

Tämä on rinnakkaistallenne alkuperäisestä artikkelista

Viittausohje: Jyrkäs, K., Lehtiniemi-Perttu, P. (2020). SFS-EN ISO 12944-6 standardissa tapahtuneet muutokset ja niiden vaikutus testitulosten tulkintaan. *Teräsrakenne 43* (1), ss. 42-44.

SFS-EN ISO 12944-6 standardissa tapahtuneet muutokset ja niiden vaikutus testitulosten tulkintaan

Kauko Jyrkäs, Päivi Lehtiniemi-Perttu, HAMK Tech

Suojamaaliyhdistelmien ominaisuuksien ja suorituskyvyn testaamista käsittelevää standardia ”SFS-EN ISO 12944-6 Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 6: Laboratoriomenetelmät suorituskyvyn testaamiseksi” on hiljattain päivitetty ja standardiin tehtiin pinnoitteiden korroosionestauksen osalta merkittäviä muutoksia. Muutokset vaikuttavat oleellisesti vanhan ja uuden standardin mukaisten tulosten vertailtavuuteen. Testimenetelmien vertailtavuutta tutkittiin HAMK Tech -tutkimusyksikössä Business Finlandin hankkeessa ”Biopohjaiset pinnoitetut ohutlevytuotteet”.

Uudessa standardissa on huomioitu standardeissa ISO 12944-1 ja ISO 12944-2 tapahtuneet muutokset ja lisätty testausmenetelmiin uusi korroosiorasitusluokka CX ja uusi kestävyysluokka erittäin korkea (VH). Standardissa on myös aikaisempaa paremmin otettu huomioon sinkkipinnoitetut tuotteet. Aikaisemmin standardi määritteli sinkkipinnoitettujen ja maalattujen tuotteiden ainoaksi keinovanhennusmenetelmäksi kondenssikosteustestin (ISO 6270-1). Uudessa standardissa maalatuille kuumasinkityille sekä termisesti ruiskutetuille sinkkipinnoitetuille tuotteille voidaan käyttää samoja testimenetelmiä kuin maalatuille hiiliterästuotteille, mutta edelleenkin standardi ei kata sähkösinkittyjä materiaaleja. Jatkuva suolasumutestiä on kyllä jo tähänkin asti käytetty myös maalattujen sinkittyjen materiaalien korroosionkestävyyden tutkimisessa, vaikka standardi ei sitä ole edellyttänyt.

Korroosionkestävyyden selvittämiseksi voidaan uudistetun standardin mukaan käyttää perinteisen suolasumutestin lisäksi ankarissa korroosiorasitusluokissa syklistä testiä. Uudistus on tuonut standardiin selviä parannuksia, mutta tehdyt muutokset saattavat joissakin tapauksissa vaikeuttaa aikaisempien testitulosten ja uuden standardin mukaan tehtyjen testitulosten vertailua.

Testattava kappale ja keinotekoinen naarmu

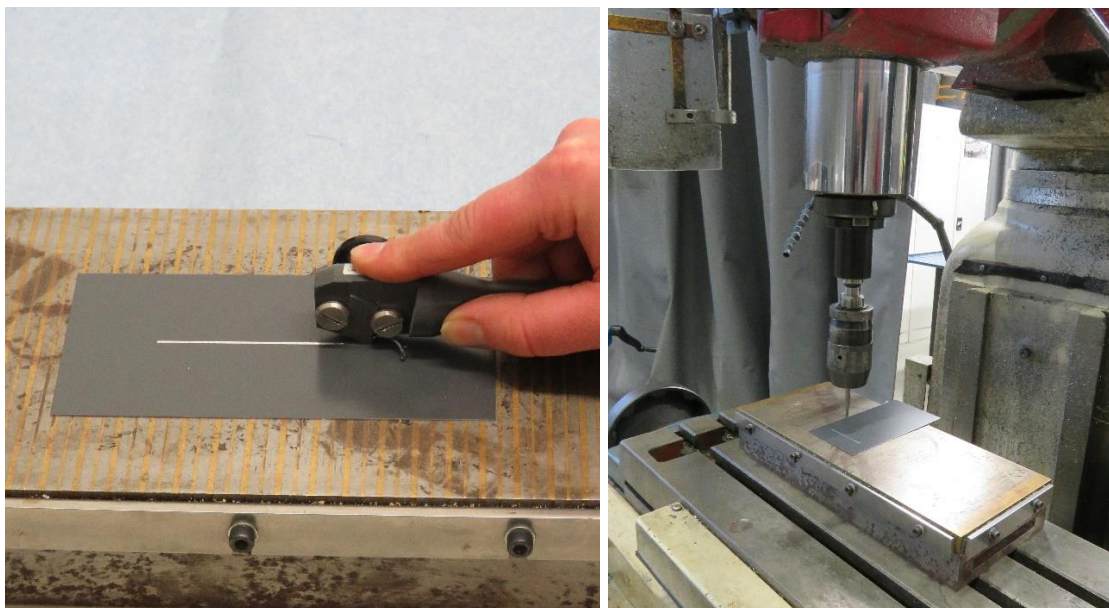
Uusi standardi määrittelee aikaisempaa paremmin testattavan kappaleen ja siihen tehtävän keinotekoisena naarmun teon. Taulukossa 1 on vertailtu vanhan ja uuden standardin määrittelyjä testikappaleelle.

Taulukko 1. Testikappaleen määrittelyt vanhassa ja uudessa standardissa.

	SFS-EN ISO 12944-6:1998	SFS-EN ISO 12944-6:2018
Koko	Vähintään 150 mm x 70 mm	Vähintään 150 mm x 75 mm
Koelevyn paksuus	Vähintään 2 mm	Vähintään 3 mm
Koelevyjen määrä	3 kpl	3 kpl
Keinotekoinen naarmu:		
Viiltämistyökalu	Viiltämislaitteen käyttöä suositellaan, mutta laitetta ei määritellä. Hilaristikkotestissä käytettävää yksiteräistä leikkuria voidaan käyttää.	Viiltäminen porajyrsimellä, jossa on kobolttiurapora.
Viiltolinja	Vaakasuora, pystysuora tai vino.	Vaakasuora
Naarmun leveys	Yksiteräisellä leikkurilla tehtynä erittäin kapea.	2 mm
Viiltolinjan pituus	Vähintään 50 mm	50 mm
Etäisyys reunoista	Vähintään 20 mm	Vähintään 12,5 mm pitkstä reunasta ja vähintään 25 mm lyhyestä reunasta.
Viillon syvyys	Metalliin saakka	Maalikerroksen ja sinkkipinnoitteen läpi hiiliteräkseen asti.

Aikaisemman keinotekoisien naarmun teko-ohjeiden epämääräisyyden vuoksi testilaboratoriot ovat usein soveltaneet muiden standardien tai vakiintuneen käytännön mukaisia menetelmiä naarmun tekoon. Standardin mainitseman yksiteräisen hilaristikkotestin leikkurin käyttö tuottaa erittäin kapean naarmun, joka paljastaa vain hyvin pienen alueen teräksestä. Useat testilaboratoriot ovatkin käyttäneet esim. 1 mm:n tasapäistä käsityökalua, jolloin naarmun alkuperäinen leveys on yksikäsitteisesti määritelty ja korroosion määrä helposti laskettavissa.

Nykyinen keinotekoisien naarmun teko jyrsimellä on kohtuullisen vaikea toteuttaa, eikä kaikilla laboratorioilla ole laitteita naarmuttamiseen, eikä myöskään kaupallisia laitteita pelkästään tähän tarkoitukseen ole tarjolla. Tämä hidastaa standardin käyttöönottoa. Aikaisemmin tehtyyn 1 mm:n naarmuun verrattuna on naarmun pinta-ala uuden standardin mukaan tehtynä kaksinkertainen. Lisäksi naarmu on aikaisemmin usein ollut pystyasennossa, kun se uuden standardin mukaan on vaakasennossa, ja on luultavasti korroosion kannalta rasittavampi.



Kuva 1. Perinteinen käsityökalu 1 mm:n naarmun tekoon ja 2 mm:n naarmun teko jyrsimellä.

Raja hyväksyttävälle korroosion laajuudelle naarmussa oli vanhassa versiossa määritelty tiukasti. Sallittiin vain korkeintaan yhden millimetrin laajuinen korroosio naarmusta. Uudessa standardissa korroosion laajuus saa olla keskiarvoltaan korkeintaan 1,5 mm. Määrittely lisää arviointityötä, koska korroosion laajuus on mitattava yhdeksästä kohtaa, kun aikaisemmin riitti maksimi-irtoaman mittaaminen. Laboratoriotyötä lisää merkittävästi myös se, että korroosion laajuus tulisi mitata 0,1 mm:n tarkkuudella mikä vaatii joko mikroskoopin tai tarkoitukseen suunnitellun suurennuslasin käyttöä. On kyseenalaista, pystytäänkö korroosioalue kuitenkaan aina mittaamaan tällä tarkkuudella.

Vanhan standardin englanninkielinen versio pyytää mittaamaan substraatin korroosion, kun taas suomenkielisessä versiossa puhutaan korroosiosta. Epäselvyyden vuoksi laboratoriot ovat saattaneet tulkita tämän eri tavalla.

Maalipinnoitettujen sinkittyjen materiaalien korroosionkestävyyden arviointi

Vaikka suolasumutestiä ei vanhan standardin mukaan sovellettu sinkityille tuotteille, sitä on käytetty sinkityille tuotteille jo aikaisemminkin. Varsinkin sinkittyjen tuotteiden tapauksessa on ollut epäselvää, mitä naarmun ympäriltä mitataan. Mitataanko naarmun ympäriltä punaruostuneen alueen leveys, korroosioalueen leveys näkyvään sinkkiin asti vai naarmun ympäriltä delaminoitunut maalipinnoite. Maalatuille sinkkipinnoitetuille ei juurikaan punaruostetta synny suolasumualtistuksen aikana sinkin suojavaikutuksen takia, joten usein on mitattu nimenomaan maalin irtoamaa. Tässäkin yhteydessä on saatettu käyttää eri standardeista mukautettuja menetelmiä, esimerkiksi määritetty sekä korroosioalue että maalin irtoama, kuten standardi *"SFS-EN ISO 4628-8 Maalit ja lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten vaurioiden esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä. Osa 8: Viiltoa tai muuta pinnoitteeseen tehtyä vauriota ympäröivän irtoamisen ja korroosion arviointi"* määrittää. Päivitetyin standardin mukaan on sinkityille kappaleille naarmu tehtävä teräkseen asti, kun taas vanhassa standardissa naarmun syvyydestä ei ole annettu ohjeita, koska sinkityille suolasumutestausta ei ole vaadittu. Naarmu on todennäköisesti tehty useimmiten vain sinkkiin asti, jos on käytetty tasapäistä naarmutustyökalua.

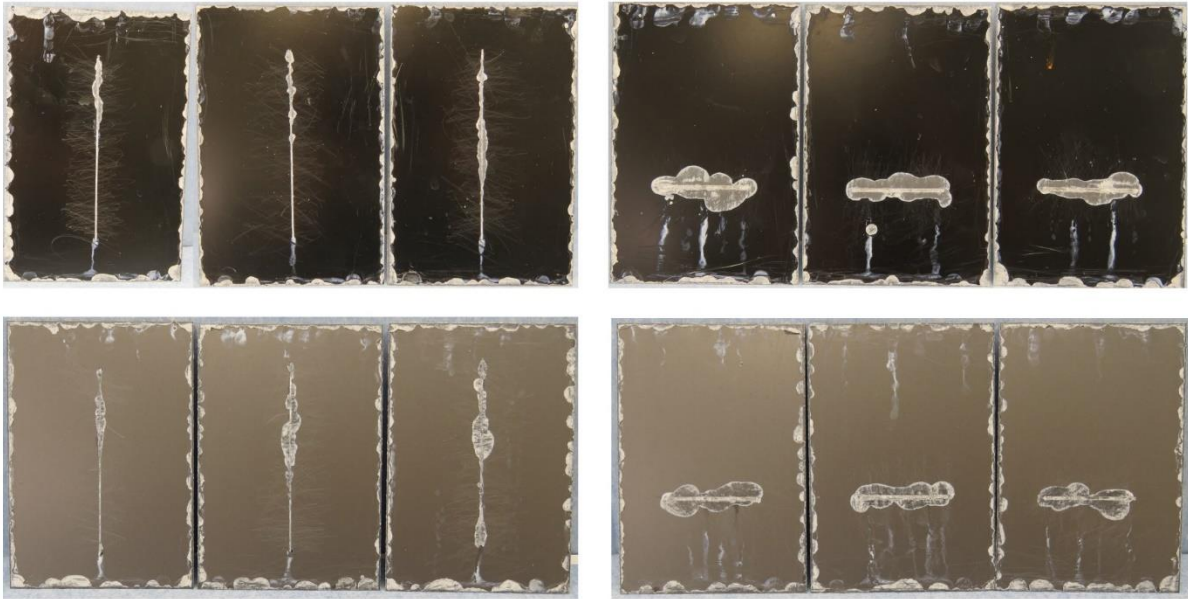
Uusi standardi huomioi, että maalattuja sinkkipinnoitettuja testikappaleita arvioitaessa korroosion eteneminen testikappaleessa mitataan alueena, jossa sinkkipinnoite on vaurioitunut eikä maalipinnoitteen irtoaman perusteella, vaikka sinkin korroosio voi irrottaa maalipinnoitetta

laajemmalla alueella. Sinkkikerroksen ollessa ohut sinkki useissa tapauksissa syöpyy pois siltä alueelta, mistä maalikerros on irronnut. Tällöin korroosion mittausta maalikerroksen irtoaman mukaan antaa lähes saman tuloksen kuin mitattaessa korroosiota sinkkipinnoitteen syöpymisen perusteella. Joissakin tapauksissa sinkkipinnoitetta on kuitenkin paikoin jäljellä, jolloin tulokset eroavat.

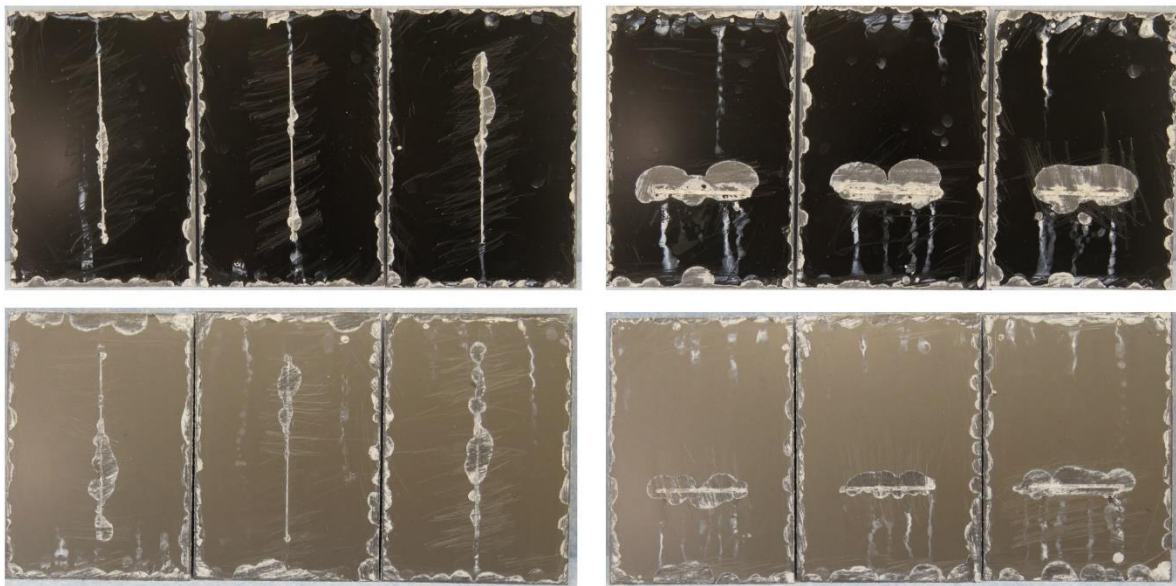
Kastosinkityillä tuotteilla, joilla sinkkikerroksen paksuus on yleensä n. 50 – 200 µm, uuden standardin mukainen tarkastelutapa huomioi sinkkipinnoitteen korroosiolta suojaavan vaikutuksen. Sinkkipinnoite estää teräksen korroosiota vielä silloinkin, kun maalipinnoite on jo irronnut. Maalipinnoitteen irtoaminen aiheuttaa kuitenkin ulkonäköhaittaa, minkä vuoksi on usein hyvä tarkastella näillä materiaaleilla sekä maalipinnoitteen irtoamista että sinkin syöpymistä naarmussa.

HAMK Tech vertaili naarmutustavan ja naarmun suunnan vaikutusta testitulokseen kahdella polyesteripinnoitteella maalatulla sinkityllä ohutlevyllä. Rinnakkaisia testilevyjä oli kolme. Testi suoritettiin kahdella testiajalla 480 tuntia ja 720 tuntia. Valokuvat testikappaleista ovat kuvissa 1 - 2. Testissä mitattiin maalin irtoama, sillä värjäytyntä korroosioaluetta ei muodostunut.

Valokuvat osoittavat, että kahden millimetrin vaakanaarmussa korroosio etenee selvästi nopeammin kuin yhden millimetrin pystynaarmussa. Jo 480 tunnin testiajalla ero maalin irtoamisessa on merkittävä ja korostuu 720 tunnin testiajalla. Tällainen ero on odotettavissa, koska 2 mm vaakanaarmu paljastaa suuremman alueen terästä. Pystynaarmussa vesi myös pääsee helpommin valumaan pois naarmun alueelta kuin vaakanaarmussa. Sinkityillä tuotteilla, joissa sinkkikerroksen paksuus on ohut, sinkin suojavaikutus uhrautumalla heikkenee suojattavan pinta-alan kasvaessa. Uudessa standardissa korroosion etenemä on arvioitu eri tavalla kuin vanhassa standardissa. Aikaisemmin mitattiin vain maksimiarvo, kun uuden standardin mukaan käytetään keskiarvoa. Vaikka korroosio etenee nopeammin 2 mm:n vaakanaarmun läheisyydessä, uuden standardin väljemmät arviointikriteerit eivät tuoneet eroa hyväksynnässä näytteiden välille HAMK Techin näytesarjassa. Taulukkoon 2 on laskettu korroosion etenemät sekä vanhalla että uudella tavalla naarmutetuille näytteille vanhan (irtoaman maksimiarvo) sekä uuden (irtoaman keskiarvo) arviointitavan mukaisesti. Mikään näytteistä ei olisi läpäissyt vaatimuksia riippumatta siitä, oliko naarmu tehty ja arvosteltu vanhan tai uuden standardin mukaisesti. Kuitenkin, 480 tunnin kokeessa vanhan standardin mukaisesti naarmutetut ja arvioidut mustan maaliyhdistelmän näytteet ylittivät hyväksyntärajan (maksimikorroosio < 1,0 mm) vain 0,5-1 mm, kun taas päivitetyn standardin mukaisesti naarmutetut ja arvioidut saman maaliyhdistelmän näytteet ylittivät sallitun rajan (keskimääräinen irtoama < 1,5 mm) huomattavasti enemmän (2,6-4,4 mm). Jos vanhassa standardissa olisi tarkasteltu keskiarvoja maksimin sijaan, kaikki mustat 480 tunnin näytteet olisivat läpäisseet testin. Uuden standardin mukaisesti naarmutettujen näytteiden maksimiarvot taas ovat huomattavasti isompia kuin vanhan standardin mukaisesti naarmutettujen näytteiden maksimiarvot. Tästä herää kysymys, olisiko lyhyemmällä altistusajalla voitu todeta, että vanhoilla kriteereillä näytteet olisivat läpäisseet vaatimukset, mutta uusilla taas eivät. Vaikka tätä ei HAMK Techin testisarjalla voitu osoittaa, tulokset viittaavat kuitenkin siihen, että joissain tapauksissa vanhan standardin mukaiset tulokset eivät ole suoraan verrattavissa nykyisen ISO 12944-6 standardin mukaan tehtyjen testien tuloksiin.



Kuva 2. Musta ja harmaa maalattu teräsnäyte 480 testitunnin jälkeen. Vasemmalla pystynaarmu (1 mm) vanhan testitavan mukaan. Oikealla vaakanaarmu (2 mm) uuden standardin mukaan.



Kuva 3. Musta ja harmaa maalattu teräsnäyte 720 testitunnin jälkeen. Vasemmalla pystynaarmu (1 mm) vanhan testitavan mukaan. Oikealla vaakanaarmu (2 mm) uuden standardin mukaan.

Taulukko 2. Korroosion etenemä uuden ja vanhan standardin mukaan naarmutetuille näytteille laskettuna sekä maksimi-irtoamasta että keskiarvoisesta irtoamasta HAMK Technin testisarjassa. Vihreäksi on merkattu hyväksytyt tulokset; keltaiseksi tulokset, jotka ylittävät rajan vain hieman (alle 1 mm) ja punaiseksi tulokset, jotka ovat selvästi yli hyväksyntärajojen.

		480h			720h		
		1	2	3	1	2	3
Naarmu vanhan standardin mukaan (c pitäisi olla < 1,0 mm)	musta	2	2,5	1,5	3	3,5	3,5
Laskettu käyttäen maksimi-irtoamaa	harmaa	2	3,5	5	6,5	6,5	5,5
Naarmu vanhan standardin mukaan	musta	0,4	0,8	0,5	0,6	0,6	1,5
Laskettu käyttäen irtoaman keskiarvoa	harmaa	0,5	1,1	1,9	2,5	2,6	1,7
Naarmu uuden standardin mukaan (c pitäisi olla < 1,5 mm)	musta	5,4	4,5	4,1	7,7	9,5	9,5
Laskettu käyttäen irtoaman keskiarvoa	harmaa	4,2	2,5	-	3,8	3	5,0
Naarmu uuden standardin mukaan	musta	9	6,5	5,5	9,5	13	9
Laskettu käyttäen maksimi-irtoamaa	harmaa	5	4,5	-	6	7	6

Syklinen korroosiotesti

Oleellinen parannus uudessa ISO 12944-6 standardissa on syklisen korroosiotestin käyttö korroosionkestävyyden arvioinnissa materiaaleille, joita suunnitellaan käytettäväksi korroosiorasitusluokissa C4 (VH), C5 (H) tai C5 (VH). Standardiin otettu testi huomioi suolan korroosiorasituksen lisäksi UV-valon, kosteuden, kuivumisen ja lämpötilanvaihteluiden vaikutusta korroosioon ja todennäköisesti simuloi luonnonolosuhteita jatkuvaa suolasumutestiä paremmin.

Syklisen testin suorittaminen vaatii enemmän laitteita ja henkilötyövoimaa kuin suolasumutesti. Testiin tarvitaan suolasumukammio, UV-testilaitteisto ja pikapakastin, joka pystyy jäähdyttämään testattavan näytemäärän -20 °C:een puolen tunnin aikana. Testi alkaa kolmen vuorokauden vuorottelevalla UVA-valo- ja kondenssikosteusrasituksella, jonka jälkeen näytteet on siirrettävä korroosiotestilaitteeseen kolmen vuorokauden ajaksi ja sen jälkeen vuorokaudeksi pakastimeen. Yksi testisykli kestää viikon.

Testin suorittaminen varaa kyseiset laitteet koko testiajaksi, vaikka ne osan ajasta ovatkin tyhjillään. Henkilökunnan on lisäksi varattava aikaa kolmelle päivälle viikosta testikappaleiden siirtoon laitteesta toiseen. Standardin ilmoittama testiaika on testattaessa soveltuvuutta C4 (VH) ja C5 (H) rasitusluokkiin 1680 tuntia (70 vrk), ja testattaessa soveltuvuutta C5 (VH) 2688 tuntia (112 vrk). Usean kuukauden testiaika aiheuttaa merkittäviä kustannuksia perinteiseen suolasumutestiin verrattuna, mutta testin syklisyys parantaa korroosionkestävyyden arvioinnin luotettavuutta.

Yhteenveto

-Standardin ISO 12944-6 uudistettu versio tuo kiihdytettyyn korroosiotestaukseen oleellisia parannuksia.

-Päivitetty standardi ottaa paremmin huomioon myös maalatut sinkkipinnoitetut tuotteet.

-Keinotekoisien naarmun tekoa on täsmennetty, mikä parantaa tehtävien testien vertailtavuutta eri laboratorioiden välillä. Naarmun tekotavan muuttaminen voi kuitenkin hankaloittaa joissain tapauksissa vanhojen ja uusien testitulosten vertailtavuutta.

-Standardin uuden ja vanhan version välillä naarmuun liittyen on oleellisesti muuttunut: naarmun suunta, naarmun leveys, naarmun syvyys (mikäli vanhaa standardia on sovellettu myös sinkityille), naarmun arvostelutapa (keskiarvo/maksimi) ja hyväksyntäkriteeri.

-Syklisen korroosiotestin käyttö hyvin ankariin olosuhteisiin tarkoitetuille tuotteille simuloi perinteistä suolasumutestiä paremmin todellisia olosuhteita. Syklisen testin käyttö lisää kuitenkin testikustannuksia.