

## Kuumasinkittyjen teräsrakenteiden käyttöikä

Teräs on aikamme käytetyin materiaali ja 100 % kierrätettävä. Teräs kuitenkin syöpyy hapen ja kosteuden vaikutuksesta, jonka takia se on suojattava ruostumista vastaan. Sen takia teräsrakenteiden suojaamisella on suuri taloudellinen merkitys.

Useimmissa tapauksissa paras korroosiosuoja saadaan aikaan kuumasinkityksen avulla.

Sinkki suojaa terästä kahdella tavalla:

- Sulkuvaikutuksella eli estämällä hapen ja kosteuden pääsyn teräspinnalle
- Katodisella suojausvaikutuksella naarmuissa, iskujäljissä, leikkausreunoissa yms.

Sinkki on epäjalo metalli, jolla on suuri korroosiotaipumus. Korroosionopeus pysyy kuitenkin matalana useimmissa ympäristöissä, mikä johtuu sinkin pintaan nopeasti muodostuvista korroosiotuotteista, jotka puolestaan tarjoavat suojan korroosion etenemistä vastaan.

### 1. Sinkkipinnoitteiden korroosio ilmassa

Heti kun kuumasinkitty kappale nostetaan sinkkikylvystä alkaa ilman happi reagoimaan sinkkipinnoitteen kanssa muodostaen ohuen sinkkioksidikalvon ( $ZnO$ ) pinnoitteen pintaan. Kuivassa ilmassa tämän kalvon paksuus on 100 tunnin jälkeen noin 0,1 nm, sinkkioksidikalvon havaitsee paljaalla silmällä vasta kun kalvon paksuus on 20 nm.

Ulkoilmassa sinkkioksidi muuttuu ilman kosteuden vaikutuksesta sinkkihydroksidiksi  $Zn(OH)_2$ . Tämä muuttuu edelleen ilman hiilidioksidin vaikutuksesta emäksiseksi sinkkikarbonaatiksi,  $2ZnCO_3 \cdot 3Zn(OH)_2$ .

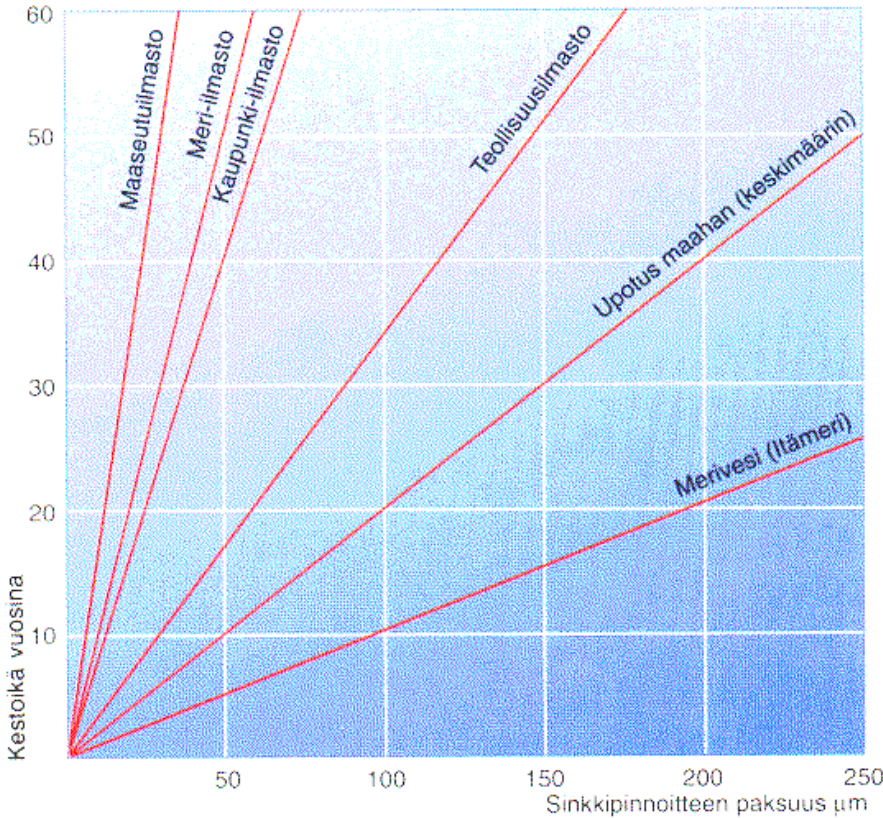
Muodostunut kerros on tiivis ja hyvin kiinnittynyt sekä lähes liukenematon veteen antaen sinkkipinnoitteelle hyvän suojan.

Eri ilmatorasitusluokissa (kts. alla olevat taulukot) ilmassa on vaihtelevia määriä syövyttäviä aineita, kuten kaasuja, nokea, kosteutta (sumua, kastetta, vesi- ja lumisadetta) sekä erilaisia pölyjä.

Teollisuusalueiden ja kaupunkien ilmassa esiintyy epäpuhtauksina rikkiyhdisteitä, jotka ilman kosteuden kanssa muuttavat muutoin tiiviit ja korroosiota kestävät sinkkikarbonaatti- ja sinkkioksidikerrokset sinkkisulfaatiksi ja -sulfiitiksi. Nämä sinkkiyhdisteet ovat vesiliukoisia ja pysyvät huonosti kiinni sinkin pinnassa. Tosin on mainittava, että viime vuosikymmenten aikana ilman rikkidioksidipitoisuus on pienentynyt huomattavasti ja sitä kautta myös sinkin syöpymisnopeudet ovat pienentyneet.

Meri-ilmastossa sinkin syöpymisnopeuteen vaikuttaa ilman suolapitoisuus. Koska meri-ilmastossa esiintyy myös pieniä määriä magnesiumisuoloja, joilla on passivoiva vaikutus, sinkin korroosionopeus ei ole niin suuri kuin voisi ajatella.

Alla suuntaa antavia sinkkipinnoitteen kestoajoja erilaisissa ilmasto-olosuhteissa Suomessa.



Lähde: Kuumasinkityksen toimintaketju, yleisohje

## 2. Eri sinkitysmenetelmillä sinkittyjen terästen kestävyys

Kappaletavarakuumasinkityissä tuotteissa pinnoitepaksuus ilmoitetaan suoraan teräksen pinnalla olevana sinkkikerrospaksuutena. Esim. 85  $\mu\text{m}$  tarkoittaa, että sinkkiä on teräksen pinnalla 85  $\mu\text{m}$ . Kuumasinkityissä ohutlevyissä taas ilmoitetaan kerrospaksuus levyn molemmilla puolilla yhteensä. Esim. Z275 (275 g/m<sup>2</sup>) tarkoittaa, että levyn toisella puolella on 20  $\mu\text{m}$  ja vastakkaisella puolella 20  $\mu\text{m}$ .

Kappaletavarakuumasinkitys suoritetaan standardin SFS EN 1461 mukaan ja edellytyksin. Kuumasinkityt ohutlevyt kuumasinkitään standardin SFS EN 10346 mukaan.

Eri menetelmillä aikaansaatuisten sinkkipinnoitteiden kestoajat standardin ISO 9223 mukaan.

Järjestelmä	Viitestandardi	Minimipaksuus µm	Valittu rasisluokka (ISO 9223) kestoikä minimi/maksimi (vuotta) ja kestävyysluokka (VL, L, M, H, VH)							
			C3		C4		C5		CX	
Kuumasinkitys	ISO 1461	85	40/>100	VH	20/40	VH	10/20	H	3/10	M
		140	67/>100	VH	33/67	VH	17/33	VH	6/17	H
		200	95/>100	VH	48/95	VH	24/48	VH	8/24	H
Kuumasinkitty levy	EN 10346	20	10/29	H	5/10	M	2/5	L	1/2	VL
		42	20/60	VH	10/20	H	5/10	M	2/5	L
Kuumasinkitty putki	EN 10240	55	26/79	VH	13/26	H	7/13	H	2/7	L
Sherardisointi	EN 13811	15	7/21	H	4/7	M	2/4	L	1/2	VL
		30	14/43	VH	7/14	H	4/7	M	2/4	VL
		45	21/65	VH	11/25	H	6/11	M	3/6	L
Sähkösaostettu levy	ISO 2081	5	2/7	L	1/2	VL	1/1	VL	0/1	VL
		25	12/36	H	6/12	M	3/6	M	1/3	VL
Mekaaninen pinnoitus	ISO 12683	8	4/11	M	2/4	L	1/2	VL	0/1	VL
		25	12/36	H	6/12	M	3/6	L	1/3	VL

Kestoikäluokemat on pyöristetty kokonaislukuarvoiksi.

Kestävyysluokka-arvot perustuvat laskennallisten ensimmäisten huoltoajankohtien minimien ja maksimien keskiarvoihin. Esim. 85 µm sinkkipinnoitteen rasisluokka C4 (korroosionopeus sinkille 2,1–4,2 µm / vuosi) antaa odotetuksi kestoikäksi maksimissaan  $85/2,1 = 40,746$  vuotta (pyöristetty 40 vuoteen) ja minimissään  $85/4,2 = 20,238$  vuotta (pyöristetty 20 vuoteen). Kestoian keskiarvo on täten  $(20 + 40)/2 = 30$  vuotta – VH-luokka.

Kestävyysluokat: Very low (VL): 0–2 vuotta, Low (L): 2–5 vuotta, Medium (M): 5–10 vuotta, High (H): 10–20 vuotta, Very high (VH): >20 vuotta

Lähde: Taulukko suomennettu standardista ISO 9223

### 3.Ympäristöluokat, korroosioriski ja korroosionopeus

Koodi	Rasisluokka	Korroosioriski	Korroosionopeus sinkkihäviö a, b, c µm/vuosi
C1	Sisätilat: kuivat	Hyvin alhainen	≤ 0,1
C2	Sisätilat: ajoittaista kondenssia Ulkoilmasto: sisämaan maaseutu	Alhainen	0,1 ... 0,7

C3	Sisätilat, suuri kosteus, jonkin verran saasteita Ulkoilmasto: sisämaan kaupunki tai lievärannikkoilmasto	Keskimääräinen	0,7 ... 2
C4	Sisätilat: uima-altaat, kem.tehtaat Ulkoilmat: sisämaan teollisuus tai kaupunki rannikolla	Korkea	2 ... 4
C5	Ulkoilmasto: hyvin kostea teollisuus tai suolainen rannikko	Hyvin korkea	4 ... 8
CX	Ilmastoimattomat tilat kosteilla trooppisilla vyöhykkeillä yhdessä saasteiden kanssa	Äärimmäinen	8 ... 25 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Painohäviöpaksuudet ovat standardissa ISO 9223 annettuja vastaavia, paitsi 2 µm (vuodessa) tai suuremmilla on pyöritys tapahtunut kokonaisiksi numeroiksi.

<sup>b</sup> Sinkin korroosionopeudet, joita sovelletaan taulukossa, annetaan kunkin osan otsikossa. Ensiolettamuksena pidetään kaikkien sinkkimetallipintojen korroosiota samana kyseisessä ympäristössä. Rauta ja teräs syöpyvät 10 ... 40 kertaa sinkkiä nopeammin, suurimpien syöpymisnopeuksien ollessa yleensä kloridiympäristöissä. Alumiinipinnoitteilla ei ole suoraviivaista korroosiota ajan mukaan. Suhdeluvut ovat levymaisillä näytteillä saatua standardin ISO 9223 mukaisesti.

<sup>c</sup> Muutoksia tapahtuu ilmastollisissa olosuhteissa ajan kuluessa. Ilmansaasteiden suhteellista vähenemistä, erityisesti rikkidioksidin osalta, on tapahtunut maailmanlaajuisesti viimeisten 30 vuoden aikana. Tämä tarkoittaa, että tässä esitetyt syöpymisnopeudet (taulukko perustuu vuosiin 1990 ... 1995 tietoihin) kuitenkin ilmastoluokalle ovat paljon pienempiä kuin historialliset arvot; jopa alhaisempia arvoja voidaan odottaa tulevaisuudessa, jos saastuminen jatkaa vähenemistä.

<sup>d</sup> Lauhkean vyöhykkeen merivesi on vähemmän sinkkiä syövyttävää kuin trooppinen merivesi, joka yleensä on lämpimämpää. Tämä taulukko on suunniteltu käytettäväksi Euroopan lauhkeisiin merivesiin. Asiantuntijaneuvoa tulisi kysyä trooppisista olosuhteista.

Lähde: Kuumasinkityskäsikirja

Lisätietoja ilmastorasitusluokista standardista EN 12944-2 ja EN ISO 14713-1

Lisäksi on huomioitava, että kuumasinkityspinnoitteen elinkaarianalyysin perusteella energiankulutuksen, hiilidioksidipäästöjen, ilmastonmuutosvaikutuksen ja happamoittavuusvaikutuksen kannalta kuumasinkitys korroosiosuojana tukee kestävästä kehityksestä.

## 4. Sinkin kemiallinen kestävyys/korroosio nesteissä

Sinkin suoja korroosiota vastaan perustuu pinnoitteen pinnalle muodostuviin sinkin omiin korroosiotuotteisiin. Nesteet saattavat kuitenkin olla joko happamia tai emäksisiä ja sisältää erilaisia syövyttäviä aineita. Lisäksi nesteiden virtausnopeudella ja lämpötilalla on suuri merkitys. Pinnoitteen pinnassa oleva korroosiotuotteista muodostunut kerros voi edellä olevan takia liueta tai sitä ei pääse muodostumaan lainkaan. Sähkökemiallinen korroosio jolla ilmasto-olosuhteissa ei ole kovinkaan suurta merkitystä on sen sijaan nesteissä ratkaiseva.

Erittäin ratkaiseva on nesteen pH arvo. Sinkki on stabiili pH-välillä 6-12,5. Näiden arvojen ulkopuolella korroosio on nopeaa. Kovat vedet, jotka sisältävät kalkkia ja magnesiumia syövyttävät sinkkiä hitaasti kun sen sijaan pehmeät vedet syövyttävät sinkkiä nopeasti, koska niissä ei ole suoloja. Veden virtausnopeuden ollessa yli 0,5 m/s suojakerroksen muodostuminen sinkin pinnalle estyy ja korroosio etenee nopeasti.

Veden lämpötilalla on suuri merkitys sinkin syöpymiseen jos veden lämpötila on 55 C°-100 C° tulevat sinkin pinnalle muodostuneet korroosiotuotteet karkearakeisiksi ja niiden kiinnittyvyys sinkin pintaan heikkenee ja korroosio jatkuu nopeasti.

## 5. Sinkin korrosio eri maalajeissa

Maa voi sisältää rapautumistuotteita, vapaita tai sidottuja suoloja, happoja ja emäksiä, monenlaisia orgaanisia aineksia, vetyä, metaania, hapettavia tai pelkistäviä sieniä ja mikro-organismeja ym.

Maan rakenne vaikuttaa siihen miten maa läpäisee ilmaa ja kosteutta.

Erytisen syövyttävää on pääasiassa Pohjanmaan rannikolla esiintyvä sulfidisavi.

Korrosio-olosuhteet maaperässä vaihtelevat hyvin paljon jopa toisiaan lähellä olevissa paikoissa.

Suomen maaperä ei ole kovin syövyttävää, sinkin keskimääräinen syöpyminen on keskimäärin 5 µm vuodessa.

Eräs menetelmä maan syövyttävyyden määrittämiseen on sen sähkövastuksen mittaaminen

Alla olevassa taulukossa on maaperän syövyttävyyden eri vastusarvoilla sekä ehdotukset sopivista suojausmenetelmistä

Lähde: Kuumasinkityskäsikirja

N:o	Syövyttävyyden luokka	Maan laatu	Vastus ohmm	Suojausmenetelmä
1	alhainen	kuiva	>100	Kuumasinkitys >200 µm
2	alhainen	kosteaa	>450	Kuumasinkitys >200 µm
3	kohtalainen	kuiva	<100	Kuumasinkitys >200 µm sekä 0,5 mm syöpymisvara joka puolella
4	kohtalainen	kosteaa	150-450	Kuten kohta 3
5	korkea	kosteaa	50-150	Kuumasinkitys >200 µm sekä 1 mm syöpymisvara
6	hyvin korkea	kosteaa tai jos H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> muodostunut	<50-150	Kuten kohta 5, mutta syöpymisvara 1,5 mm joka puolella



## Teräsrakenneyhdistys

Jos maan syövyttävyyttä ei voida määrittää, voidaan alla olevaa taulukkoa käyttää eri maalajien syövyttävyyden likimääräiseen arviointiin.

Lähde: Kuumasinkityskäsikirja

Maalaji	Syövyttävyys
Kalkki, kalkkisavi- ja kalkkiehkasaviseokset moreeni	Alhainen
Hiekka, sora	Kohtalainen
Savi, turve, suoperäinen maa, humuspitoinen maa	Korkea

**Aurajoki Oy Juhani Ylitalo**

Lähteet: Kuumasinkityskäsikirja, kuumasinkityksen toimintaketju yleisohje, standardi ISO 9223