta galvaaniseen korroosioon perustuva itsestään korjautuva vaikutus toimisi, tuotteen käyttöympäristön syövyttävyyden on oltava tietyllä tasolla. Vähemmän syövyttävässä ympäristössä passiivisen pinnoitteen kehittymiseen kuluu liikaa aikaa ja pinnoittamattomille pinnoille muodostuu punaruostetta, kuva 2. Jos taas ympäristö on syövyttävämpi, galvaanista korroosiota tapahtuu odotetusti. On kuitenkin syytä huomata, että tämä galvaaninen korrosio tapahtuu pinnoittamattomien alueiden läheisyydessä olevan ohutlevypinnan suojauksen kustannuksella, jolloin näiden sinkkikerros kuluu ja alkaa syöpyä.

Kiihdytetty korroosiotestaus

ZM-terästen korroosioikäyttyymisestä raportoidaan usein kiihdytettyjen korroosiotestien tulosten perusteella, jotka on yleensä tehty suolasumussa. Tässä menetelmässä testattavat materiaalit asetetaan lämpötilasäädelyyn kammioon, jossa niihin suihkutetaan 35 °C:n suolapitoista liuosta erittäin hienona sumuna.

Koska suihkutusta on jatkuvaa, testattavat kappaleet ovat jatkuvasti märkiä, eivätkä pääse kuivumaan välillä. Kappaleet altistuvat näin ollen korroosiolle koko ajan, mikä ei vastaa todellisia olosuhteita. Jatkuva altistus estää metalleja, kuten sinkkiä, muodostamasta suojaavaa passiivista kalvoa, kuten todellisessa altistuksessa tapahtuisi.

Koska ZM-teräksiin on lisätty magnesiumia, ne kestävät paremmin tätä keinotekoista altistusta, minkä vuoksi niitä markkinoidaan "kuumasinkittyjä teräksiä parempina", ja niiden väitetään tarjoavan yhtä hyvää tai parempaa suojaa pinnoitekerroksen ohuudesta huolimatta.

Täysimittaiset tutkimukset todellisuutta vastaavissa olosuhteissa

Tutkimuslaitos RISE avusti Ruotsin liikennevirastoa Tukholman ohitustiehankkeeseen liittyvässä toimeksiantossa ja laati raportin korroosioon liittyvistä vaatimuksista materiaaleille ja pinnoitteille, joita maantietunneleissa käytetään. Tässä tutkimuksessa asennettiin eri materiaaleista valmistettuja testipaneeleita useisiin maantietunneleihin, joita pidetään useimpia metalleja ja pinnoitteita syövyttävänä ympäristönä. Näytteitä analysoitiin 1, 2 ja 5 vuoden kuluttua. Kuten kuvista 4 ja 5 käy ilmi, näissä testeissä ei havaittu merkittäviä eroja kuumasinkityn ja ZM-pinnoitetun teräksen korroosionopeudessa. Korroosion aiheuttamat ainehäviöt ovat kappalesinkityssä teräksessä hieman suuremmat altistumisjakson alussa, ennen kuin suojaava patina on muodostunut, mutta viiden vuoden altistumisen jälkeen korroosionopeus on sama molemmilla materiaaleilla, joten odotettavissa oleva käyttöikä määräytyy kerrospaksuuden mukaan, kuten taulukossa 1 esitetään.



Kuva 1. EN ISO 1461

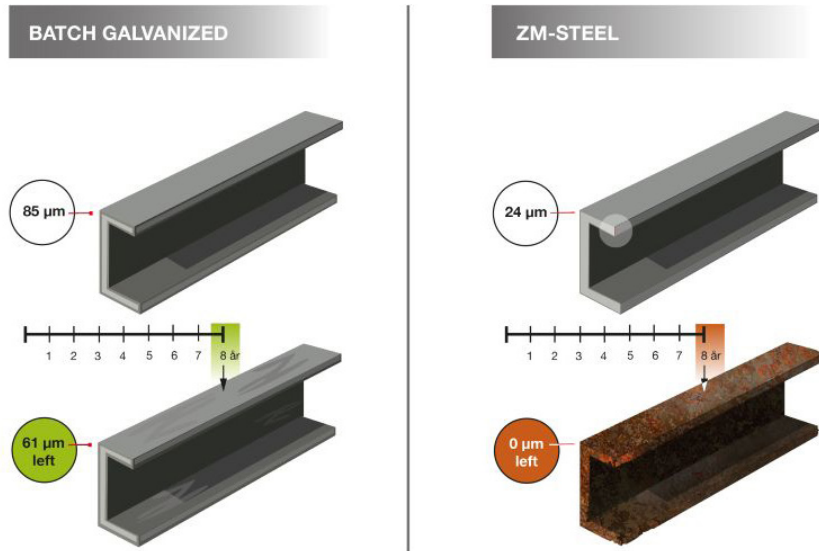


Kuva 2. ZM-teräs, jossa on pinnoittamattomat leikkausreunat ja jossa itsestään korjautuva vaikutus ei ole pystynyt suojaamaan pintoja.

Microns/yr based on 5 yr exposure	Öresund tunnel	Lundby tunnel	Eugenia tunnel
Batch galvanized steel	2,6	3,0	1,5
ZM-steel	2,6	3,0	1,5
Expected life (yrs) Galvanized (85 microns)	33	28	57
Expected life (yrs) ZM 310 (24 micron)	9	8	16

Taulukko 1. Kuumasinkityn ja ZM-pinnoitetun teräksen korroosionopeuden, kerrospaksuuden ja käyttöiän välinen suhde.¹

Corrosion rate 3 µm/year



Kuva 6. Tutkimus osoitti, että kastosinkityn teräksen ja ZM-teräksen korroosionopeus oli sama parin vuoden altistumisen jälkeen ja että kerroksen paksuus vaikuttaa oleellisesti pinnoitteen käyttöikään.¹

Muotoilu

ZM-pinnoitettujen terästen muotoilussa on tuotteen valmistuksen aikana myös joitakin rajoituksia. ZM-pinnoitettuja levyjä on tällä hetkellä vaikeampi muotoilla kuin esipinnoitettuja ohutlevyjä, joissa on pelkästään sinkkipinnoite. Tämä johtuu siitä, että ZM-pinnoitteen hauraat faasit voivat johtaa voimakkaasti vääntyneiden alueiden halkeiluun.

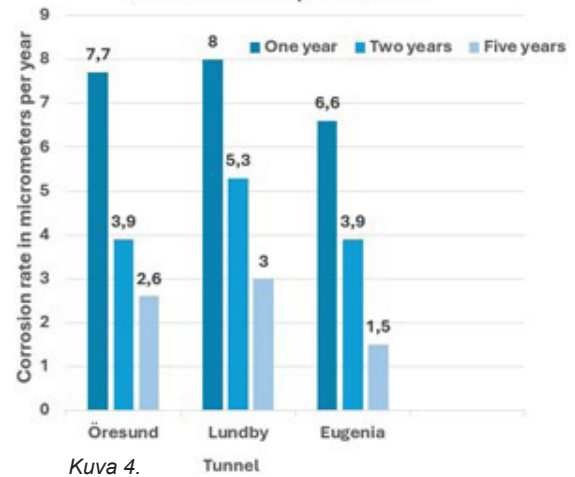
Joitakin kuumasinkityn teräksen monista eduista:

- Kuumasinkitys tarjoaa todistetusti hyvän korroosiosuojauksen. Tästä on olemassa runsaasti luotettavaa tietoa, jota on saatu altistamalla kappaleita monille erityyppisille olosuhteille erittäin pitkiksi ajoiksi. Nämä tulokset ovat huomattavasti informatiivisempia kuin kiihdytetyistä testeistä saadut tulokset, jotka eivät vastaa todellisia olosuhteita.
- Kappaletavara kuumasinkitys kattaa kaikki rakenteen pinnat sekä ulko- että sisäpuolelta.
- Kappaletavara kuumasinkitys tarjoaa katodista suojaa pienissä vaurioissa, jolloin korjaustoimenpiteitä ei tarvita.
- Kappaletavara kuumasinkityksellä voi pinnoittaa kaikkea pienistä kiinnikkeistä suuriin, raskaisiin rakenteisiin.
- Kappaletavaran kuumasinkitys muodostaa lujan, kulutusta kestävännen kerroksen.
- Kastosinkityksellä kuumasinkitty teräs on kestävä, teräsrakenteen voi purkaa, varastoida ja käyttää myöhemmin uusissa rakenteissa.
- Kastosinkityksellä kuumasinkittyä teräskappaleita voi sinkittää uudelleen, kun alkuperäinen kerros on kulunut pois. Tämä on niin kutsuttua uudelleenkäyttöä, jota kiertotaloudessa kaivataan entistä enemmän.
- Kun kuumasinkitty rakenne kierrätetään, sinkki ja teräs otetaan talteen yhden ja saman prosessin myötä.

¹References:

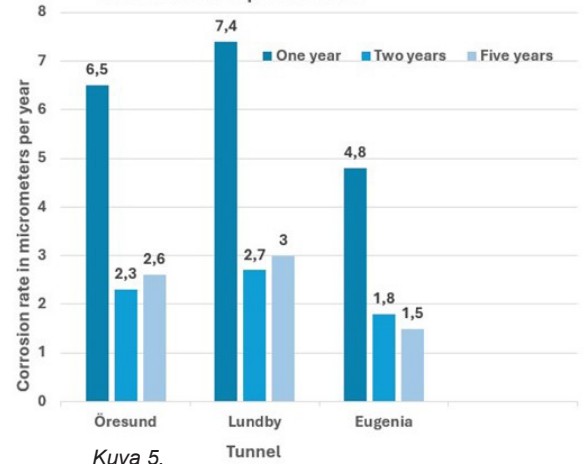
EGGA, "The Importance of the Correct Specification of Metallic Coatings for Steel" White Paper 2024, J. Engblom, B. Sederholm "Recommendations for material selection in tunnel environments – Final report" KIMAB – 2020 – 12408-6, L. Sjögren, J. Engblom and B. Sederholm, "Inspection of tunnels as a basis for corrosion-related material requirements for the Stockholm Bypass" - Swerea KIMAB 12371:2".

Corrosion rate for batch galvanized steel after different exposure times



Kuva 4.

Corrosion rate for ZM steel after different exposure times



Kuva 5.



Kuva 7. Koska muotoilu tuotteeksi tapahtuu vasta pinnoittamisen jälkeen, ZM-kerrokseen saattaa tulla halkeamia.