

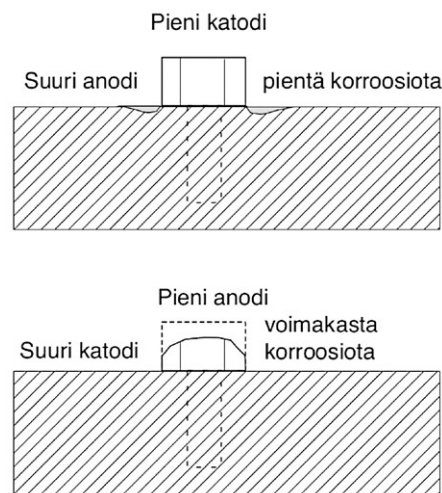
Teräsrakenteiden ruuvikiinnitysten galvaaninen korroosio

Teräsrakenteiden ja niiden liitosten suunnittelussa on aina huomioitava korroosionkestävyys. Tämän artikkelin tavoitteena on selvittää, mitä voimassa olevissa standardeissa ja ohjeissa sanotaan eri metallien välisistä kiinnityksistä ja galvaanisen korroosion estämisestä. Tarkastelussa on erityisesti kuumasinkitty teräs ja ruostumattomat teräskiinnikkeet.

Eri metalleja joudutaan usein liittämään toisiinsa, jolloin on olemassa galvaanisen korroosion riski. Kaksi toisiinsa kosketuksissa olevaa eri metallia muodostavat galvaanisen parin, mikä yleensä johtaa epäjalomman metallin korroosioon (kuvat 1 ja 2). Galvaanisen korroosion edellytykset ovat, että metallit, joilla on erilaiset korroosio- ja potentiaalit ovat sähköisesti yhteydessä toisiinsa, ja että sähköä johtava liuos eli elektrolyytti koskettaa molempia metalleja. Syöpyminen on yleensä sitä nopeampaa, mitä kauempana metalliparin metallit ovat toisistaan galvaanisessa jännitesarjassa. Syöpymisnopeus riippuu myös metallien pinta-alaerosta (mitä pienempi anodi on suhteessa katodiin, sitä suurempi on sen korroosionopeus) sekä elektrolyytin (yleensä vesi) sähköjohtavuudesta ja vaikutusajasta. Lisäksi ympäristöolosuhteet vaikuttavat galvaanisen korroosion voimakkuuteen (maaseutu-, teollisuus-, kaupunkitai meri-ilma, upotus veteen tai maahan). Ympäristön korroosiorasitusolosuhteiden luokittelu esitetään standardissa SFS-EN ISO 12944-2.

Eurokoodeissa (teräsrakenteiden osalta SFS-EN 1993) esitetään yhteiset rakenne-suunnittelusäännöt tavanomaiseen käyttöön koko rakenteiden ja rakenneosien suunnittelua varten. Kun eri materiaaleja liitetään teräsrakenteisiin, tulee liitoskohdat suunnitella siten, että kestävyys vastaa rakennukselle suunniteltua käyttöikävaatimusta. Rakenteiden suunnitteluperusteet löytyvät standardista SFS-EN 1990 + A1 + AC. Kun eri metalleja yhdistetään toisiinsa kantavissa rakenteissa, lähtökohteisesti metallit tulee eristää toisistaan.

Kiinnikkeen tulee aina olla samaa tai jaloimpaa metallia kuin kiinnitettävän rakenteen metallin. Standardissa SFS-EN 1090-2 ohjeistetaan (luku 5.6.1), että ruuvikokoonpanojen, muiden kiinnittimien ja tiiviste-



1.



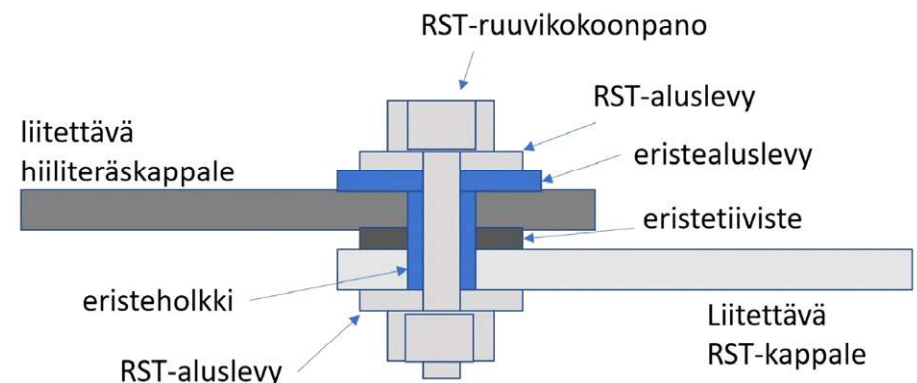
2.

listien aluslevyjen tulee vastata korroosiokestävyydeltään kiinnitettäviä kokoonpanoja. Ruostumattomien terästen kiinnityksissä ei saa käyttää hiiliteräksestä valmistettuja ruuveja, koska tällöin ruostumattoman teräksen pinta-alan suhde hiiliteräksestä tehtyjen ruuvien pinta-alaan on suuri ja ruuvit ovat siten alttiina korroosiolle. Käytettäessä ruostumattomasta teräksestä valmistettuja ruuveja hiiliteräksen kiinnityksessä katodin ja anodin pinta-alojen suhde on pieni ja korroosiovaara siten huomattavasti pienempi. Usein on suositeltavaa käyttää ruostumattoman ruuvin kannan ja kiinnitettävän hiiliteräspinnan välissä eristävää aluslevyä, esim. nylon- tai kumiitiivistettä.

Monissa eri standardeissa on ohjeistusta eri metalleja sisältävien ruuvikiinnitysten toteuttamisesta. Standardissa SFS-EN 1993-1-3 löytyy kiinnikkeiden valintaohjetaulukko liitteestä B - Kiinnittimien säilyvyys (opastava). Taulukon mukaan ilmastokorroosio-vaikutusluokissa C1-C2 ei tarvitse käyttää kuumasinkityn teräslevyn ja ruostumattoman teräskiinnittimen välissä eristävää aluslaattaa, koska korroosioriski katsotaan hyvin

pieneksi. C1 tarkoittaa kuivia ja lämmitettyjä sisätiloja, jolloin elektrolyytti puuttuu eikä galvaaniselle korroosiolle ole edellytyksiä. C2 tarkoittaa lievää ilmastokorroosiovaikutusta joko ulkoilmassa maaseudulla, jossa ilman epäpuhtauksien määrä hyvin alhainen, tai lämmittämättömissä sisätiloissa (esim. varastohallit).

Standardissa SFS-EN 1993-1-4 (liite A, opastava) Luvussa A.6 annetaan ohjeita kiinnitysten suunnitteluun. Kohdan A.6.2 mukaan ruuvikiinnityksille, jotka ovat alttiit ei-hyväksyttävälle korroosiolle, laaditaan ohjeet hiiliteräksen ja ruostumattoman teräksen eristämiseksi toisistaan sähköisesti. Tämä saadaan yleensä aikaan käyttämällä ei-metallisia eristäviä aluslaattoja ja mahdollisesti holkkeja. Kuvassa 3 nähdään standardin SFS-EN 1993-1-4 liitteessäkin esitetty periaate suositeltavasta ruuviliitostavasta liitettävästä yhteen ruostumattoman teräs ja rakenneteräs. Myös ruuvin aukon sisäreunojen huolellinen maalaus toimii eristeenä eri metallien välillä (SILKO 2010), ja tämä on suositeltavaa, jos sopivaa eristeholkkeja ei ole saatavissa.



3.

Standardin SFS-EN 1090-4 opastavan liitteen E taulukossa E.7 ohjeistetaan, että ilmastokorroosiovaikutusluokissa C2-C3 kuumasinkityssä rakenteessa ruostumattomien teräsruiuvien yhteydessä galvaaninen korrosio tulee estää pinnoittamalla (esim. maalaus) tai käyttämällä eristävää aluslaattaa. Tämä on siis tiukempi ohjeistus, kuin em. standardissa SFS-EN 1993-1-3 ilmastokorroosiovaikutusluokan C2 osalta. Silloin kun on kyse maalipinnoitetusta tai maalattusta kuumasinkitystä teräksestä, eristävää aluslaattaa ei SFS-EN 1090-4 liitteen E mukaan tarvita ilmastokorroosiovaikutusluokissa C2-C3. Alumiini ja kuumasinkitty teräs soveltuvat yhteen ilman eristystä ilmastokorroosiovaikutusluokissa C2-C3. Standardissa ei anneta ohjeita siihen, mitä materiaalia eristävän aluslaatan tulisi olla. Yleisesti tiedetään, että kestävästä muovista (esim. nylon) sekä kumista valmistettuja aluslaattoja käytetään galvaanisen korroosion estämiseen. Näiden aluslaattojen pitkäaikaiskestävyydestä ei ole raportoituja julkaisuja. Jos kyse on kantavasta rakenteesta ja/tai rakenteen on kestävä kymmeniä vuosia, jopa 50 v, tulisi aluslaattojen kuntoa valvoa tietyin määräväleihin. Jos aluslaatta murtuu merkittävästi, esim. vanhenemisen takia, se tulisi vaihtaa uuteen, jotta galvaanista korroosiota ei pääsisi syntymään.

Standardissa SFS-EN ISO 14713-1 otetaan myös kantaa galvaaniseen korroosioon. Luvun 7.9 taulukossa 4 todetaan, että alumiini ja kuumasinkitty teräs sopivat yhteen ilmasto-olosuhteissa, taso "a", mikä tarkoittaa, että sinkkipinnoitteessa ei tapahdu ylimääräistä korroosiota tai pahimmassa tapauksessa vain hyvin vähäistä korroosiota, joka voidaan yleensä hyväksyä käytössä. Lisäksi todetaan, että kuumasinkityn teräksen ja ruostumattoman teräksen välisestä kontaktista aiheutuva sinkin korrosio on maaseutuilmastossa ja teollisuus- tai kaupunkiympäristössä (käytännössä ilmastokorroosiovaikutusluokka C3, kohtalainen korroosiovaikutus) taso "a-b". Taso "b" tarkoittaa että sinkkipinnoitteessa tapahtuu vähäistä tai kohtalaista korroosiota, joka voi olla hyväksyttävissä joissain tapauksissa. Standardissa todetaan yhteenvedona, että yleisin ruostumattoman teräksen käyttökohteiden sinkin kanssa on mutterit ja ruuvit ilmasto-olosuhteissa. Johtuen pienestä ruostumattomien teräskiinnittimien pinta-alasta, galvaaninen korrosio ei tällaisissa kiinnityksissä yleensä ole ongelma, mutta suositeltavaa on kuitenkin käyttää eristäviä aluslaattoja. Käytännön kokemukset osoittavat, että kun sinkin pinta-alan suhde toiseen metalliin on suuri ja taulukossa esitetty korroosion todennäköisyys on luokkaa "a" tai "a-b", korroosiota ei kosketuksen takia tapahdu lainkaan tai vain hyvin vähän. Mikäli pinta-alojen suhde on pieni tai odotettavissa olevan korroosion luokitus on suurempi, voi jonkin eristyksen käyttö olla tarpeen.

Kuumasinkityskäsikirjassa (luku 10.4.3) todetaan, että ilmassa tai melko kuivissa ympäristöissä alumiinia ja ruostumattomia teräksiä voidaan usein yhdistää suoraan sinkittyyn materiaaliin ilman, että syntyy merkittävää korroosiota. Varovaisuutta on

kuitenkin noudatettava, jotta katodipinta ei muodostu liian suureksi anodipintaan nähden. Vedessä täytyy aina käyttää eristävää välikerrosta.

Materiaalivahvuuden merkitys tulee myös huomioida eri materiaalien toisistaan eristämisen tarpeessa. Maalaamattomissa kuumasinkityissä ohutlevyteräsrakenteissa ruostumattoman ruuvien kanta on eristettävä rakenteesta, jos se altistuu kosteudelle ulko- tai sisäolosuhteissa. Taasen silloin kun kuumasinkitty teräsrakenne on maalipinnoitettu tai maalattu, eristäviä aluslaattoja ei standardin SFS-EN 1090-4 mukaan välttämättä tarvita ruostumattomien ruuvien yhteydessä, kun ilmastorasitusluokka on C2-C3. Kuumasinkityn teräksen sinkkikerroksen paksuus vaikuttaa korroosioriskiin ja kappaletavarakuumasinkityissä teräsrakenteissa voidaan tapauskohtaisesti harkita, tarvitseeko ruostumattomien teräsruiuvien yhteydessä käyttää eristävää aluslevyä, kun ilmasto- ja korroosiovaikutusluokka on korkeintaan C2 (eikä lisäksi ole mitään altistusta klorideille tai syövyttävälle kemikaaleille). Sen sijaan C3 tai korkeammassa ilmastokorroosiovaikutusluokassa on aina käytettävä eristävää aluslevyä. Sähkösinkittyjä ruuveja ja kiinnikkeitä saa käyttää ainoastaan kuivissa sisätiloissa (korroosiovaikutusluokka C1).

Rakenteen liitoskohdan tulisi olla huollettavissa. Standardin SFS-EN 1090-2 mukaan (luku 10.8, Luoksepäsemättömät pinnat) ruuvikiinnitykset ja niiden ympäryksessä tulee käsitellä täysimääräisesti muulle teräsrakenteelle määritellyllä korroosiosuojauksella, ellei toisin esitetä. Kosketuspinnat ja aluslaattojen alle jäävät pinnat käsitellään samalla suojamaaliyhdistelmällä kuin muu rakenne, ja myös maalikalvojen säilyminen ehjinä asennuksen yhteydessä on tärkeää huomioida. Myös veden kertyminen liitoskohtiin on estettävä suunnittelemalla rakenne oikein.

Yhteenvedona voidaan todeta, että korroosiovaikutusluokassa C1 ei yleensä tarvita eristystä, koska ei ole kosteutta ja tila on kuiva. Ruostumattomat teräskiinnikkeet tulee aina eristää pinnoittamattomissa teräsrakenteissa ilmastokorroosiovaikutusluokissa C2-C5. Kappaletavarakuumasinkityissä teräsrakenteissa ruostumattomien teräskiinnikkeiden eristäminen ilmastokorroosiovaikutusluokassa C2 voidaan harkita tapauskohtaisesti, mutta ilmastokorroosiovaikutusluokissa C3-C5 ne tulee aina eristää toisistaan. Eristäminen tulisi pääsääntöisesti tehdä eristävien aluslaattojen, tiivisteiden ja holkkien avulla. Jos niitä ei jostakin syystä pystytä käyttämään tai niitä ei ole saatavissa, tulee kontaktipintojen eristäminen tehdä muulla tarkoituksenmukaisella tavalla esimerkiksi erittäin huolellisella ja riittävän paksulla soveltuvalla maalauksella, jolloin ruuvien reikä, sen ympärystä sekä ruuvien kanta ja keskiosa maalataan. Maalin tartunnan pitää olla erittäin hyvä, joten pintojen on oltava asianmukaisesti esikäsitellyt ja puhtaat ennen maalausta. Kiinnikkeitä kiinnitettäessä tulee huomioida, että maalikerrosten tulee pysyä mahdollisimman ehjinä. Ohutlevyteräsrakenteissa ruostumattomien teräsruiuvien eristämiseen tulisi aina käyttää soveltuvia

tiivisteitä, paitsi korroosiovaikutusluokassa C1 niitä ei tarvita. Uputusrasituksessa ruostumattomat teräskiinnikkeet on aina eristettävä erittäin huolellisesti kaikenlaisissa teräsrakenteissa.

TRY:n pintakäsittelyn asiantuntijaryhmän puolesta, Suvu Papula ja Teemu Tiainen, Teräsrakenneyhdistys ry sekä Risto Sipilä, Ruukki Construction Oy.

Lähteet

- Standardi SFS-EN ISO 12944-2: 2017, Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 2: Ympäristöolosuhteiden luokitelu.
- Aromaa, J., Korroosionestotekniikan perusteet. Teknillisen korkeakoulun materiaalitekniikan julkaisuja TKK-MK-168, Espoo, 2005.
- Standardi SFS-EN 1990 + A1 + AC :2006. Eurokoodi. Rakenteiden suunnittelu-perusteet.
- Standardi SFS-EN 1090-2: 2018, Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteiden tekniset vaatimukset.
- Standardi SFS-EN 1993-1-3:2006 +AC:2009, Eurokoodi 3. Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-3: Yleiset säännöt. Lisäsäännöt kylmämuovatuille sauvoille ja levyille.
- Standardi SFS-EN 1993-1-4:2007 / A1:2017, Eurokoodi 3. Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-4: Yleiset säännöt. Ruostumattomia teräksiä koskevat lisäsäännöt.
- Teräsrakenteet, metallit sillankorjausmateriaalina, yleiset laatuvaatimukset, SILKO 1.301, LIVI, Sillanrakentamisyksikkö 2010, s. 24.
- Standardi SFS-EN 1090-4: 2018, Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 4: Tekniset vaatimukset katoissa, sisäkatoissa, välipohjissa ja seinissä käytettäville kylmämuovatuille rakenteellisille teräskokoonpanoille ja -rakenteille.
- Standardi SFS-EN ISO 14713-1, Sinkkipinnoitteet. Ohjeet ja suositukset rauta- ja teräsrakenteiden korroosionestoon. Osa 1: Yleiset suunnitteluperiaatteet ja korroosionkestävyydet.
- Kuumasinkityskäsikirja, Nordic Galvanizers, 2020.
- Teräs kosketuksissa muiden materiaalien kanssa – korroosionkestävyys, Teräsrakenneyhdistyksen julkaisu, 17.3.2015.

Kuva 1: Galvaaninen korrosio [Jari Aromaa, 2005]. Anodin ja katodin pinta-alojen suhde vaikuttaa suoraan korroosion voimakkuuteen ja syöpymän mekaniikkiin. Erittäin vaarallinen on tilanne, jossa anodin pinta-ala on pieni verrattuna katodin pinta-alaan.

Kuva 2: Sähkösinkitty (keltapassivoitu) teräspultti on ruostunut voimakkaasti galvaanisen korroosion takia oltuaan kontaktissa ruostumattoman teräsvyn kanssa.

Kuva 3: Ruuviliitoksen suositeltu rakenne galvaanisen korroosion välttämiseksi liitettäessä hiiliteräs-yhteen ruostumattoman teräksen kanssa.

Valokuva: Hannu Tarvainen, Ponsse Oyj