

(CD)

**Van:** 5.1.2.e [redacted] <[redacted]@deltares.nl>  
**Verzonden:** vrijdag 20 januari 2023 13:01  
**Aan:** [redacted] (GPO); [redacted] (GPO)  
**Onderwerp:** FW: grondwateronderzoek aquaduct Sneek (urgent)  
**Bijlagen:** 11202759-000-BGS-0004-MIC risico afvalwaterpersleiding Moerdijk - Waarde DEF.pdf

Hallo [redacted] en [redacted], 5.1.2.e

Hierbij ons advies voor de grondwateranalyses.

Groet,

---

**From:** [redacted] <[redacted]@deltares.nl>  
**Sent:** vrijdag 20 januari 2023 12:29 5.1.2.e  
**To:** [redacted] <[redacted]@deltares.nl>  
**Subject:** RE: grondwateronderzoek aquaduct Sneek (urgent)

Hallo [redacted],

5.1.2.e  
Hierbij een reactie op je vragen. Ik heb het zo opgeschreven dat je het eventueel verder kunt sturen. Wat betreft de grondwateranalyses: in 2017 heeft Deltares ([redacted]) grondwateranalyses (en peilbuis plaatsing) aangeboden voor het onderzoek bij de Heinenoordtunnel, wat toen niet gegund is, maar ik zie dat de analyses die uiteindelijk gedaan zijn overeenkomen met het pakket dat toen is aangeraden. Dit analysepakket biedt een goed uitgangspunt, al zijn niet alle parameters relevant en ontbreken er een aantal die wel relevant zijn.

Ter info een rapport over MIC risico bij de afvalwaterpersleiding van Moerdijk naar Waarde, dit geeft mogelijk nuttige informatie.

Hieronder input voor je vragen.

Mochten er nog vragen zijn dan hoor ik het wel!

Groeten, [redacted] 5.1.2.e

1. Kan biocorrosie (MIC; Microbiologically Influenced Corrosion) een rol gespeeld hebben?  
MIC is niet uit te sluiten. MIC is letterlijk door microbiologische activiteit beïnvloede corrosie, wat in de praktijk neerkomt op versnelde corrosie: micro-organismen kunnen een agressieve omgeving creëren die corrosie versnelt, of direct corrosie versnellen (in staal zit veel energie opgeslagen, en het corrosieproces kan de micro-organismen energie leveren om te groeien). MIC wordt vaak gekoppeld aan sulfaatreducerende micro-organismen, die sulfaat om kunnen zetten in sulfide en daarbij staal versneld kunnen laten corroderen. Maar daarnaast zijn er ook andere micro-organismen die MIC kunnen veroorzaken, zoals zuurvormende, methaanvormende, en andere organismen. Om te weten of MIC optreedt, is de volgende informatie nodig:

1. Wat is de vorm van de corrosie? MIC leidt meestal tot zeer lokale corrosie, veroorzaakt door het feit dat de micro-organismen in een kolonie groeien. Let op: putcorrosie kan niet alleen door MIC veroorzaakt worden, daarom is meer bewijs nodig.

2. Welke corrosieproducten zijn aanwezig? Bij MIC worden vinden specifieke chemische omzettingen plaats, waarbij specifieke producten gevormd worden die een sterke aanwijzing kunnen geven dat MIC in het spel is. Bijvoorbeeld: bij MIC door sulfaatreducerders wordt een mengsel van sulfide en carbonaat gevormd, die met het vrijkomende ijzer neerslaat tot ijzersulfide ( $\text{FeS}$ , zwart) en ijzercarbonaat ( $\text{FeCO}_3$ , wit, tandpasta-achtig). Let op: de vorming van sommige van deze neerslagen kan ook optreden in afwezigheid van MIC, bijvoorbeeld: in sulfide- en ijzerrijk grondwater. Ook dit criterium dus weer toepassen in samenhang met de andere twee, bijvoorbeeld: wordt de typerende neerslag vooral zeer lokaal gevonden bij een corrosieput met een slijm laag met actieve micro-organismen?

3. Zijn er actieve MIC micro-organismen aanwezig op de plek waar corrosie plaatsvindt?

Bij MIC is vaak een slijm laag met actieve micro-organismen aanwezig op de plek van de corrosie. Dit kan worden aangetoond met bijvoorbeeld DNA methoden, waarmee kan worden aangetoond welke soorten micro-organismen of welke microbiële processen aanwezig zijn, en of deze ook actief zijn (de micro-organismen kunnen ook actief zijn maar niets doen). Dit criterium klinkt voor de hand liggend, maar is het niet: bijvoorbeeld: in zeewater is de kans groot om grote hoeveelheden actieve sulfaatreducerders te vinden, simpelweg omdat er een grote hoeveelheid sulfaat voorhanden is. Dit betekent niet dat er overal MIC optreedt. Daarom ook hier weer: combineren met de andere criteria.

Bovenstaande criteria vereisen dus een combinatie van analyses die bij een case waarbij gemakkelijk toegang is tot het schadegeval wel gemakkelijk kan worden uitgevoerd, maar bij de case bij het aquaduct mogelijk niet allemaal. In de analyses die we aanbevelen zullen we proberen daar rekening te houden, maar daarnaast is een andere aanvliegroute ook zinvol: in hoeverre zijn de voorwaarden voor MIC aanwezig, en mocht MIC optreden, in hoeverre is dit van invloed op de functie van de constructie.

Wat betreft de voorwaarden voor MIC: de kans op MIC is minimaal wanneer niet voldaan wordt aan de volgende voorwaarden:

- Voldoende aanvoer van voedingstoffen: MIC is een biologisch proces en dus is de snelheid afhankelijk van voldoende aanvoer van voedingstoffen. Bij staal wat in een grondwateromgeving ligt met weinig uitwisseling (stilstaand grondwater, slecht doorlatende grond, etc) zal MIC dan ook nauwelijks of zeer langzaam optreden. Wanneer een slecht doorlatende laag op het staal aanwezig is, bijvoorbeeld door de opbouw van corrosieproducten, zal de corrosie ook langzaam tot niet optreden. Tenslotte is de aanwezigheid van voedingstoffen, zoals sulfaat van belang.
- Gunstige omstandigheden voor MIC: helaas kunnen micro-organismen bij veel verschillende omstandigheden actief zijn, maar over het algemeen kan gesteld worden dan neutrale pH, niet te lage temperatuur, en de aanwezigheid van voedingstoffen microbiële activiteit verhoogt.
- Wisselende omstandigheden versterken MIC
- Direct contact met het staal: een afsluitende laag voorkomt MIC

Tenslotte is het effect van MIC op de functie van belang. Zoals gezegd treedt MIC meestal lokaal op in de vorm van putjes. Deze putjes kunnen wel doorgroeien, maar hiervoor is tijd nodig. Wanneer het risico op lokale lekkages relevant is, zoals bij een gasleiding, is MIC relevant. Bij damwanden daarentegen kan de sterkte worden opgevangen door de resterende damwand waardoor de invloed van MIC pas relevant wordt bij grootschaligere uitbreiding, bijvoorbeeld wanneer de MIC zich over een bepaalde zone uitbreidt. Bij spannings- of vermoeingscorrosie kan de putvorming die door MIC optreedt aanleiding vormen voor een verder groeiend defect; in dat geval is MIC alleen naar alle waarschijnlijkheid dus niet alleen verantwoordelijk voor de schade, maar mogelijk in combinatie met andere corrosiemechanismen.

Concluderend: kan MIC een rol gespeeld hebben?

- MIC kan niet worden uitgesloten.
- Redenen waarom MIC als enige mechanisme niet waarschijnlijk is, zijn: 1. Het staal bevond zich in diep grondwater in een omgeving waarin stroming waarschijnlijk klein was waardoor aanvoer van voedingstoffen laag was. In soortgelijke condities, bijvoorbeeld bij damwanden, is tot nu toe nog zelden MIC aangetroffen. 2. In de omgeving van beton kan de pH behoorlijk oplopen waardoor omstandigheden voor MIC minder gunstig zijn.

3. MIC heeft tijd nodig om zich te ontwikkelen. Naar verwachting kwam het staal pas in contact met grondwater nadat de cementomhulling defect was. Daarna moet de MIC tijd gehad hebben om zich te ontwikkelen (naar verwachting enkele jaren). 4. Andere vormen van corrosie, m.n. stresscorrosie, zijn voor deze condities waarschijnlijker. Mogelijk kan MIC hierbij wel als initiator hebben opgetreden.

- Onder het volgende punt geven we een aantal mogelijke analyses die kunnen bijdragen bij de inschatting of MIC is opgetreden.
- Bescherming tegen MIC kan door: een goede coating, kathodische bescherming of overdikte. In deze omgeving is een goede coating de meest logische keuze.

## 2. Grondwateranalyses

In een eerder soortgelijk onderzoek bij de Heinenoordtunnel zijn grondwateranalyses gedaan, voor vergelijkbaarheid is het goed om hierbij aan te sluiten. Aan de andere kant zijn een aantal van deze analyses niet relevant voor corrosie en is een aantal parameters niet geanalyseerd die mogelijk wel relevant zijn.

We adviseren de volgende analyses:

Aansluitend aan het onderzoek bij de Heinenoordtunnel:

- pH
- EC
- Troebelheid (NTU) (niet noodzakelijk)
- Arseen (niet noodzakelijk)
- Seleen (niet noodzakelijk)
- Fluoride (niet noodzakelijk)
- Sulfide
- Bromide
- Fosfaat
- Nitriet
- Nitraat
- Sulfaat

Aanvullend:

- Chloride
- Natrium
- Kalium
- Carbonaat
- Alkaliniteit
- DOC (Dissolved Organic Carbon)
- IJzer
- Mangaan
- Redoxpotentiaal (indien mogelijk: kan lastig zijn)

De meeste van deze analyses kunnen gemakkelijk en goedkoop als pakket geanalyseerd worden: anionen/kationen (gefilterd grondwatermonster met ionchromatografie, o.a. nitraat, nitriet, fosfaat, sulfaat), ionen (gefilterd en aangezuurd grondwatermonster met ICP-OES, o.a. ijzer, mangaan, arseen, seleen, chloride, natrium, etc). Aanvullend moeten dan nog DOC, alkaliniteit, pH, EC en indien mogelijk redoxpotentiaal bepaald worden.

---

**From:** [REDACTED]  
**Sent:** woensdag 18 januari 2023 10:52 5.1.2.e  
**To:** [REDACTED] <[REDACTED]@deltares.nl>  
**Subject:** FW: grondwateronderzoek aquaduct Sneek (urgent)  
**Importance:** High

Hallo [redacted], 5.1.2.e

Ik ben bezig met het onderzoek naar de ankerbreuk mij de tunnel in Sneek.  
Kan jij iets over het volgende zeggen?

1. Kan het zijn dat de ankerstaven zijn aangetast door biocorrosie. De palen zijn betonpalen met in het centrum een staaf van voorspanstaal. Deze is beschermd met vetband. De palen zijn waarschijnlijk gescheurd. Het grondwater kan er door de scheuren dan bij het staal.
2. Wij gaan grondwatermonsters beproeven. Heb je een idee welke stoffen in het grondwater we moeten analyseren?

Je kan me bellen voor meer informatie, maar ik zag dat je vandaag vrij bent.

Groet,

---

**From:** [redacted] (GPO) <[redacted]@rws.nl> 5.1.2.e  
**Sent:** woensdag 18 januari 2023 08:31  
**To:** [redacted] (GPO) <[redacted]@rws.nl>; [redacted] <[redacted]@deltares.nl>; [redacted]@vsf.nl' <[redacted]@vsf.nl>  
**Subject:** FW: grondwateronderzoek aquaduct Sneek (urgent)  
**Importance:** High

**Caution:** This message was sent from outside of Deltares. Please do not click links or open attachments unless you recognize the source of this email and know the content is safe. Please report all suspicious emails to "[ServiceDesk-ict@deltares.nl](mailto:ServiceDesk-ict@deltares.nl)" as an attachment.

5.1.2.e

[redacted], [redacted], [redacted], zie onderstaand. Zijn jullie bekend met het fenomeen biocorrosie? We nemen komende week grondwatermonsters tbv chloridebepaling. Iets om mee te nemen in het onderzoek?

[redacted] 5.1.2.e

---

**Van:** [redacted] <[redacted]@bioclearearth.nl>  
**Verzonden:** dinsdag 17 januari 2023 13:20 5.1.2.e  
**Aan:** [redacted] (NN) <[redacted]@rws.nl>  
**Onderwerp:** grondwateronderzoek aquaduct Sneek (urgent)  
**Urgentie:** Hoog

Geachte heer [redacted], 5.1.2.e

Zoals net telefonisch afgesproken stuur ik u een per e-mail een suggestie waar Rijkswaterstaat in haar onderzoek een flinke meerwaarde (lees: risico reductie) mee zou kunnen behalen.

In de media staat een bericht dat er deze week grondwateronderzoek plaats zal vinden te Sneek.

Welnu, ons bureau doet onder andere analyses op biocorrosie e/o naar omstandigheden waaronder biocorrosie zou kunnen ontstaan.

Dit is relevant voor Rijkswaterstaat en voor het betreffende aquaduct te Sneek omdat hier waarschijnlijk sprake is van doorgeroeste metalen (trek)ankers onder de betonnen constructie.

Biocorrosie van metaal kan tientallen malen sneller verlopen dan 'gewone' corrosie. Het zou voor RWS toegevoegde waarde hebben om te weten of ter plaatse sprake is van biocorrosie omdat hiermee dan tijdens reparatie rekening kan worden gehouden zodanig dat de gerepareerde onderdelen niet opnieuw 'ten prooi' vallen aan biocorrosie. Daarnaast zou het voor vergelijkbare constructies zinvol kunnen zijn om te bepalen of de omstandigheden ter plekken een risico vormen t.a.v. biocorrosie.

Dit soort onderzoek voeren wij veel vaker uit voor onder andere Vopak, Rijkswaterstaat, Exxon Mobile en Verrmillion. Maar bijvoorbeeld ook voor de haven op Vlieland. Het eerste (analytische) biocorrosie onderzoek kan waarschijnlijk al eenvoudig plaatsvinden op de grondwatermonsters die uit de peilbuizen worden genomen.

Zoals afgesproken zou het goed zijn als u mij in contact kunt brengen met uw collega die momenteel het onderzoek aan het kunstwerk te Sneek coördineert. Uiteraard kunnen wij daarna een nadere toelichting geven over de toegevoegde waarde van enkele analyses.

Ik hoor graag van u e/o van uw collega.

Groet, [redacted] 5.1.2.e

with kind regards

[redacted] 5.1.2.e  
M [redacted]  
[specht@bioclearearth.nl](mailto:specht@bioclearearth.nl)

Rozenburglaan 13  
9727 DL Groningen  
The Netherlands

T [redacted]  
[www.bioclear.nl](http://www.bioclear.nl)

All rights reserved. Nothing from this publication may be duplicated and/or made public by means of printing, photocopying or any other method without prior authorisation from Bioclear earth.

DISCLAIMER: This message is intended exclusively for the addressee(s) and may contain confidential and privileged information. If you are not the intended recipient please notify the sender immediately and destroy this message. Unauthorized use, disclosure or copying of this message is strictly prohibited. The foundation 'Stichting Deltares', which has its seat at Delft, The Netherlands, Commercial Registration Number 41146461, is not liable in any way whatsoever for consequences and/or damages resulting from the improper, incomplete and untimely dispatch, receipt and/or content of this e-mail.