Van zoutneveltest naar voorspellende karakterisatie

Effectieve coatingcapaciteit als vroege indicator voor coatingdegradatie

Infrabel Materials Laboratory – Noah Nzuamo-Kiabanguka
KU Leuven – Lode Schoofs

Kan coatingdegradatie worden opgespoord voordat zichtbare schade ontstaat? Infrabel onderzocht samen met een masterstudent Chemie van KU Leuven hoe elektrochemische impedantiespectroscopie (EIS) kan bijdragen aan een meer voorspellende opvolging van corrosiebescherming op stalen constructies.

VAN EINDCONTROLE NAAR CONTINUE OPVOLGING

Beschermende coatings vormen de eerste verdedigingslinie tegen corrosie van stalen bruggen en andere spoorwegconstructies. Hun prestaties worden traditioneel beoordeeld via zoutneveltesten, visuele inspecties en aanhechtingsproeven volgens ISO 4624. Deze methoden geven echter voornamelijk informatie nadat degradatie reeds heeft plaatsgevonden.

In deze studie werden zes representatieve meerlaagse coatingsystemen gedurende meer dan 700 uur blootgesteld in een neutrale zoutnevelcabine. Naast klassieke evaluatiemethoden werden op regelmatige tijdstippen EIS-metingen uitgevoerd. Hierdoor kon de evolutie van de coating tijdens de blootstelling worden gevolgd in plaats van uitsluitend vóór en na de test.

NIET ELKE EIS-PARAMETER BLIJKT EVEN BRUIKBAAR

Een eerste evaluatie richtte zich op de impedantiemodulus bij 10 mHz, een veelgebruikte indicator voor coatingprestaties. Voor alle systemen werd een duidelijke daling vastgesteld tijdens de blootstelling. De resultaten vertoonden echter grote verschillen in startwaarden, zelfs na normalisatie voor laagdikte. Bovendien kwam de degradatierangschikking op basis van deze parameter niet overeen met de resultaten van de pull-off testen.



Foto 1: Testplaten tijdens blootstelling in de zoutnevelcabine

"De relatieve stijging van de effectieve coatingcapaciteit volgde dezelfde degradatierangschikking als de ISO 4624-pull-off proeven."

Hieruit blijkt dat de lage frequente impedantie waardevolle informatie levert over de algemene barrièrefunctie van een coating, maar onvoldoende robuust is als afzonderlijke parameter voor het beoordelen van coatingdegradatie.

EFFECTIEVE COATINGCAPACITEIT ALS VEELBELOVENDE INDICATOR

De meest interessante bevinding kwam voort uit de analyse van de EIS-spectra via elektrisch equivalente circuits. Door circuitfitting werd voor elk meetmoment een effectieve coatingcapaciteit berekend. Voor alle onderzochte systemen nam deze capaciteit toe gedurende de zoutnevelblootstelling.

Deze stijging wordt toegeschreven aan wateropname in de coating. Water bezit een aanzienlijk hogere diëlektrische constante dan het organische coatingsysteem, waardoor de effectieve capaciteit toeneemt naarmate meer vocht in het coatingsysteem aanwezig is.

Opmerkelijk was dat de relatieve stijging van de effectieve coatingcapaciteit dezelfde degradatierangschikking opleverde als de resultaten van de ISO 4624-aanhechtingsproeven. Coatings die de grootste afname in treksterkte vertoonden, lieten eveneens de grootste capaciteitsstijging zien. Deze overeenkomst suggereert dat de effectieve coatingcapaciteit een gevoelige indicator kan zijn voor wateropname en vroegtijdige coatingdegradatie.

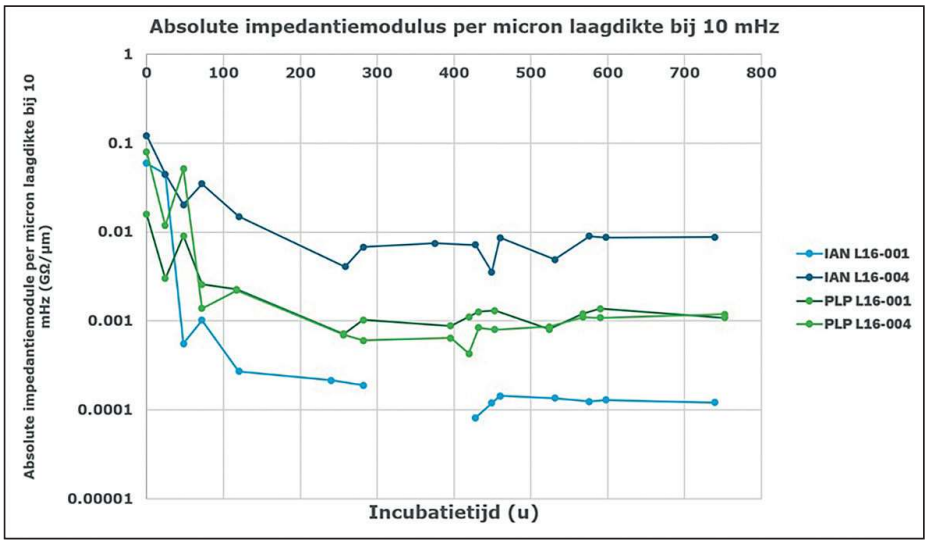


Foto 2: Evolutie van de impedantiemodulus tijdens de incubatie

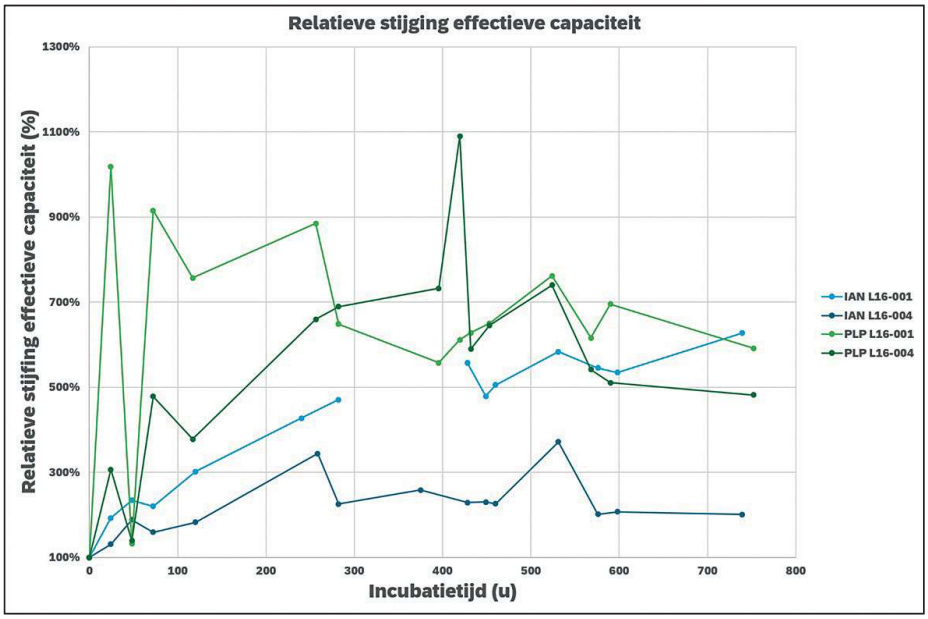
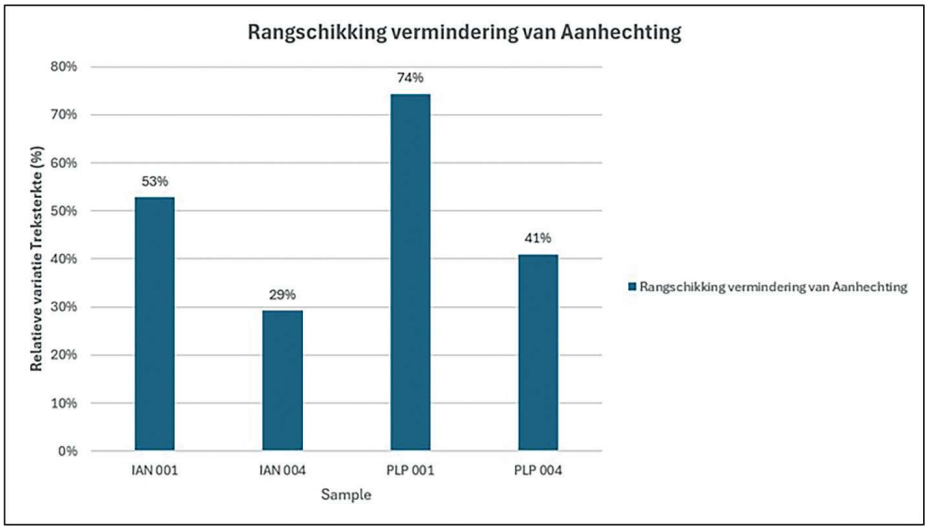


Foto 3: Relatieve stijging van de effectieve coatingcapaciteit tijdens de blootstelling.



BEPERKINGEN EN PERSPECTIEVEN

De resultaten moeten wel in hun experimentele context worden geïnterpreteerd. De onderzochte systemen verschilden gelijktijdig in laagopbouw, laagdikte, pigmentatie, metallisatie en coatingsamenstelling. Bovendien werd tijdens het onderzoek nauwelijks zichtbare corrosie vastgesteld, waardoor voornamelijk coatingdegradatie en wateropname werden geëvalueerd.

Ondanks deze beperkingen toont het onderzoek aan dat EIS, en in het bijzonder de relatieve evolutie van de effectieve coatingcapaciteit, potentieel heeft als voorspellende monitoringsparameter. Verdere studies met eenvoudiger en beter gecontroleerde proefopzetten moeten uitwijzen of deze parameter kan uitgroeien tot een robuust hulpmiddel voor corrosie- en coatingbeheer in industriële toepassingen.

