



WORLD CLASS MAINTENANCE

Netwerk voor Smart Maintenance

Op naar 100 % voorspelbaar onderhoud



Ir. Paul van Kempen
Operationeel directeur

Onze doelstelling: Nederland wereldkampioen onderhoud

Maintenance

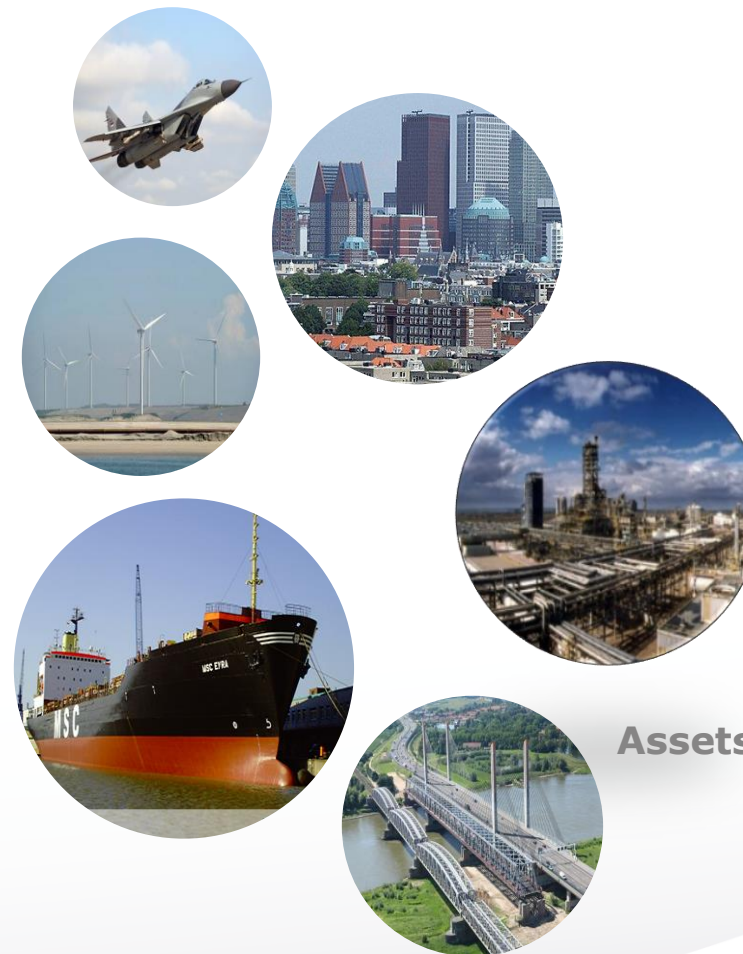
Asset Management

Life Cycle Management

Concurrentiepositie

Veiligheid

Duurzaamheid



Assets van wereldklasse

Wij geloven in



Open Innovatie

Cross-sectorale samenwerking

Samenwerking 4 O's



Fieldlabs & projecten



Kennis & achtergrond



Lobby & politiek



Netwerk &
ledenvoordeel





WORLD CLASS MAINTENANCE

Netwerk voor Smart Maintenance

Project Corrosie onder Isolatie





Corrosie onder Isolatie

Onzichtbare sluipmoordenaar

- Veiligheidsrisico voor gehele procesindustrie en omgeving
- Onzichtbaar en dus lastig te lokaliseren faalmechanisme
- Leidt tot ongeplande stilstanden van assets
- Bestrijding gaat gepaard met hoge onderhouds- en stilstand kosten (jaarlijks honderden miljoenen euro's in Nederland)



Sluipmoordenaar die bestrijden zeker waard is



Corrosie onder Isolatie

Zeer specifiek corrosieprobleem

- Bedreiging van buitenaf voor alle geïsoleerde assets
- Oorzaak water(damp) bij lekkage en wisselende temperaturen.
- Temperatuurrange tussen -10 en +175 graden
- Slechte isolatie is broeiplaats voor corrosief milieu

- Onzichtbaar -> omvangrijker inspecteren dan nodig
- Inspectie(op hoogte) -> hoge kosten en neiging tot uitstel



Bedreiging altijd aanwezig, omvangrijk → dus uitstelbaar ?

Gezamenlijke aanpak COI

- Calamiteit slecht voor bedrijf, slecht voor gehele sector
- Industrie voelt verantwoordelijkheid, worstelt met aanpak.
- Breed gevoel dat effectieve aanpak COI ontbreekt

- Veel kennis binnen bedrijven beschikbaar, maar aanpak verschilt
- Gedrag coating, effectieve methode NDO onvoldoende beschikbaar
- Risico gebaseerde aanpak(RBI) nog niet ontwikkeld
- Awareness voor COI te mager



Genoeg redenen voor WCM om gezamenlijk project COI te starten

Intersectorale COI Samenwerking

Door gebruik van bewezen kennis vanuit de industrie



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland



Ambitie conform Safety Delta Nederland



In 2030 het meest veilige land op het gebied van procesindustrie te zijn.

3 thema's:

- Lekdetectie
- De factor "mens" (menselijk handelen)
- **Corrosie onder isolatie**

Kennis



Innovatie

Doel COI-project

Ontwikkelen **beslismodel** (best practice) voor de **kosteneffectieve beheersing** van het risico op **corrosie onder isolatie**

- COI van onvoorspelbaar naar beheersbaar management systeem
- Groot draagvlak binnen Nederlands en daarbuiten creëren
- Benutten gezamenlijke kennis, met behoud van eigen keuzes
- Beslismodel goed te integreren binnen bestaande standaarden van Asset owners



Uitdagingen

- Consensus over onbeheersbaarheid, maar verschillende opvattingen over bestrijding binnen bedrijven
- Goede standaard risico gestuurde beheersstructuur niet beschikbaar
- Bestrijding COI blijft altijd kostbaar
- Weinig onderzoek beschikbaar naar locatie-bepaling en mechanisme van COI.
- Enorme verwachtingen van levensduur coating en van 'non intrusive' monitoring van buitenaf
- Volledige zekerheid alleen door integrale inspectie gekoppeld aan gehele renovatie



Werkgroepen CUI-project

Niet-destructief onderzoek (NDO)

Kwantificering effectiviteit inspectietechnieken

Coatings

Inzicht in beschermingsduur van coatings

Risk Based CUI Management

Methode prioriteitsstelling op basis van CUI-risico verbonden aan milieu, conditie en niveau isolatie


Corrosie
onder
Isolatie

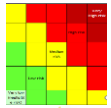
Eye-openers

- COI incidenten sterk beïnvloed door economie, awareness personeel en lokale opvattingen
- Kosten NDO-onderzoek slechts ca. 25 % van de totale inspectiekosten
- Coating op niet geïsoleerde constructie kan een levensduur van 40 jaar halen
Soortgelijke coating haalt onder isolatie misschien maar 10 jaar
- Gebreken in ontwerp, constructie, gebruik, onderhoud, inspectie hebben gelijke invloed op levensduur
- Eindkwaliteit coatings sterk afhankelijk van Product/People/Process
- Geen unieke NDO oplossing, effectieve(LCC) methode alleen door expert-team
- Behalve de, te dure, optie van complete renovatie heeft plant manager van nu weinig keuzes, het WCM beslismodel vervult een behoefte

Resultaten van het project

Management beslismodel / Best Industry Practice door en voor de gehele industrie

De hoofdcomponenten van- cq modules in- het management beslismodel:



➤ Gestandaardiseerde methode om risico's in kaart te brengen



➤ Hét beslismodel waarin risico's vanuit corrosiesnelheid, levensduur coating, toegepaste inspectiemethode geïntegreerd worden.



➤ Gradatie van corrosiesnelheid COI en waardering in risico



➤ Beoordeling van de toestand van isolatie, effect op risico



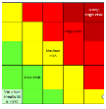
➤ Effectiviteit van NDO, invloed op risico

➤ Awareness presentatie waarin nut, noodzaak en impact van een CUI management programma belicht worden.



➤ De best practice beschrijving volgens "ISO high level structure" voor RBI COI.





CUI: Beoordeling risico niveau








Risk matrix; Table 3; NEN-EN 16991;							Voor betekenis van termen, ga in een cel staan.						
	MOTBF	U_Limit	PoF Annual	PoF_U_Limit	Qualitative	Description:	Cat.						
Probability of Failure / Likelihood	< 1 Year	0 Yr.	$> 10^{-2}$	$\leq 1, E+00$	Very probable	In a small population*, one or more failures can be expected annually.	Failure has occurred several times a year in location.	5	Yellow	Red	Red	Red	Very High risk
	1-5 Years	1 Yr.	10^{-3} to 10^{-2}	$\leq 1, E-02$	Probable	In a large population**, one or more failures can be expected annually.	Failure has occurred several times a year in operating company.	4	Yellow	Yellow	Red	High risk	Red
	5-25 years	5 Yr.	10^{-4} to 10^{-3}	$\leq 1, E-03$	Possible	Several failures may occur during the life of the installation for a system comprising or a small number of equipment.	Failure has occurred in company.	3	Green	Yellow	Yellow	Medium risk	Red
	25-120 years	25 Yr.	10^{-5} to 10^{-4}	$\leq 1, E-04$	Unlikely	Several failures may occur during the life of the installation for a system comprising of a large number of equipment	Failure has occurred in industry	2	Green	Green	Yellow	Low risk	Red
	> 125 years	125 Yr.	$< 10^{-5}$	$\leq 1, E-05$	Very unlikely	Failure is not expected	Failure has not occurred in industry.	1	Very low (negligible risk)	Green	Green	Yellow	Yellow
Notes:								A	B	C	D	E	
* Small population = 20 to 50 items of equipment													
** Large population = More than 50 items of equipment													
Health Safety Environment Business (€ Security Loss of reputation Public disruption													
Consequence of Failure / Severity	Warning issued. No effect.	No aid needed. Work disruption.	Negligible impact.	< 10 k€	None	None	None	A	1				
	Warning issued. Possible impact.	First aid needed. No work disability.	Impact (e.g. spill) contained.	< 100 k€	On-site (Local)	Minor	Negligible	B	0,7				
	Temporary health problems, curable	Temporary work disability.	Minor impact (e.g. spill)	< 1.000 k€	On-site (General)	Bad publicity	Minor	C	0,5				
	Limited impact on public health, threat of chronic diseases	Permanent work disability.	On-site damage.	< 10.000 k€	Off site	Company issue	Small community	D	0,3				
	Serious impact on public health, life threatening illness	Fatalities.	Off-site damage. Long term effect.	> 10.000 k€	Society threat	Political issue	Large community	E	0,1				

Risico categorisering volgens NEN-EN 16991

- Conform RBI methode bij andere corrosie mechanismen
- Past in wettelijk kader en bij internationale normen
- Normatief t.a.v. effecten en kansen
- Per individueel bedrijf eenvoudig aan te passen

CUI: Beoordeling toestand isolatie

Bijgaand referentie beelden voor de inspectie van isolatie.

Uitgangspunten:	Het gaat alleen om functionele eisen, voor de functie: afschermen van onderliggende isolatie tegen omgevingsinvloeden. Dit betreft de inspectie van de toestand van de beplating met de waterdichte afwerking. Hoofdvraag is daarmee: in welke mate is de isolatie in staat om inlek/inwateren te voorkomen; lekdicht = géén inwatering.				
Opmerking:	Bij nieuwbouw kan een categorie 4 van toepassing zijn indien afwatering naar/in de isolatie mogelijk is. Een beheersmaatregel kan eruit bestaan dat een risicoanalyse met Fitness For Purpose wordt uitgevoerd.				
Klasse:	Conditie:	Aktie:	Toelichting:	Concreet:	Referentiebeeld:
0	Nieuw	Volgen gangbare inspectie regime voor CUI management.	Nieuw, nét geplaatst, voldoet aan nieuwbouw eisen (CINI etc).	Nieuwbouw kwaliteit zonder inwatering.	
1	Zeer goed	Volgen gangbare inspectie regime voor CUI management.	Gebruikt, voldoet aan alle eisen.	Niet vervormd, geen inwatering.	
2	Goed	Volgen gangbare inspectie regime voor CUI management.	Gebruikt, beperkte afwijking zonder gevolgen voor het voorkomen van inwateren.	Vervormd, geen inwatering.	
3	Matig	Aktie binnen maximaal 6 jaar.	Als 2, met afwijking die tot inwatering kan leiden.	Inwatering valt NIET uit te sluiten.	
4	Slecht	Aktie binnen maximaal 3 jaar uitgevoerd.	Als 3, mét afwijking welke inwatering mogelijk maakt waardoor het plannen van een actie noodzakelijk is.	Inwatering onder bepaalde weersomstandigheden	
5	Zeer slecht	Onmiddellijk maatregel, binnen maximaal 1 jaar uitgevoerd.	Als 4, mét dusdanige hoeveelheid inwatering dat binnen 1 jaar ingrijpen noodzakelijk is.	Inwateren en verzamelen (hold-up) van water.	
6	Onacceptabel	Direct onderzoek van de resterende integriteit is noodzakelijk.	Als 5 mét dermate inwatering & schadevorming dat lekkage van stoom en/of product naar buiten lekt.	Er is een acuut gevaar voor de integriteit.	

Beoordeling van de toestand van isolatie, effect op risico

- Conditie classificatie van de visuele toestand van de beplating volgens NEN 2767
- Standaard karakterisering was afwezig
- Goed/Fout beoordeling genuanceerd in 6 klassen
- Inlek = Criterium



CUI: Gehanteerde Corrosie snelheden

Model berekening:											
Skin-temperatuur:	170 °C.	Kolom 6									
Aantal nat-droog cycli:	100	0,3 mm/jr.									
Zout-risico:	C4-C5	+ 0,1 mm/jr.									
Isolatie materiaal:	Pyrogel XT over min	50%	0,2 mm/jr.								
Kleur: Ja	Nat-droog risicomatrix	Wisselingen nat-droog (/jr.) >=	≥-273 °C.	≥-4 °C.	≥10 °C.	≥50 °C.	≥80 °C.	≥120 °C.	≥175 °C.	Merk op gehanteerde	
		≥ 0	0,0 mm/jr.	0,3 mm/jr.	0,1 mm/jr.	0,3 mm/jr.	0,3 mm/jr.	0,1 mm/jr.	0,0 mm/jr.		
		≥ 10	0,0 mm/jr.	0,3 mm/jr.	0,3 mm/jr.	0,3 mm/jr.	0,5 mm/jr.	0,3 mm/jr.	0,0 mm/jr.		
	≥ 100	0,0 mm/jr.	0,5 mm/jr.	0,3 mm/jr.	0,5 mm/jr.	0,7 mm/jr.	0,3 mm/jr.	0,0 mm/jr.			
	Zout risicomatrix	[Zout]	≥-273 °C.	≥-4 °C.	≥10 °C.	≥50 °C.	≥80 °C.	≥120 °C.	≥175 °C.		
		C1-2	Low	+ 0,0 mm/jr.	+ 0,1 mm/jr.	+ 0,0 mm/jr.	+ 0,1 mm/jr.	+ 0,1 mm/jr.	+ 0,0 mm/jr.		+ 0,0 mm/jr.
		C3	Middle	+ 0,0 mm/jr.	+ 0,1 mm/jr.	+ 0,1 mm/jr.	+ 0,1 mm/jr.	+ 0,2 mm/jr.	+ 0,1 mm/jr.		+ 0,0 mm/jr.
C4-C5-CX		High	+ 0,0 mm/jr.	+ 0,2 mm/jr.	+ 0,1 mm/jr.	+ 0,2 mm/jr.	+ 0,3 mm/jr.	+ 0,1 mm/jr.	+ 0,0 mm/jr.		
Referenties:											
EFC 55; European Federation of Corrosion Publications Number 55; Corrosion-Under-Insulation (CUI) Guidelines; S. Winnik, Woodhead publishing. ISBN: 978-0-0-0 Atmospheric corrosion; M. Tullmin, P.R. Roberge; Uhlig's corrosion handbook; Chapter 18; John Wiley & Sons; 2nd edition (2000); Blz. 305- 321.											
The influence of insulation material on corrosion under insulation. J. Williams, O. Evans. Nace, Calgary-Canada; Feb. 2010.											
API RP 583 - Corrosion Under Insulation and Fireproofing; 1st edition, May 2014.											
API RP 581 - Risk Based Inspection Methodology; 3rd edition (2016). Part 2, chapter 16. Corrosion Under Insulation Damage Factor.											
NEN-EN-ISO 12944-2 : Verven en vernissen, Bescherming van staalconstructies tegen corrosie door middel van beschermende verfsystemen											
Bron: Calgary-2010(1).pdf											
Reductie corr.rate obv stimulatiefactor:											
Isolatie materialen:	Stimulatiefactor; effect op corrosiegedrag:			Opties:	Exp. Corr. Damage.						
Calcium silicate	5	De weergegeven factoren zijn "engineering estimates".		Deze tabel is ingevuld op basis van een eigen interpretatie van de in de bron gerapporteerde resultaten.	1	10%					
Expanded perlite	Geen data beschikbaar.				2	25%					
Pyrogel XT	3	Deze bevatten correcties voor mogelijke vertekening door aanwezigte beperkingen in literatuur referenties.			3	50%					
Cellular glass	3				4	75%					
WRG mineral wool	4				5	100%					
Mineral wool	5										
Pyrogel XT over mineral wool	3										
1= inhibitorend ; 5 = stimulerend.											
Toelichting	Installatie	NEN-EN 16991	Faalkans	CorrosieModel	Isol.Cond.Class.	Coating bescherming	NDT Effectiviteit	...			

Gradatie van corrosiesnelheid COI en waardering in risico, afhankelijk van parameters:

- Temperatuur (staal)
- Nat-droog wisselingen
- Corrosie klasse ('zout')
- Soort isolatie



CUI: Integratie van invloedsfactoren

1	Sectie "installatie gegevens" voor het vastleggen van het ontwerp.									
2		Betreeft:	Toelichting:	Opties:	Opties:	Opties:	Opties:	Opties:	Opties:	Opties:
3		Installatie:								
4		Locatie:								
5		Unit:								
6		Component:	Rechte leidingen > □	De typical (zie tab [NDT Effectiviteit]) waarmee de component is te omschrijven.						
7		Materiaal:	C-staal, gecoat							
8		Corrosie marge:	2,0 mm							
9		Product:	Getest; bewezen							
10	Coating:	Generatie coating:	Recent							
11		Ontwerp:	Compleet	Betreft de mogelijkheid om de coating als beschermingsfactor toe te kunnen passen.						
12		Procesvoering:								
13		Proces temperatuur:	50 °C.	Temperatuur vlg P&ID of proces, met gegevens hieronder([Proces type] & [Component]) te herleiden tot skintemperatuur.						
14		Isolatie:	Warmte	Koude	Warmte					
15		Isolatie materiaal:	Pyrogel XT over mineral wool							
16	Corrosie:	Proces type:	Gas	Gas	Vloeistof	Wisselend				
17		Skin temperatuur:	50 °C.	Afhankelijk van procestemperatuur, proces type en constructie / dimensioneringen in ontwerp (bijv. heat-coils).						
18		Aantal nat-droog cycli:	100							
19		Zout-risico:	C4-C5-CX							
20		In gebruik sinds:	1-1-2006	Moment van ingebruikname "als nieuw" (kan veel later zijn dan bouwdatum van de gehele installatie).						
21										
22	Sectie "beheer" voor de invloedsfactoren vanuit de operationele situatie (moeten-ingevoeld blijven in geval factoren onbekend zijn).									
23	Coating:	Proces & Mens:	Compleet							
24		Isolatie:	Voldoende uitvoering en onvoldoende onderhoud							
25		Resultaat v.w.b. coating levensduur:	12 Jaren	De tijdsduur gedurende welke de coating naar verwachting bescherming biedt in de gegeven omstandigheden.						
26	Sectie "randvoorwaarden" voor het optreden van een faalmechanisme.									
27										
28		Conditie isolatie:	3; Matig	0; Nieuw	1; Zeer goed	2; Goed	3; Matig	4; Slecht	5; Zeer slecht	6; Onacceptabel
29		Toestand isolatie:	3	< Classificatie volgens [Isol.Cond.Class.]						
30		Weersinvloeden:	Binnen-vochtig	<< Kans op intredend vocht	Binnen-droog	Binnen-vochtig	Overdekt-droog	Overdekt-vochtig	Buiten	
31		Mate van inlek:	Gering							
32										
33	Sectie "Risicobeoordeling"; beoordeelt het aanwezige risico bij het optreden van een faalmechanisme.									
34		Kans van falen:	Cat. 4	< Zie tab [NEN-EN 16991]; laatste optie verwijst naar tab [Faalkans]						
		...	Installatie	NEN-EN 16991	Faalkans	CorrosieModel	Isol.Cond.Class.	Coating bescherming	NDT Effectiviteit	Succescriteria

Hét beslismodel waarin risico's uit alle werkgroepen geïntegreerd worden.

- Effect van falen
- Waardering corrosiesnelheid
- (Rest)Levensduur coating
- Resultaat wel/niet uitgevoerd NDO onderzoek

CUI: Effectiviteit inspectietechnieken

Geschiktheidsfilter NDO technieken		Corrosie onder Isolatie	
Object type	Aftakkingen op leidingen > DN250 en op vatwanden		
Beoogd doel	Corrosie detectie		
Vereiste inspectie-effectiviteit	B= Usually Effective		
Vereiste dekking	65%		
Diameter (mm)	250		
Nom. Wanddikte (mm)	6		
Toegankelijkheid	Vanaf grond of bordes toegankelijk		
	Vanaf steiger werken		
	Hoogwerker, rope access		
	Ondergronds		
Geschikte NDO technieken	Opmerkingen		
On stream RT (film)	Beperkt toepasbaar voor wanddiktemeting (HOIS Recommended Practice 1 v3.1)		
On stream RT (digitaal)	Beperkt toepasbaar voor wanddiktemeting (HOIS Recommended Practice 1 v3.1)		
Profile radiografie	Beperkt toepasbaar voor vochtdetectie (HOIS Recommended Practice 1 v3.1)		
In-line inspection (intelligent pigging)	0		
Visuele inspectie met uitpakken	0		

← | Toelichting | **Geschiktheidsfilter** | NDO Technieken | +

Effectief en efficiënt NDO plan:

- Risico bepaalt vereiste effectiviteit
- Kosten van toegang tot object zijn dominant
- Veel constructie-, toegang- en schadedetails blijken pas in het veld
- %Oppervlakte dekking belangrijker dan nauwkeurige meting
- Geschiktheidsfilter helpt bij eerste selectie van techniek



CUI: Best practice CUI management

The screenshot shows a PDF viewer's table of contents for a document titled 'CUI: Best practice CUI management'. The document is structured as follows:

- Inleiding
- 1 Toepassingsgebied
- 2 Normatieve verwijzingen
- 3 Termen en definities
 - 3.1 Termen:
 - 3.2 Definities:
- 4 Context van de organisatie
 - 4.1 Inzicht verkrijgen in de organisatie en haar context
 - 4.2 Inzicht verkrijgen in de behoeften en verwachtingen van belanghebbenden
 - 4.3 Het toepassingsgebied van het RB-CUI-managementsysteem vaststellen
 - 4.4 RB-CUI-managementsysteem
- 5 Leiderschap
 - 5.1 Leiderschap en betrokkenheid
 - 5.2 Beleid
 - 5.3 Rollen, verantwoordelijkheden en bevoegdheden binnen de organisatie
- 6 Planning
 - 6.1 Maatregelen om risico's aan te pakken en kansen te benutten
 - 6.2 RB-CUI-doelstellingen en de planning om ze te bereiken
- 7 Ondersteuning
 - 7.1 Middelen
 - 7.2 Competentie
 - 7.3 Bewustzijn
 - 7.4 Communicatie
 - 7.5 Gedocumenteerde informatie
- 8 Uitvoering
 - 8.1 Operationele planning en beheersing
- 9 Evaluatie van de prestaties
 - 9.1 Monitoren, meten, analyseren en evalueren
 - 9.2 Interne audit
 - 9.3 Directiebeoordeling
- 10 Verbetering
 - 10.1 Afwijkingen en corrigerende maatregelen
 - 10.2 Continue verbetering
- REFERENTIES.

De best practice beschrijving voor RBI COI.

- Gebaseerd op ISO HLS (High Level Structure)
- Integratie in Asset Management structuur van ISO 55001





WORLD CLASS MAINTENANCE

Bedankt voor uw aandacht

