

RAPPORT

Effectieve innovatieve technieken voor COI beheer.

Opsteller: Deelnemers regiegroep “Duurzame Grip Op COI”
Aan: Asset owners
Belanghebbenden

Contact persoon Geert Henk Wijnants
E-mail geerthenk.wijnants@stork.com
Uw referentie COI beheer.
Onze referentie WerkgroepNewTech/2023/R1.
Datum Dec. 13, 2023
Onderwerp Effectiviteit nieuwe technologie voor COI beheer.

Expert groep: Maarten Robers (Dekra), Henri van der Ploeg (Delamine),
Michel Huibregtse (Shell), Peter Janssen (Sitech),
Geert Henk Wijnants (STORK; Secretaris).

1 Inleiding.

Dit rapport is een initiatief van de expertgroep beoordeling nieuwe technologie ten behoeve van duurzame grip op COI. Deze groep is ontstaan in vervolg op de ontwikkeling van de “best practise voor Risk-Based CUI management” die een belangrijke rol vervult in het verbeteren van de veiligheid van industriële installaties (Ref. 1). Deze best practise is in 2020 ontwikkeld (Ref. 2) op basis van ervaringen met bestaande technieken en bewezen effectieve toepassingen voor de inspectie van geïsoleerde procesapparatuur. Het gaat daarbij om (1) detectie van vocht, (2) detectie van corrosie én (3) beoordeling van de conditie van bedrijfsapparatuur (beoordeling van de aanwezige schade).

De eerste twee toepassingen worden [screening technieken] genoemd, waarbij de eerste een *indirecte* techniek is die *omstandigheden* meet en de tweede een *directe* techniek die iets meet wat betrekking heeft op de *toestand* van de installatie. Dit betreft technieken om te bepalen of er ongunstige omstandigheden aanwezig zijn die een aanwijzing zijn voor een mogelijk probleem. De derde toepassing betreft technieken om, als er een afwijking is aangetroffen, de ernst van die afwijking te kunnen beoordelen. Dit betreft [technieken voor conditie beoordeling].

Om de aansluiting te blijven vinden met recente ontwikkelingen qua technieken, is het nuttig om de in een bredere groep aanwezige ervaring te bundelen. Daartoe is de expertgroep opgezet, die voortgekomen is uit de regiegroep “Duurzame grip op COI”. De expertgroep beoogt de ontwikkelingen in de technologie én de prestaties daarvan te volgen wat daarmee een dynamisch proces is waarbij de beoordeling zich in de tijd vervolledigt.

2 Uitgangspunten (TOR).

De werkgroep heeft de volgende uitgangspunten genomen:

Toekennen effectiviteitsklasse: De beoordeling van de technieken dient uiteindelijk te leiden tot het aan kunnen vullen van het ontwikkelde spreadsheet wat de geschiktheid van een techniek beoordeelt om een bepaald probleem aan te kunnen pakken. Er dient uiteindelijk dus een relatie te ontstaan tussen techniek, technisch probleem (soort constructie, diameter) en de effectiviteitsklasse (A t/m E conform API 581 (Ref. 3)).

Bewijs van prestatie: Bepalend voor de beoordeling is of er geloofwaardige referenties aanwezig zijn waar gebruik van kan worden gemaakt. Dat betreft dan hetzij referenties van één of meerdere experts of referenties zoals uit andere onafhankelijke bronnen is verkregen.

Ontwikkelde methode: De toegepaste techniek dient voldoende ontwikkeld te zijn dat zeker gesteld is dat bij herhaalde toepassing er een reproduceerbaar resultaat uit komt. Dat veronderstelt een ontwikkelde techniek en ook een ontwikkeld eenduidig proces bij de toepassing.

Traceerbare beoordeling: De uiteindelijke beoordeling dient dusdanig onderbouwd te zijn, dat dit bij herbeoordeling na enige tijd nog te volgen, te herleiden en daardoor na verloop van tijd ook is te vernieuwen. Dit betekent dat met toenemende kwaliteit van de beschikbare informatie de mate van zorgvuldigheid van de beoordeling ook toe kan nemen. Idealiter is er sprake van een gedocumenteerde testopstelling in de praktijk met beoordeling van aantallen true & false positives & negatives, oftewel terechte en onterechte bevindingen. In de praktijk wordt dat niveau niet gehaald waardoor meer pragmatisch tewerk wordt gegaan (zie 3 Werkwijze.).

3 Werkwijze.

Als eerste is begonnen met een lijst van innovatieve technieken, die opgesteld is door een aantal technologie overzichten te combineren.

Aan de lijst zijn vervolgens diverse beoordelingscriteria toegevoegd die vanuit de praktijk van belang zijn alvorens tot de inzet van een techniek wordt besloten. Die zijn uitgewerkt in de bijlage. De volgende filters zijn achtereenvolgens toegepast:

3.1 Maturiteit filter.

Een techniek gaat in de ontwikkeling een aantal fasen door. Dat wordt gekenmerkt door het Technological Readiness Level (TRL) wat varieert van 1 tot 9 en wat een maat is voor de geschiktheid om als product in de markt geplaatst te worden (Ref. 4). Bij TRL 1 gaat het om een idee of concept nog zonder uitwerking, bij TRL 9 is de techniek productierijp en technisch en commercieel uitontwikkeld.

Om verkrijgbaarheid van een techniek en reproduceerbaarheid in de toepassing mogelijk te maken, zal een techniek zeker het niveau TRL8 gepasseerd moeten zijn wat betekent dat het de laboratoriumfase voorbij is, in de praktijk is toegepast en feitelijk als techniek beschikbaar is als een seriematig product (een zogenaamd “off the shelf product”).

De lijst is verkort door allereerst een maturiteitsfilter toe te passen; alle technieken die zich nog in een ontwikkelfase bevinden vallen daarmee af.

3.2 Meetmethode filter.

Er zal van een techniek tenminste bekend moeten zijn wat het toegepaste meetprincipe is om vanuit die fysische meetprincipes in algemene termen een eerste beoordeling te kunnen maken over potentiële beperkingen en praktische invloedsfactoren. Het al dan niet nodig hebben van zware elektrische voeding is daarbij ook een factor die van invloed is op de toepassing in de praktijk evenals het al dan niet hebben van ATEX certificatie.

3.3 Screening/Detectie/Meting scheidingsfilter.

Een techniek ten behoeve van screening verschilt principieel ten opzichte van een techniek voor beoordeling. De eerste stelt vast of er sprake is van afwijkingen; de tweede beoordeelt de ernst van de afwijking. Aangezien de inzet verschilt, moet ook op voorhand dit onderscheid gemaakt worden.

3.4 Praktijk prestatie filter.

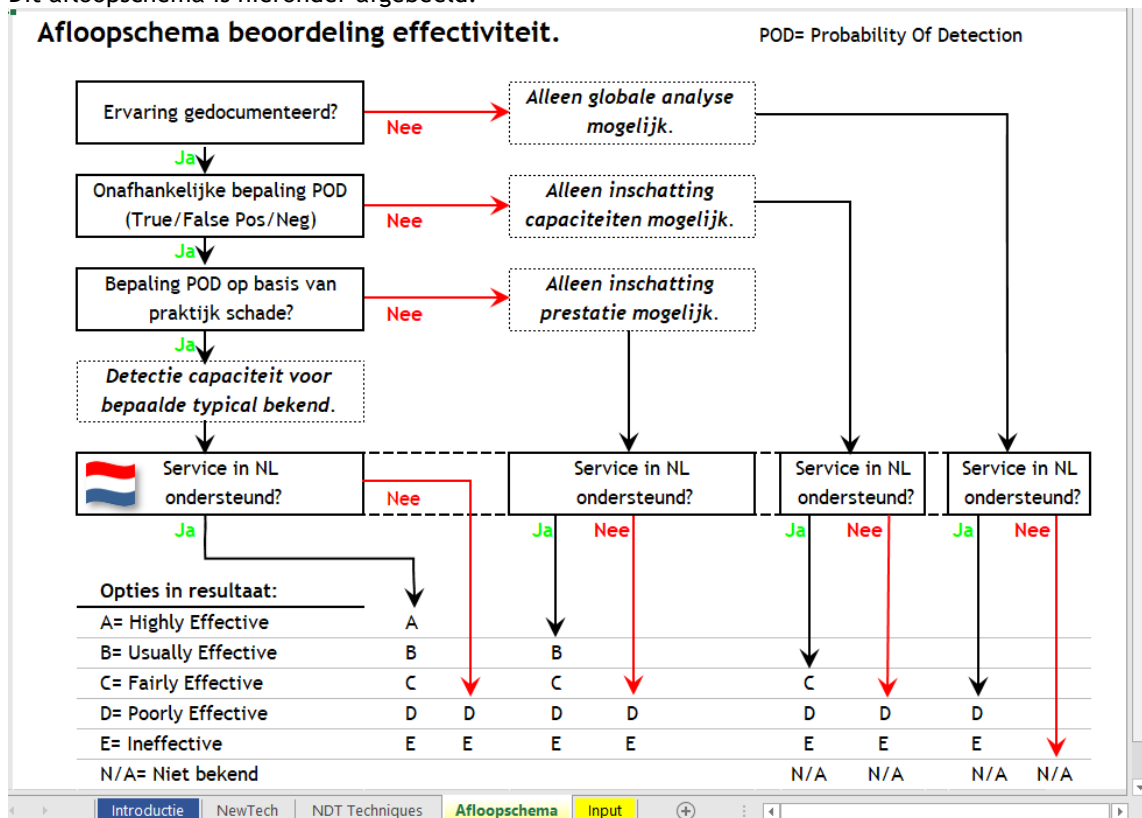
De beoordeling van praktijk schades verschilt principieel van de beoordeling van schades zoals die onder laboratoriumomstandigheden zich voor kunnen doen. Dit wordt onder anderen veroorzaakt door factoren als bereikbaarheid en versturende omgevingsfactoren (bijv. omgevingsvocht/regen). **Ook speelt een rol dat schadevormen in de praktijk een grote variatie van afmetingen kennen.** Het is daarom van belang dat van toegepaste technieken ook wordt vastgesteld in welke mate deze in de praktijk, met name over langere gebruiksduren, hebben gepresteerd.

3.5 Service verlening.

Het is van alle tijden dat technieken door diverse factoren anders kunnen presteren dan verwacht. Het is daarbij dan van het grootste belang dat er een ondersteunende organisatie is waarmee opgetreden afwijkingen aangepakt kunnen worden. De expertgroep heeft het daarom van groot belang gevonden dat dit in het afwegingskader van technieken meegenomen dient te worden. Immers, een techniek die belemmerd wordt in het functioneren is immers ook per definitie niet effectief.

3.6 Demarcatie.

De voorgaande criteria zijn richting gevend en zijn op zichzelf nog niet concreet genoeg om daarmee op éénduidige wijze een bijbehorende effectiviteitscategorie vast te stellen. Om de gewenste beslisstructuur vast te stellen heeft de werkgroep een afloopschema uitgewerkt, teneinde in geval van twijfel/discussie tot een conclusie te kunnen komen. Dit afloopschema is hieronder afgebeeld.



Figuur 1: Afloopschema effectiviteit inspectie technieken.

De afzonderlijke beslispunten zijn pragmatisch toegepast. Gegeven het feit dat er maar incidenteel sprake is van een expliciete beoordeling met POD en false-/true- positives en negatives (hierna: [V]), is er daarbij met name gekeken of er onafhankelijk is vastgesteld dat “de techniek werkt”. Om dit aspect in de beoordeling weer te geven, is een kenmerk meegegeven wat kenmerkend is voor de volledigheid van informatie waar de beoordeling op is gebaseerd: [E]= Expert opinie; [P]= Praktijkervaring én [E]; [V]= Validatie via praktijk onderzoeksresultaten beschikbaar én [P]. In een latere fase in de tijd, wanneer meer gegevens beschikbaar zijn, kan het afloopschema strikter gehanteerd gaan worden.

In de huidige fase is het vooral richtinggevend dus gebaseerd op Expert opinie [E], soms aangevuld met praktijkervaring [P], dit zoals aangegeven in de inleiding.

4 Effectiviteit per techniek.

De lijst met technieken, die volledig in de bijlage is weergegeven, is na filtering op de maturiteit van technieken ingekort tot de volgende lijst waarbij daar waar ervaring beschikbaar was, er de weergegeven effectiviteitsklasse aan gekoppeld is.

Details met betrekking tot de gehanteerde afwegingen zijn in de bijlage terug te vinden.

Technologie:	Leverancier:	Screening / Detectie-Evaluatie:	IC, IS, DC, DS	Beslis-schemas:	Conclusie:	Ref:	Klasse:
Signaal absorbtie & corrosie draad	CorrosionRadar	Screening, n.L. vocht/detectie via radar reflectie & corrosiemeting via corrosie van de draad.	IC	JJJJ	ATEX, ervaring dat systeem werkt.		B= Usually Effective
Optische draad die temperaturen meet op gezette punten gebruikmakend van Distributed Temperature Sensing (DTS), een techniek die gebruik maakt van het Raman Effect. Wordt toegepast in combinatie met optische trillingsdetectie (DAS) via het Rayleigh effect.	Fluvox	Screening middels vergelijking en AI.	IS	JJNJ	Op grond van door BASF verstrekte informatie klasse B. Gevoelghed voor div. invloedsfactoren nader te bepalen.		B= Usually Effective
Combinatie meting vochtgehalte (RH) én watersensor (IWP). Fuisen 310 sensor. [Geleidbaarheidsmeting]	Trisense	Screening	IS	NJ	Potentieel klasse B; betreft tamelijk rechttoerechtaan techniek waarbij de combinatie de kans op false calls sterk beperkt. Gevoelig voor het meten op de juiste locatie. Informatie met betrekking tot de effectiviteit van de techniek. (oa Equinor) was ten tijde van publicatie nog niet beschikbaar.		N/A= Not known
[Mechanisch drain]	Bernax		IS	JNN	Mechanische plug in isolatie welke verkleurd obv water niet op vocht. Niet toepassing bij koude isolatie. Functioneert als spot meting en is daardoor niet erg effectief. Praktijk laat zien dat zelfs 10 cm naast een vocht spot er niet wordt geregistreerd.		D= Poorly Effective
[Electrische Impedantie Spectrometrie: EIS]	C-Cube	Alleen geschikt om de conditie van coating te evalueren. Niet geschikt tlv detectie CUI risks.	DC	NJ	Handheld. Gevoelige meting; degradatiemeting alleen direct op coating. Heisen kunnen intern getraind worden voor toepassing. Niet geschikt voor monitoring als gevolg van de gevoelghed voor de locatie. Categorie qua toepassing: onderbouwde coating levensduur bepaling voor een installatie.		E= Ineffectiv e
[Microgolf antenne]	ClampOn	Screening, n.L. vocht/detectie. Corrosiedetectie in de praktijk niet waarschijnlijk.	IS	NJ	Meet reflecties van vocht over langere afstanden op een leiding.		D= Poorly Effective
[Opofferings draad]	COSASCO	screening, detectie van vocht onder isolatie	IC	JNJ	Opofferingsdraad in de isolatie aangebracht.		C= Fairly Effective
[Opofferings draad] met locatie gevoelghed.	Cutspotter	screening, detectie en localisatie van corrosie onder isolatie	IC	NN	Opofferingsdraad in de isolatie aangebracht, met gabraansich versnede degradatie. Uitlezing en localisatie van corrosie van de draad over afstand <300m		N/A= Not known
[Wervelstroom Pulsed Eddy Current]	Eddyfi		DC	JJJJ	Qua kosten niet competitief voor isolatie. Zeer geschikt voor fireproofing.		B= Usually Effective
[Ultrasoon] [Geleide golven]	Eddyfi		DC	JJJJ	Locaal isolatie verwijderen om de meting toe te passen.		A= Highly Effective
[Geleidbaarheidsmeting]	Bartec; Examiner CUI	Screening	IS	NN	Lokaal gat boren in de isolatie, kan op elk gewenste positie gemonteerd worden. Doordat je lokaal meet, niet direct op het oppervlak meet maar op de cladding, gaat dit naar verwachting ten koste van het detectievermogen. Daardoor maximaal matig effectief echter voorafnog zonder bewijs. => D.		D= Poorly Effective
[Mechanisch sensor]	H2O Obvious		IS	NN	Weinig effectief gezien spotmeting.		E= Poorly Effective
[Geleidbaarheidsmeting]	Indusenz	Screening	IS	NN	Lokaal gat boren in de isolatie, kan op elk gewenste positie gemonteerd worden. Doordat je lokaal meet, niet direct op het oppervlak meet maar op de cladding, gaat dit naar verwachting ten koste van het detectievermogen. Daardoor maximaal matig effectief echter voorafnog zonder bewijs. => D.		E= Poorly Effective
[Akoestische emissie]	Integrity Diagnostics	Conditie bepaling (detectie van corrosie)	DS	NN	Integrity Diagnostics Inspections is een firma die gebruik maakt van akoestische Emissie techniek over het systeem wordt weinig vermeld. Detecteren van corrosie over diverse meters door signalen te detecteren. Gegeven onduidelijkheid qua effectiviteit en inzicht in toepasbaarheid in NL. => D.		D= Poorly Effective
[Capaciteitsmeting]	iSensPro	Screening	IS	JJNJ	Vocht/detectie werkt. Recente bevindingen met Atex versie nog nader te bepalen. Meting wordt nu gecombineerd met corrosie meting.		C= Fairly Effective
[Opofferingselectrode]	Metal Samples Company		IC	NJ	Hulpmiddel voor leveranciers die het als onderdeel van een compleet te leveren systeem in willen zetten. Systeem evalueer daarmee nu niet mogelijk. Het meetprincipe is op zichzelf standaard en paar spotmeting.		D= Poorly Effective
Niet bekend	REPCO CORROTEX		DC	NJ	Bieden een geïntegreerd systeem aan onder AHIS vlag. Stellen dat dit 90% effectief is (zie PPT sh. 9 van 16). Praktijk ref. niet gegeven. Daarom alleen rating op basis van minimaal verwacht effect.		D= Poorly Effective
[Optical fibre]	Sensuron		IS	NJ	Is alleen een sensor en betreft vlg referentie alleen structurele toepassingen (gas bouw-gerelateerd). Aangezien het geen systeem betreft is het niet te evalueren qua systeem effectiviteit.		N/A= Not known
[Ultrasoon] [Geleide golven]	Sonemat Ltd.		DC	NJ	Zit vlg HOIS rapport (2021) [HOIS-G-022 Issue 2] nog steeds als sensortechniek in de ontwikkelingsfase. Geén off the shelf product. Voorafnog NVT.		N/A= Not known
Sub-Infrarood; Nader te bepalen.	Subtera PI NDT	Detectie vocht en daarmee kans op corrosie	IS	NJ	Zit vlg HOIS rapport (2021) [HOIS-G-022 Issue 2] nog steeds als sensortechniek in de ontwikkelingsfase. Al snel off the shelf verkrijgbaar. Vamwege Invoed aluminium casing en de intensiteit van scannen (raster langs de omtrek) tijds-intensief en gevoelig voor kwaliteit van uitvoering.		D= Poorly Effective
Sub-Infrarood; Nader te bepalen.	WaveScan	Zie evaluatie subtera PI NDT	IS	NJ	Geen ervaring; inschatting dat enig effect zichtbaar zal zijn met techniek in (sub-)infrarood gebied.		D= Poorly Effective
[Radar]	WI-Corr proximity		IS	NJ	Zie conclusies Trisense.		D= Poorly Effective

Opmerking:
 De kolom IC IS DC DS geeft aan het of een techniek is die een Indirecte (I) of een Directe (D) factor meet.
 S staat voor Screening.
 C staat voor Conditiebepaling.

Een [DC] betekent dus dat het een techniek betreft die de conditie aan het object (tank, leiding, kolom, ...) zelf vaststelt.

Merk op dat een techniek waarvoor géén lokale ondersteuning beschikbaar is, nooit hoger dan D kan scoren. De functionaliteit kan dan immers niet zeker gesteld worden voor de lange termijn.

Hiermee zijn de volgende types metingen weergegeven:

	Opties:	
Equipment gerelateerd;	DC	Conditiebepaling
Directe meting.	DS	Screening afwijking in conditie
Omgeving gerelateerd;	IC	Conditiebepaling indirecte indicator
Indirecte meting.	IS	Screening indirecte indicator

Tabel 1: Overzicht effectiviteit nieuwe technieken.

Het onderscheid naar screening (S) of conditie beoordeling (C) is ook in de bijlage te zien.

Onze referentie WerkgroepNewTech/2023/R1
Datum Dec. 13, 2023
Onderwerp Effectiviteit nieuwe technologie voor COI beheer.
Bladzijde 5 van 6

5 Referenties.

- Ref. 1. Omgevingsveiligheid en milieurisico's; Kamerbrief ministerie van infrastructuur en waterstaat; IENW/BSK-2020/95432, 3 Juni 2020.
- Ref. 2. Best Practise voor Risk Based CUI Management. WCM Rapport nummer R250-01201-1 Rev.1 ; 24 Maart 2020.
- Ref. 3. API 581; Risk-Based Inspection Methodology, Third Edition; 4 Dec. 2016.
- Ref. 4. HORIZON 2020 WORK PROGRAMME 2014 - 2015; European Commission Decision C (2014)4995 of 22 July 2014 Annex G; Technology Readiness Levels (TRL).

Bijlage 1. Lijst met beoordeelde technieken na selectie op maturiteit.

Technologie:	Leverancier:	Meet methode:	Data acquisitie:	Website:	Atex proof:	Praktijkcase:	Screening / Detectie-Evaluatie:	KC, IS, DC, DS	Toepassing	Onder- of op de isolatie:	Data verwerking:	Eigen gebruik / data as a service (uur)	Onderhouds-gevoeligheid	Communicatie (data uitwisseling)	Kosten (indicatief):	Beslis-schemas:	Conclusie:	Ref:	Klasse:
Signaal absorptie B corrosie draad	CorrosionRadar	Fuse wire; Electromagnetic waves through wire; Aantrengen draad onder de isolatie (isolatie moet er af wat kostenverhogend is).	WiFi/Cellular/WirelessHART/LoRa	https://www.corrosionradar.com/	Ja; Zone 1 (N 2 GD cert.)	NB	Screening, n.l. vocht detectie via radar reflectie B corrosiemeting via corrosie van de draad.	KC			Individuele meting duurt slechts enkele seconden.	Data verwerking via CR, 3 mnd rapport. Kan via dashboard. Leverbaar in NL.	Hee, zit onder de isolatie	datalogger, verest ophalen van data	afh. Van wat je wilt meten, voor 1 kolom ca. 100 K€ meting + jaarlijkse kosten dataverwerking	JJJJ	ATEX, ervaring dat systeem werkt.		B= Usually Effective
Optische draad die temperaturen meet op gezette punten gebruikmakend van Distributed Temperature Sensing (DTS), een techniek die gebruik maakt van het Raman Effect. Wordt toegepast in combinatie met optische trilingsdetectie (DAS) via het Rayleigh effect.	Fluves	Optical fibre moisture measurement; Aantrengen draad op de isolatie.		www.fluves.com	Ja*	Succes story vanuit BASF middels Fluves publicatie. Bevestigd door BASF medewerker.	Screening middels vergelijking en AI.	IS			Individuele meting duurt slechts enkele seconden.	Data verwerking via Fluves (AI), leverbaar	onbekend, echter kabel over isolatiebeplating dus gevoelig datalogger via	datalogger, verest ophalen van data	80 K€ voor 4 km leiding. Eric montage kabel. Montage ca. 100K€	JJKU	Op grond van door BASF verstrekte informatie klasse B. Gevoeligheid voor div. invloedsfactoren nader te bepalen. Positionering draad is belangrijke factor om benodigde dekking zeker te stellen.		B= Usually Effective
Combinatie meting vochtgehalte (RH) en watersensor (DWP). Fusion 310 sensor. [Geleidelijkheidsmeting]	Trisense	Air humidity sensor. Batterij gedreven sensor (ca. 10 jr. levensduur) die meet via perforatie in de isolatie. [Vochtmeting]	4G/5G netwerk met cloud solution Cirusense	https://trisense.nl/	Ja; Zone 0	TRL7 qualificatie test door Equinor verkregen.	Screening	IS			Individuele meting duurt slechts enkele seconden.	Onafhankelijk via App.	Batterij life time 12 -15 jaar	App	-	NJ	Potentieel klasse B; betreft tamelijk rechttoe-rechtaan techniek waarbij de combinatie de kans op false calls sterk beperkt. Gevoelig voor het meten op de juiste locatie. Informatie met betrekking tot de effectiviteit van de techniek (oa Equinor) was ten tijde van publicatie nog niet beschikbaar.		N/A+ Not known
[Mechanisch drain]	Bernax	Water accumulation sensor [Visueel signaal]						IS			nvt	nvt	nvt	nvt	??	JNN	Mechanische plug in Isolatie welke vlekdeur obv water niet op vocht. Niet toepassing bij koude isolatie. Functioneert als spot-meting en is daardoor niet erg effectief. Praktijk laat zien dat zelfs 10 cm naast een vocht spot er niet wordt geregistreerd. Handheld. Gevoelige meting; digitaalmonitring alleen direct op coating. Mensen kunnen intern getraind worden voor toepassing. Niet geschikt voor monitoring als gevolg van de gevoeligheid voor de locatie. Categorie qua toepassing: onderbouwde coating levensduur bepaling voor een installatiedeel.		D= Poorly Effective
[Electrische Impedantie Spectrometrie; EIS]	C-Cube	ER/LPR [Coating sensor]				Functioneert als spotmeting; is daardoor niet geschikt om over een gehele installatie het uiteindelijke gedrag te bepalen.	Alleen geschikt om de conditie van coating te evalueren. Niet geschikt t.b.v detectie CUI risico.	DC			Geen on-line meting	Nederlands bedrijf	nvt	nvt	ca. 2000€/dag-meting	NJ	Handheld. Gevoelige meting; digitaalmonitring alleen direct op coating. Mensen kunnen intern getraind worden voor toepassing. Niet geschikt voor monitoring als gevolg van de gevoeligheid voor de locatie. Categorie qua toepassing: onderbouwde coating levensduur bepaling voor een installatiedeel.		E= Ineffectieve
[Microgolf antenne]	ClampOn	[Vochtmeting]	Een portable data logger wordt gebruikt om periodiek uitlezing te doen op de permanent geïnstalleerde antenne arrays. Een portable data logger wordt gebruikt om periodiek uitlezing te doen op de permanent geïnstalleerde kabel.	https://www.clampon.com/wp-content/uploads/2017/09/ClampOn-Corrosion-Under-Insulation-Detector-April-2017.pdf	De geïnstalleerde antenne arrays zijn inactief. De datalogger is mislukt in een ATEX versie te krijgen.	has been deployed for long term monitoring of part field trials on in-service equipment.	Screening, n.l. vocht detectie in de praktijk niet waarschijnlijk.	IS	Straight pipes > DN250 and vessel walls	In de isolatie, onderbreking van cladding	Individuele meting duurt slechts enkele seconden.	Data wordt middels datalogger verzameld. Leverbaarheid NL, of afhankelijk? Wordt niet meer actief aangeboden agv beperkte interesse in de markt (info eind 2023).	Geen batterij	datalogger, verest ophalen van data		NJ	Meet reflecties van vocht over langere afstanden op een leiding.		D= Poorly Effective
[Opofferings draad]	COSASCO	Fuse wire [Corrosie meting] [Vocht detectie]	Een portable data logger wordt gebruikt om periodiek uitlezing te doen op de permanent geïnstalleerde kabel.	https://www.cosasco.com/product/corrosion-fuse-wire-sensor	De geïnstalleerde kabels zijn inactief. De datalogger is mislukt in een ATEX versie te krijgen.		screening, detectie van vocht onder isolatie	KC	onder isolatie		Individuele meting duurt slechts enkele seconden.	Data wordt middels datalogger verzameld. Cosasco levert internationaal, maar echte CUI experts zijn schaars.	Geen batterij	datalogger, verest ophalen van data	onbekend	JNJ	Opofferingsdraad in de isolatie aangebracht.		C= Fairly Effective
[Opofferings draad] met locatie gevoeligheid.	CUIspotter	Fuse wire [Corrosie meting]	Een portable data logger wordt gebruikt om periodiek uitlezing te doen op de permanent geïnstalleerde kabel.	https://cuispotter.com/	De geïnstalleerde kabels zijn inactief. De datalogger is mislukt in een ATEX versie te krijgen.	Geen praktijkcase bekend. Testen bij 51% corrosielab	screening, detectie en localisatie van corrosie onder isolatie	D	Straight pipes > DN250 and vessel walls	onder isolatie	Individuele meting duurt slechts enkele seconden.	Data wordt middels datalogger verzameld. Open source technologie.	Geen batterij	datalogger, verest ophalen van data	kabel EUR 30/m + logger 20K€EUR + manuren	NN	Opofferingsdraad in de isolatie aangebracht, met galvanisch versnelde degradatie. Uitlezing en localisatie van corrosie van de draad over afstand <300m		N/A+ Not known
[Wervelstroom] Pulsed Eddy Current	Eddyfi	PEC [Locale wanddiktemeting]				Meet wanddikte; kan dus zowel CUI of Inwendige corrosie betreffen.		C	Straight pipes > DN250 and vessel walls							JJJJ	Qua kosten niet competitief voor isolatie. Zeer geschikt voor fireproofing.		B= Usually Effective
[Ultrasoon] [Geleide golven]	Eddyfi	Wanddikte meting [Guldeid wave/UT]						C	Straight pipes > DN250 and vessel walls							JJJJ	Locaal isolatie verwijderen om de meting toe te passen.		A= Highly Effective
[Geleidelijkheidsmeting]	Bartec; Exambor CUI	[Vochtmeting]	Narrow Band IoT, LTE-4G	Exambor CUI - BARTEC	Ja; zone 1	niet gevonden	Screening	IS	Op de isolatie; gat boren in de beplating.	real time	eigen gebruik	batterij vervangen na 9-11jr			NN	Lokaal gat boren in de isolatie, kan op elk gewenste positie gemonteerd worden. Doordat je lokaal meet, niet direct op het oppervlak meet maar op de cladding, gaat dit naar verwachting ten koste van het detectievermogen. Daardoor maximaal matig effectief echter voorafslag zonder bewijs. => D.		D= Poorly Effective	
[Mechanisch sensor]	HDO Obvious	Water accumulation sensor [Visueel signaal]	Obv inspectie rapportage	HDO Obvious 1. IMAP (imapaudits.com)		Betreeft spotmeting; daardoor beperkte gevoeligheid voor een installatiedeel.		IS							NN	Wenig effectief gezien spotmeting.		D= Poorly Effective	
[Geleidelijkheidsmeting]	Indusenz	Air humidity sensor. [Vochtmeting]	GSN 4G/WIFI	CUI Prediction 1. Indusenz	Ja; zone 1	niet gevonden	Screening	IS	op de isolatie	real time	Web Based Dashboard	batterij vervangen levensduur 10jr			NN	Lokaal gat boren in de isolatie, kan op elk gewenste positie gemonteerd worden. Doordat je lokaal meet, niet direct op het oppervlak meet maar op de cladding, gaat dit naar verwachting ten koste van het detectievermogen. Daardoor maximaal matig effectief echter voorafslag zonder bewijs. => D.		D= Poorly Effective	
[Akoestische emissie]	Integrity Diagnostics	[Corrosie detectie]		Corrosion under Insulation Inspection by Acoustic Emission - Integrity Diagnostics (idinspections.com)	?	?	Conditie bepaling (detectie van corrosie)	DS	onder isolatie (isolatie deels verwijderd)		Betreeft een dienst. Onduidelijk in hoeverre de techniek binnen NL inzetbaar is en hoe effectief dit is.				NN	Integrity Diagnostics Inspections is een firma die gebruik maakt van Akoestische Emissie techniek over het systeem wordt weinig vermeld. Detectoren van corrosie over diverse meters door signalen te detecteren. Gegeven onduidelijkheid qua effectiviteit en inzicht in toepasbaarheid in NL => D.		D= Poorly Effective	
[Capacitietmeting]	iSensPro	Capacitive moisture measurement. [Vochtmeting]	Wireless LoRa	iSensPro detecting and preventing corrosion under insulation - iSensPro	Ja; zone 0	Monitoring vs. Inspection; meet your new best friend - iSensPro	Screening	IS	op de isolatie	real time					JJKU	Vocht detectie werkt. Recente bevindingen met ATEX versie nog nader te bepalen. Meting wordt nu gecombineerd met corrosie meting.		C= Fairly Effective	
[Opofferingselectrode]	Metal Samples Company	Meet corrosie van de sensor [Corrosiesensor]	Hangt van de rest van het systeem af. Het is een standaard weerstands probe die met weerstandsmeter doorgemeten wordt. Detecteert dat >1 mm metaal is roest is omgezet. Moet iets zijn wat verminderde geleidbaarheid is een IoT applicatie volgens info.	https://www.msmp.com/en/er600-CUI.htm	Nee. Systeem met std. contacten.			KC			Beschikbaarheid en service binnen NL is te bezien; voor dit moment alleen leverbaar in de VS. CE markering waarschijnlijk ook niet ingevuld.	Niet meer als het te bewaken systeem. Zonder vocht: geen.	Afh. van systeem waarin het wordt toegepast.	Nvt; betreft alleen probe.	NJ	Hulpmiddel voor leveranciers die het als onderdeel van een compleet te leveren systeem in willen zetten. Systeem evaluatie daarmee nu niet mogelijk. Zonder technische is op zichzelf standaard en paar spotmeting.		D= Poorly Effective	
Niet bekend	REPCO CORROTEX	? Impedantietmeting ?		https://www.repcocorrex.com/en/product_20/				DC		IoT concept.	Beschikbaarheid en service binnen NL is te bezien; voor dit moment alleen leverbaar in de VS. CE markering waarschijnlijk ook niet ingevuld.	Batterij los.	Via 3150mhz, aparte wireless techniek van bedrijf Zeta	Over 15 jaar voor plant met 1000 meetpunten: 6 Mio US\$.	NJ	Bieden een geïntegreerd systeem aan onder AINS vlag. Stellen dat dit 90% effectief is (zie PPT sh. 9 van 16). Praktijk ref. niet gegeven. Daarom alleen rating op basis van minimaal verwacht effect.		D= Poorly Effective	
[Optical fibre]	Sensuron	Temperaturommeting m.b.v. optische fiber [Vocht detectie]		https://www.sensuron.com/innovations-in-sensors-for-cui-and-structural-monitoring-applications.html				IS							NN	Is alleen een sensor en betreft vlgv referentie alleen structurele toepassingen (dus bouw-gerelateerd). Aangezien het geen systeem betreft is het niet te evalueren qua systeem effectiviteit.		N/A+ Not known	
[Ultrasoon] [Geleide golven]	Sonemat Ltd.	EMAT Guided wave. [Wanddikte/afname detectie]	Transducer pikt oppervlakte golf op.	https://www.enr-technology.com/images/whitepapers/pdfs/HOIS-G-023_HOIS_GGTC_Guidance_1				DC						Nvt	NJ	Zit vlgv HOIS rapport (2021) [HOIS-G-023 Issue 2] nog steeds als sensortechniek in de ontwikkelingsfase. Geen off the shelf product. Voorafslag NVT.		N/A+ Not known	
Sub-Infrarood; Nader te bepalen.	Subtera PI NDT	Sub-Terahertz sensing technology. [Vocht detectie]	Combinatie transducer en pc om gescande leidingen te kunnen interpreteren.	PI - Subtera (subterandi.com)			Detectie vocht en daarmee kans op corrosie	IS	Alleen bij niet metalische isolatie. Alu-cladding moet verwijderd worden. Daardoor beperkt toepasbaar; eventueel geschikt voor koude isolatie (na verwijdering)						NJ	Zit vlgv HOIS rapport (2021) [HOIS-G-023 Issue 2] nog steeds als techniek in de ontwikkelingsfase. Al wet off the shelf verkrijgbaar. Vanwege invloed aluminium casing en de intensiteit van scannen (raster langs de omtrek) t.b.v intensief en gevoelig voor kwaliteit van uitvoering.		D= Poorly Effective	
Sub-Infrarood; Nader te bepalen.	WaveScan	Sub-Terahertz sensing technology. [Vocht detectie]		https://www.wavescan.se/			Zie evaluatie subtera PI NDT	IS							NJ	Geen ervaring. Inschatting dat enig effect zichtbaar zal zijn met techniek in (sub-)infrarood gebied.		D= Poorly Effective	
[Radar]	Wi-Corr proximity	Radio wave antenna's; Air humidity sensor. [Vocht detectie]		zie 3-sci				IS							NJ	Zie conclusies Trisense.		D= Poorly Effective	

Tabel 2: Selectie van 22 van 41 nieuwe technologieën m.b.t. screening op kans en beoordelen conditie in verband met corrosie onder isolatie.