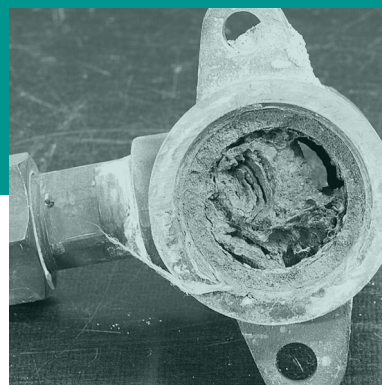
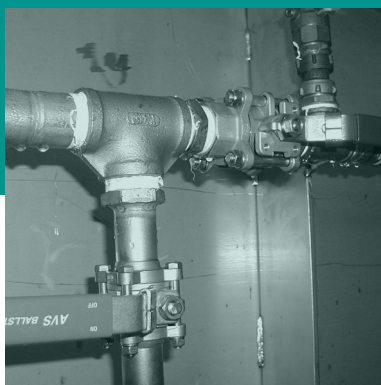


KAUNISTO TUIJA

MESSINKIKOMPONENTTIEN VAURIOMEKANISMIT



Tekijät: Kaunisto Tuija	
Raportin nimi: MESSINKIKOMPONENTTIEN VAURIOMEKANISMIT	
Tiivistelmä: Messingit ovat yleisimmin käytettyjä kupariseoksia, joita käytetään laajasti vesikalusteis-sa. Messingin korroosionkestävyys on tavallisesti hyvä myös vesijärjestelmissä, mutta käyttöikä lyhentävää korroosiota voi tapahtua epäedullisissa olosuhteissa. Messinkikomponenttien korroosiovaurioita voivat aiheuttaa esimerkiksi sinkinkato, jännityskorroosio tai korroosioväsyminen.	
ISBN: 978-952-67166-3-3 ISSN: 1799-2125	Julkaisu pvm: 11.8.2010
Julkaisun www-osoite: www.prizz.fi/vesijulkaisut	
Yhteyshenkilö: Tuija Kaunisto, tuija.kaunisto@vesi-instituutti.fi	
Avainsanat: Messinki, sinkinkato, jännityskorroosio, korroosioväsyminen, veden tekninen laatu	Julkaisija: Vesi-Instituutti WANDER Kalliokatu 10 B, 26100 Rauma www.vesi-instituutti.fi vesi-instituutti@vesi-instituutti.fi

Sisällysluettelo

1	MESSINGIN KORROOSIO	3
2	SINKINKATO	4
3	JÄNNITYSKORROOSIO	5
4	KORROOSIOVÄSYMINEN	6
5	KÄYTTÖOLOSUHTEET	7

1 Messingin korrosio

Messingit ovat yleisimmin käytettyjä kupariseoksia, jotka sisältävät kuparin lisäksi sinkkiä ja usein myös lastuttavuutta parantavaa lyijyä. Messingin mikrorakenne koostuu nk. α -faasista noin 37 %:n sinkkipitoisuuteen asti, mutta suuremmilla sinkkipitoisuuksilla rakenteeseen muodostuu myös toista kidelaatua, β -faasia. Kiderakenteiden ominaisuudet poikkeavat toisistaan, mutta sopivalla ($\alpha+\beta$)-rakenteella saavutetaan hyvät messingin muokattavuus- ja lujuusominaisuudet. (Metalliteollisuuden Keskusliitto 2001)

Kuparimetallien korroosionkestävyys on tavallisesti hyvä myös vesijärjestelmissä. Messingin korroosionkestävyys heikkenee jonkin verran sinkkipitoisuuden kasvaessa, ja käyttöikä lyhentävää syöpymistä voi tapahtua epäedullisissa olosuhteissa. Edellytyksenä korroosiolle on happipitoinen ympäristö ja pinnoilla oleva vesi tai kosteus. Messinkikomponenttien korrosioaurioiden syitä ja vaurion syntymiseen vaikuttavia tekijöitä on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Messinkiosien ja niiden liitosten korrosioaurioiden syitä

KORROOSIOTYYPPI	VAIKUTTAVAT TEKIJÄT		
	Tuotteen laatu	Suunnittelu ja asennus	Käyttöolosuhteet
Sinkinkato	Valmistuksen vuoksi virheellinen mikrorakenne		Veden laatu (kloridit, happamuus, pehmeys)
Jännityskorrosio	Valmistuksesta johtuvat jännitykset	Ulkoinen kuormitus (esim. mutterien liiallinen kiristys)	Pinnoille pääsevät kemikaalit (ammoniakki, nitriitti tms.), paikalliset sinkinkadonkohdat
Korroosioväsyminen		Lämpöliikkeiden estyminen	Vesikalusteiden aiheuttamat paineiskut, veden laatu

2 Sinkinkato

Messinkien sinkinkato on selektiivisen eli valikoivan korroosion muoto, jossa messingistä liukenee sinkkiä ja jäljelle jää huokoinen kuparirakenne. Kappale säilyttää ulkoisen muotonsa, mutta menettää lujuuttaan ja tiiviyyttään. Sinkinkadon seurauksena messinki myös menettää keltaisen värinsä ja muuttuu kuparinpunaiseksi. Sinkinkato voi edetä paikallisesti tai tasaisesti koko pinnalla. Sinkinkadon oireita ovat ulkopinnalle saostuvat vaaleat korroosiotuotteet ja pienehköt vuodot. Sinkinkato voi aiheuttaa messinkiventtiilien tukkeutumista tai mekaanisten ominaisuuksien heikkenemisen seurauksena syntyviä murtumia.

Sinkinkatotaipumus kasvaa messingin sinkkipitoisuuden kasvaessa. Alle 20 % sinkkiä sisältävät seokset eivät ole taipuvaisia sinkinkatoon. Messinki on sitä kestävämpää sinkinkatoa vastaan mitä suurempi on kuparipitoisemman α -kiderakenteen osuus messingissä. Kuparipitoisuuden ollessa alle 62 % rakenteeseen muodostuu runsaasti myös β -faasia. Messinkituotteen sinkinkadonkestävyys saadaan aikaan oikealla seostuksella ja sopivalla lämpökäsittelyllä. Sinkinkato voidaan estää α -faasissa lähes täydellisesti arseeni-, antimoni- tai fosforilisäyksellä, mutta β -faasin sinkinkatoa ei voida seostuksella estää. Sinkinkadon etenemisen estämiseksi β -faasi ei saisi esiintyä messingin mikrorakenteessa jatkuvana verkostona, vaan mieluiten erillisinä α -faasin ympäröiminä alueina, mikä varmistetaan oikeilla valmistusmenetelmillä. (AWWA 1996)

Sinkinkato on yleisempää lämminvesijärjestelmissä. Veden suuri kloridipitoisuus sekä matala alkaliteetti (bikarbonaattipitoisuus) ja veden pehmeys lisäävät sinkinkatoriskiä (Kunnossapitoyhdistys ry 2006). Suomessa sinkinkatotapauksia on esiintynyt mm. rannikkoseuduilla veden korkean kloridipitoisuuden vuoksi. Veden pH-arvo vaikuttaa talousveden normaaleissa vaihtelurajoissa vain sinkin-katotuotteiden saostuvuuteen. Happamissa vesissä saostumia ei aina muodostu, mutta veden pH-arvon kasvaessa eli emäksisyyden lisääntyessä korroosiotuotteiden taipumus saostua pinnoille kasvaa. Monissa maissa suositellaankin veden pH-arvolle ylärajaa, jolloin saostumat eivät pääse tukkimaan venttiileitä. Veden laatuvoitteiksi messingin sinkinkadon estämiseksi on esitetty, että pH olisi alle 8,3 ja bikarbonaatin ja kloridin suhde yli 2 (Suomen kuntaliitto 1993).

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 (Ympäristöministeriö 2007) mukaan vesilaitteistoissa käytettävien messinkiosien tulee olla valmistettu sinkinkadonkestävästä messinkilaadusta. Tyypinhyväksytyt messinkiventtiilit ja -liittimet valmistetaan sinkinkadonkestävästä materiaalista, ja kansallinen tyypinhyväksyntä edellyttää tuotteen sinkinkadonkestävyyden testaamista tyypitarkastuksen yhteydessä.

3 Jännityskorroosio

Jännityskorroosiossa metalliin syntyy murtumia metallikomponenttiin kohdistuvien vetojännitysten ja syövyttävän ympäristön yhteisvaikutuksesta. Jännityskorroosiomurtumaan johtava korroosioympäristö on spesifinen kullekin materiaalille. Yli 20 % sinkkiä sisältävät messingit ovat suhteellisen herkkiä jännityskorroosiolle ammoniakkipitoisessa ympäristössä. Jännityskorroosiota on aiemmin kutsuttu myös varastorepeämiseksi. (ASM International 2005) Jännitykset voivat olla peräisin tuotteeseen valmistuksessa muodostuneista sisäisistä jännityksistä tai asennuksesta. Sisäisiä jännityksiä aiheuttavat esimerkiksi kylmämuokkaus, lastuminen, leikkaus, lävistäminen ja hitsaus. Ulkoinen kuormitus voi aiheutua staattisesta kuormasta tai esimerkiksi ruuviliitoksen kiristysvoimasta.

Messinkien jännityskorroosiota aiheuttavia kemikaaleja voivat olla mm. ammoniakki, sulfaatti, nitriitti ja fluoridi (Lee ja Shih 1995). Ammoniakki voi olla peräisin puhdistusaineista ja eristemateriaaleista. Esimerkiksi solukumieristeestä voi irrota pieniä määriä ammoniakkaa, joka yhdessä kondenssikosteuden kanssa voi muodostaa aggressiivisen kemikaaliympäristön ja aiheuttaa jännitys-korroosiota ilmastointi- ja jäähdytysjärjestelmien messinkiosissa. Nitriittejä voi muodostua esimerkiksi talousveden sisältämän nitraatin pelkistymisreaktioissa. Myös tiivistaineet (mm. eräät silikonit) ja jotkut desinfiointiaineet saattavat sisältää haitallisia kemikaaleja (Heinemann 2004).

Jännityskorroosion kannalta kriittiset kemikaalipitoisuudet ovat hyvin pieniä, ja ne riippuvat jännitystasosta. Minimiarvoja kemikaalipitoisuuksille tai tarvittavalle jännitykselle ei tunneta. Valmistuksessa tuotteeseen mahdollisesti jäävät pienetkin jännitykset ja aggressiiviset kemikaalit voivat siis aiheuttaa jännityskorroosiota. Jännityskorroosion estämiseksi muokattuihin messinkituotteisiin valmistusprosessin aikana syntyviä jännityksiä poistetaan tuotteen valmistuksen loppuvaiheessa tehtävällä jännitystenpoistoehkutuksella (Metalliteollisuuden Keskusliitto 2001). Lisäksi tuote tulee asentaa oikein ja estää kontakti tyyppiyhdisteitä sisältävien aineiden kanssa. Aggressiivisen kemikaalin pääsyä ulko- tai sisäpinnalle on kuitenkin vaikea estää, sillä myös erilaiset pesu- ja puhdistusaineet saattavat sisältää haitallisia aineita.

Puristusliittimiä asennettaessa kiristys on tehtävä valmistajan antamien ohjeiden mukaan ja liiallista kiristystä on vältettävä. Käyttövesijärjestelmien messinkiosien tyyppihyväksyntävaatimukset edellyttävät sinkinkadonkestävyyden lisäksi myös jännityskorroosionkestävyyttä, joten jännityskorroosiotestaus on osa puristusliittimien messinkiosien tyyppihyväksyntää Suomessa.

Jännityskorroosio voi edistää sinkinkatoa ja sinkinkato jännityskorroosiota (ASM International 2005). Paljon sinkkiä ja sen seurauksena β -faasia sisältävät messingit ovat erityisen herkkiä sekä sinkinkadolle että jännityskorroosiolle. Jännityskorroosion todennäköisiä aloituskohtia ovat pistesyöpymät, paikallisen sinkinkadon kohdat ja naarmut. Jo käytössä olevien messinkiosien jännityskorroosiosäröjen etenemistä ei tiettävästi voida estää myöhemmillä toimenpiteillä.

4 Korroosioväsyminen

Messinkiosien murtumat voivat olla mekaanisten tekijöiden aiheuttamia tai mekaanisen kuormituksen ja korroosion yhteisvaikutuksesta syntyneitä. Kun rakenne joutuu värähtelyjen, vaihtosuuntaisen kuormituksen tai termisten vaihteluiden alaiseksi, tuotteen kestoikä riippuu materiaalin väsymislujuudesta. Syövyttävässä ympäristössä väsymiskestävyys on yleensä huomattavasti alhaisempi kuin ei-syövyttävässä ympäristössä. Vesilaitteistoissa korroosioväsyminen johtuu syövyttävän veden ja putkeen kohdistuvien vaihtokuormitusten yhteisvaikutuksesta, ja se ilmenee pituus- tai poikkisuuntaisina murtumina messinkiosan pinnalla. (ASM International 2005)

Vaihtokuormitusta voi tulla lämpöliikkeiden estymisestä, vesikalusteiden aiheuttamista paineiskuista tai pumppujen, kompressorien ja venttiilien aiheuttamista värähtelyistä. Putket tulisikin asentaa niin, että ne pääsevät riittävästi liikkumaan. Liitokset tulisi tehdä ammattitaidolla, sillä suurin osa korroosioväsymisen aiheuttamista vaurioista on liitos- tai taivekohdissa.

5 Käyttöolosuhteet

Vaihtelut käyttöolosuhteissa, asennustavoissa tai tuotteiden laadussa voivat johtaa siihen, että samassakin verkostossa olevista putkistoista osassa esiintyy vaurioita ja osassa ei. Käyttöolosuhteista vaikuttavat eniten veden laatu, lämpötila ja virtausnopeus.

Korroosioaurioihin vaikuttavista käytönaikaisista tekijöistä merkittävin on veden laatu. Vesilaitosten jakama talousvesi ei kaikissa tapauksissa ole tekniseltä laadultaan moitteetonta, vaikka se täyttäisi talousvedelle asetetut terveydelliset vaatimukset. Veden laatu voi myös muuttua verkostossa. Vedenjakelujärjestelmissä esiintyvien materiaalien kirjo hankaloittaa optimaalista vedenkäsittelyä korroosion estämiseksi, sillä eri materiaalien kestävyysvaikutukset vaikuttavat vedenlaatuparametreihin poikkeavasti toisistaan. Kaivovesiä käytäviä talouksiakin on Suomessa vielä runsaasti. Luonnonvedet ovat lähes poikkeuksetta metalleja syövyttäviä, joten kaivoveden laatu on selvitettävä ennen putkimateriaalin valintaa. Kaivovesien teknistä laatua voidaan parantaa erilaisten vedenkäsittelyjen avulla, esimerkiksi kalkkikivialkaloinnilla.

Hyvälaatuinenkin vesi voi muuttua verkostossa kulkiessaan ja viipyessään huonolaatuiseksi ja jopa terveydelle haitalliseksi, etenkin jos olosuhteet ovat mikrobiologiselle toiminnalle suotuisat. Talousvedet sisältävät yleensä aina ravinteita mikrobeille, mutta näille parametreille ei ole asetettu talousvesiasetuksessa vaatimuksia tai suosituksia (Kekki ym. 2007). Biofilmiä muodostumista putkien pinnoille ei toivota, sillä biofilmit ovat otollisia elinpaikkoja myös patogeenisille bakteereille (Percival ym. 2000).

Metallien korroosioon vaikuttavista veden koostumustekijöistä tärkeimpiä ovat veden happipitoisuuden lisäksi sen happamuus eli pH-arvo, suolapitoisuus (kloridit, sulfaatit), kovuus (kalsium- ja magnesiumipitoisuus) ja alkaliteetti (bikarbonaattipitoisuus). Käyttöveden syövyttävyydelle ei voida antaa yleispäteviä rajoja materiaalien luontaisten eroavaisuuksien vuoksi. Taulukossa 2 on esitetty teknisesti hyvälaatuisen veden tavoitearvot.

Taulukko 2. Metall- ja sementtipohjaisten vesijohtomateriaalien kannalta teknisesti hyvälaatuisen veden tavoitearvot. (Kekki ym. 2008)

pH	Bikarbonaatti	Kalsium	Vapaa hiilidioksidi	Kloridi	Sulfaatti
7,5 - 8,0	>60 mg/l	>20 mg/l	<15 mg/l	<100 mg/l	<100 mg/l

Veden lämpötilan kohoaminen yleensä kiihdyttää korroosiota. Liian korkeat lämpötilat ovat siis haitaksi, samoin veden seisominen tai liian suuri virtausnopeus, vaikkakin saostumien muodostumista estetään antamalla veden kiertää jatkuvasti. Muista tekijöistä mainittakoon ennen käyttöönottoa tapahtuvan painekoe eli koeponnistus, jonka suorittaminen voi vaikuttaa putkien sisäpinnalle muodostuvien suojaavien kerrostumien laatuun. Koeponnistuksessa ei pidä käyttää epäpuhdasta tai kiintoainesta sisältävää vettä, eikä vesi saa seistä putkistossa pitkään ennen käyttöönottoa. Erityisen haitallinen on tilanne, jossa putki on vain osittain täynnä. Koeponnistuksen mahdollisia vaikutuksia käytön aikana tapahtuviin korroosioaurioihin on hyvin hankala osoittaa.

Lähteet:

- ASM International (2005). ASM Handbook, Volume 13B Corrosion: Materials. Corrosion of Copper and Copper Alloys. 125–163.
- AWWA (1996). Internal Corrosion of Water Distribution Systems - Cooperative Research Report. American Water Works Association Research Foundation & DVGW-Technologiezentrum Wasser. Second Edition. 586 s.
- Heinemann K-J. (2004). Ein Ratgeber zu Schadensfällen in der Hausinstallation. Sonderdruck der Beiträge in der Sanitär + Heizungstechnik von 1998 bis 2001. 3. unveränderte Auflage. 60 s.
- Kekki T.K., Kaunisto T., Keinänen-Toivola M.M. ja Luntamo M. (2008). Vesijohtomateriaalien vauriot ja käyttöikä Suomessa. Vesi-Instituutti/Prizztech Oy. Karhukopio, Turku. 186 s.
- Kekki T.K., Keinänen-Toivola M.M., Kaunisto T. ja Luntamo M. (2007). Talousveden kanssa kosketuksissa olevat verkostomateriaalit Suomessa. Vesi-Instituutti/Prizztech Oy. Karhukopio, Turku. 101 s.
- Kunnossapitoyhdistys ry (2006). Korroosiokäsikirja. Kunnossapidon julkaisusarja n:o 12. Kolmas painos. Hamina. 930 s. (Aiemmin: Korroosiokäsikirja. Toim. P.J. Tunturi. Suomen Korroosioyhdistys SKY - Finlands Korrosionsförening ry, Hanko, 1988. Suomen Korroosioyhdistyksen julkaisuja n:o 6. 966 s.)
- Lee C.K. ja Shih H.C. (1995). Determination of the critical potentials for pitting, protection and stress corrosion cracking of 67-33 brass in fluoride solutions. Journal of Electrochemical Society 142(3), 731–737.
- Metalliteollisuuden Keskusliitto (2001). Raaka-ainekäsikirja 3. Kuparimetallit. 2. uudistettu painos. Tampere. 186 s.
- Percival S.L., Walker J.T. ja Hunter P.R. (2000). Microbiological aspects of biofilms and drinking water. Julkaistu sarjassa The Microbiology of extreme and unusual environments. CRC Press LLC. 229 s.
- Suomen kuntaliitto (1993). Vesijohtoveden laatu ja korrosio. Suomen kuntaliitto & Vesi- ja Viemäriulaitosyhdistys. Helsinki. 33 s.
- Ympäristöministeriö (2007). D1 Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot, määräykset ja ohjeet. Suomen rakentamismääräyskokoelma. 64 s.

Tuija Kaunisto: Messinkikomponenttien vauriomekanismit
ISBN: 978-952-67166-4-0
ISSN: 1799-2125
Vesi-Instituutti WANDER
Kalliokatu 10 B 26100 Rauma
www.vesi-instituutti.fi



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto



SATAKUNTALIITTO

Vipuvoimaa
EU:lta
2007-2013